UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS MARÍLIA
Faculdade de Filosofia e Ciências

Mauri da Silva

Transição energética em direção à energia renovável: revisitando a questão da política industrial como instrumento de desenvolvimento tecnológico

MARÍLIA

2014

Mauri da Silva

Transição energética em direção à energia renovável: revisitando a questão da política industrial como instrumento de desenvolvimento tecnológico

Trabalho final apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista – UNESP –, Campus de Marília, para obtenção do título de Doutor em Ciências Sociais.

Linha de Pesquisa: Relações Internacionais e Desenvolvimento

Orientador: Prof. Dr. Marcos Cordeiro Pires

MARÍLIA

2014

Silva, Mauri da, 1969–
S586t Transição energética em direção à energia renovável: revisitando a questão da política industrial como instrumento de desenvolvimento tecnológico / Mauri da Silva. – Marília, 2014.
347 f. – il., tabs. ; 30 cm.

Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Filosofia e Ciências, 2014.
Orientador: Marcos Cordeiro Pires.

1. Energia – Aspectos econômicos. 2. Política industrial – Brasil. 3. Desenvolvimento econômico. 4. Energia – Inovações tecnológicas. 5. Políticas públicas. I. Título.

CDD 333.79

Elaborado por Marcos A. Rodrigues do Prado CRB-8, inscrição: 7.234
Bibliotecário da UNESP, Câmpus Experimental de Ourinhos

Mauri da Silva

Transição energética em direção à energia renovável: revisitando a questão da política industrial como instrumento de desenvolvimento tecnológico

Trabalho parcial apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista – UNESP –, Campus de Marília, para qualificação e obtenção futura do título de Doutor em Ciências Sociais.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Marcos Cordeiro Pires - UNESP/Marília (Orientador)

Prof. Dr. Sylvio Mário Puga Ferreira - UFAM/Amazonas

Prof. Dr. Marcos Fábio Martins de Oliveira - UNIMONTES/MG

Prof. Dr. José Marangoni Camargo - UNESP/Marília

Prof. Dr. Agnaldo dos Santos - UNESP/Marília

Marília, 13 de agosto de 2014.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual Paulista e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais de Marília pela oportunidade.

Ao Professor Marcos Cordeiro Pires meus agradecimentos. Professor, obrigado não apenas pela forma segura como estruturou e acampanhou o desenvolvimento desta tese, mas também pela confiança, dedicação, acessibilidade e amizade. Pois, tais atributos tão nobres foram valiosos e tornaram a elaboração da tese bem menos árdua. Obrigado Marcão!

Aos colegas da pós-graduação da linha 4 (Relações Internacionais e Desenvolvimento) com quem tive a grata satisfação de conviver durante a pós-graduação. Em especial, gostaria de agradecer o Gustavo Pedrozo Erler pelo profícuo intercâmbio de ideias; aos "companheiros" de La Plata Abraão Pustrelo Damião e Hércules Paulino de Souza muito obrigado pela grata convivência.

À professora e amiga Valéria Cristina Leite Baccili pelo apoio com a língua mater.

Aos meus irmãos gostaria de externar minha felicidade por tê-los sempre por perto. Obrigado Maria, Maura, Carlos, Cláudio e Maurício! Aos meus pais Angelina e Sebastião que nunca frequentaram os bancos escolares, mas foram sábios em ensinar-me valores que carregarei por toda vida. Obrigado mãe e pai!

À minha filha Ana Paula, obrigado por você existir! Apropriando-se de José Saramago: “Filho é um ser que nos emprestaram para um curso intensivo de como amar alguém além de nós mesmos, de como mudar nossos piores defeitos para darmos os melhores exemplos e de aprendermos a ter coragem.”

À Jacqueline, mãe, esposa, mulher e empreendedora! Como posso eu agradecer alguém tão especial, com tantos atributos, em tão poucas linhas? Jack, eu sei que foram muitas renuncias durante o doutorado: viagens a Marília, horas de estudos, intercâmbio. Muitas responsabilidades ficaram para você, inclusive a de me substituir no papel de pai. Mas você fez isso com afinco e determinação, aliás, como sempre. Jack, muito obrigado pelo apoio incondicional nesta jornada!

“Qualquer coisa que você possa fazer, ou sonha que possa fazer, comece a fazê-la. A ousadia tem em si genialidade, força e magia”. (Goethe, poeta e escritor alemão, 1749-1836)

RESUMO

O Brasil, ao longo do século XX, passou por grandes transformações econômicas. No início do século era um Estado anêmico e agrário. Impulsionado pela Crise de 1929 o Estado brasileiro, com sobressaltos é verdade, foi desenvolvendo a "ossatura" necessária para tornar-se uma economia industrializada. Com a crise do petróleo (1973) o Estado, de modo ativo, aproveitou o constrangimento externo para tentar, por intermédio da intensificação do processo industrialização, reduzir a dependência do petróleo e sustentar o crescimento econômico. A ascensão da nova ordem internacional nos anos 1980 resultou na retórica de negação do uso da política industrial à mudança nas forças produtivas, transferindo-a ao mercado, crença que foi preponderante até fim do século passado. No início do século XXI, a combinação da preocupação com o aquecimento global e da escassez com as fontes fósseis de energia impulsionaram a demanda política por novas fontes de energias renováveis. Diante do exposto, o objetivo desta tese é investigar as condições à retomada da política industrial para o desenvolvimento de novas fontes de energias renováveis. Adotamos como hipótese norteadora da pesquisa a ideia de que a preocupação com o aquecimento global e com escassez de energias fósseis, assim como os constrangimentos externos no passado, são vetores propulsores à adoção de política industrial para energias renováveis no país.

Palavras-chave: Política industrial; relação Estado-mercado; política energética; energias renováveis; mudança tecnológica.

ABSTRACT

Brazil, throughout the twentieth century, faced major economic changes. At the beginning of the century it was an anemic and agrarian state. Driven by the Crisis of 1929, the Brazilian state, with shocks it is true, has been developing the "bones" needed to become an industrialized economy. Because of the oil crisis (1973), the State, in an active way, took the external constraint to try, through the intensification of industrialization process, to reduce the oil dependency and to sustain the economic growth. The rise of the new international order in the 1980s resulted in the rhetoric of the denial of the use of industrial policy to change the productive forces, transferring it to the market, a belief that lasted until this previous century. At the beginning of the XXI century, the combination of the concern about global warming and the scarcity of fossil energy sources boosted the political demand for new sources of renewable energy. Thus, the objective of this thesis is to investigate the conditions for the resumption of industrial policy for the development of new sources of renewable energy. We adopt the following guiding research hypothesis: the idea that the concern about global warming and scarcity of fossil fuels, as well as external constraints in the past, are vectors propellants to the adoption of industrial policy for renewable energy in the country.

Keywords: Industrial Policy; state-market relationship; energy policy; renewable energy; technological change.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO..... 18

1 ECONOMIA POLÍTICA DA TRANSFORMAÇÃO DAS FORÇAS PRODUTIVAS: RELAÇÃO ESTADO-MERCADO..... 22

1.1 Da metáfora da "mão invisível" à Teoria do Equilíbrio Geral: retórica do *mainstream* em teoria econômica à superioridade dos mercados..... 23

1.2. Dissidência no *mainstream* em teoria econômica: falhas de mercado, "nova microeconomia" e a intervenção do Estado no mercado..... 34

1.2.1 Neo-utilitarismo e a Teoria da Escolha Pública (TEP): reação do *mainstream* à teoria das falhas de mercado..... 39

1.3 Estado e mercado: análise heterodoxa da intervenção econômica do Estado em perspectiva histórica..... 42

1.3.1 Nacionalismo econômico como reação heterodoxa ao *laissez-faire*: origem teórica, experiências no núcleo do sistema capitalista..... 45

1.3.1.1 Mercantilismo: breve gênese do nacionalismo econômico..... 46

1.3.1.2 Berço do *laissez-faire*: Grã Bretanha, ação pública e transformação industrial..... 51

1.3.1.3 Alexander Hamilton: florescimento da manufatura nos Estados Unidos e a paternidade da tese da indústria infante..... 59

1.3.1.4 Friedrich List: Estado e o Sistema Nacional de Economia Política..... 64

2 MUDANÇA TECNOLÓGICA E POLÍTICA INDUSTRIAL: UMA ABORDAGEM TEÓRICA..... 72

2.1 A discussão sobre a mudança tecnológica na literatura econômica..... 72

2.1.1 Contribuições de Adam Smith, David Ricardo e Karl Marx à compreensão da conexão entre desenvolvimento e mudança tecnológica..... 73

2.1.2 Teoria "pura" do comércio internacional e a promessa de repartição do progresso tecnológico pelo livre comércio..... 82

2.1.3 Mudança tecnológica em Schumpeter: princípio da "destruição criativa" e a natureza evolucionária da mudança tecnológica..... 87

2.1.4 O estruturalismo Cepalino, dualidade "Centro-Periferia" e a crítica à Teoria "Pura" do Comércio Internacional..... 91

2.1.5 Revisionismo e incorporação do progresso tecnológico pelo *mainstream*..... 95

2.2 Teoria evolucionária: a teoria da assimilação e sua contribuição à reformulação da compreensão do comportamento da firma 100

2.2.1 Fundamentos de política industrial: racionalidade teórica sob distintos enfoques.... 117

2.2.2 Política industrial: conceitos e motivações..... 118

2.2.4 Taxonomia de política industrial e seus instrumentos..... 126

3 O MODELO FÓSSIL ESTÁ SUPERADO? REFLEXÕES SOBRE O ESFORÇO TECNOLÓGICO DE DESENVOLVIMENTOS DE NOVAS TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS..... 130
3.1 - O modelo fóssil está em xeque?..... 132
3.1.1 O lugar central da energia no desenvolvimento da humanidade..... 132
3.1.2 Crescimento econômico versus consumo de energia: deslocamento da demanda de combustíveis fósseis em direção dos mercados emergentes..... 137
3.1.3 Pressões em direção à economia de baixo carbono: a força da questão ambiental .. 147
3.2 Balanço das principais fontes alternativas de energia: Estado e a "corrida" em direção à economia de baixo carbono 159
3.2.1 Tendências das principais fontes contemporâneas de energias renováveis..... 163
3.2.1.1 Energia eólica..... 164
3.2.1.2 Energia solar..... 171
3.2.1.3 Energia geotérmica..... 176
3.2.1.4 Energia hidroelétrica..... 179
3.2.1.5 Energia Nuclear..... 184
3.2.1.6 Energia oceânica..... 189
3.2.1.7 Energia da biomassa..... 190
3.2.1.7.1 Esgotamento da rota tecnológica de primeira geração..... 191
3.2.1.7.2 Novas rotas tecnológicas e a "promessa" dos biocombustíveis de segunda geração..... 193
3.2.1.7.3 Estado e novas rotas tecnológicas nos biocombustíveis..... 196
3.2.1.8 Outras fontes alternativas de energias renováveis para o médio e o longo prazo.. 198

4 O BRASIL E AS NOVAS FONTES ENERGÉTICAS: EXISTE UMA JANELA DE OPORTUNIDADES À PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL?..... 205
4.1 Governos militares, choques do petróleo e a política energética brasileira..... 205
4.1.1. II PND e a racionalidade da estratégia de industrialização em "marcha forçada"... 211
4.1.1.1 II PND e a impulsão à prospecção de petróleo *offshore*..... 213
4.1.1.2 II PND e o Programa Nacional de Álcool (Proálcool)..... 217
4.1.1.3 II PND e a Eletrobrás..... 223
4.1.1.4. II PND e as Usinas Nucleares Brasileiras (Nuclebrás)..... 226
4.2 Condicionantes externos e descontinuidade no projeto nacional brasileiro..... 233
4.2.1 Nova ordem internacional e a crise da dívida externa brasileira..... 233
4.2.2 Endurecimento da política comercial norte-americana à propriedade intelectual..... 240
4.2.2.1 Contenciosos da indústria farmacêutica..... 240

4.2.2.2 Contencioso da indústria de informática..... 244
4.3 Década de 1990, Consenso de Washington e intensificação da descontinuidade..... 248
4.4 A retomada da política industrial na década 2000..... 253
4.4.1 PITCE: uma tentativa de estratégia horizontal..... 253
4.4.2 Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP): uma abordagem pragmática..... 258
4.4.3 Plano Brasil Maior (PBM): uma estratégia defensiva..... 265
4.4.5 Política industrial e as energias renováveis: balanço e perspectivas..... 272
4.4.5.1 PROINFA: política industrial explícita às energias renováveis..... 272
4.4.5.2 Tecnologias embrionárias para energias renováveis no Brasil..... 280

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 287

REFERÊNCIAS..... 305

LISTA DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

FIGURAS

Figura 1 - A abrangência da política industrial..... 128

Figura 2 - Parcela dos combustíveis fósseis no consumo global de energia..... 136

Figura 3 - Representação esquemática da escada de combustíveis..... 138

Figura 4 - Relação uso de energia capita x PIB per capita em 2011, países selecionados..... 139

Figura 5 - Relação consumo de energia versus crescimento econômico..... 140

Figura 6 - Demografia e consumo de energia primária..... 145

Figura 7 - Demografia e consumo de energia primária pelo critério renda..... 146

Figura 8 - Distribuição dos projetos CDM segundo os principais países acolhedores, 2012..... 158

Figura 9 - Mercado global de carbono: 2005-2011..... 159

Figura 10 - Partic. das energias renováveis no consumo global de energia, 2011..... 163

Figura 11 - Custo de geração de eletricidade em megawatts - média para os EUA..... 181

Figura 12 - Média da taxa de conversão de eletricidade por fonte de energia..... 183

Figura 13 - Trabalhos científicos publicados sobre grafeno: 1994-2013..... 202

Figura 14 - Número de patentes por país: 2013..... 203

Figura 15 - *Top* 10 entidades em número de patentes: 2013..... 203

Figura 16 - Produção e consumo de petróleo no Brasil, 1965-1985..... 207

Figura 17 - Relação preço e valor das importações brasileiras de petróleo, período 1962-1985..... 208

Figura 18 - Consumo de petróleo no Brasil e no mundo e consumo de veículos automotores no Brasil, período 1965-1985..... 210

Figura 19 - Relação investimentos e descobertas de petróleo no Brasil, período 1965-1970..... 215

Figura 20 - Evolução da produção brasileira de etanol: período 1970-2007, em milhões ^{3}..... 217

Figura 21- Produção de autoveículos brasileira por tipo de combustível: período 1979-2007, em mil unidades..... 220

Figura 22 - Produção primária de energia hidráulica entre 1970-1985, em milhões tep..... 225

Figura 23- Produção primária de energia nuclear e sua participação na produção total de energia primária, período 1982-2012 em milhões tep..... 231

Figura 24- Evolução da taxa de juros Prime Rate nos Estados Unidos: média anual do período 1955-1990..... 235

Figura 25- Moedas selecionadas versus dólar: evolução da taxa de câmbio entre 1970-1990 (1970 = 100%)..... 236

Figura 26 - Indicadores do endividamento externo brasileiro: período 1971-1990..... 238

Figura 27 - Evolução do preço da energia elétrica e do petróleo: período 1973-2012, em US$..... 257

Figura 28 - Preço médio semanal da energia elétrica no mercado livre: período out./2012 a jun./2014 em R$/KWh..... 258

Figura 29- Desenho da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) 2008..... 259

Figura 30 - Participação da energia eólica na matriz elétrica brasileira: período 2005-2012..... 277

QUADROS

Quadro 1 - Síntese dos instrumentos mercantilistas ao fortalecimento das forças produtivas..... 48

Quadro 2 - Balanço multidimensional da questão energética..... 161

Quadro 3 - Síntese das principais tecnologias de segunda geração de conversão de biomassa 194

Quadro 4 - Estratégias de políticas públicas à bioenergia: síntese dos principais atores..... 197

Quadro 5 - Instrumentos e objetivos propostos pelo Consenso de Washington 249

Quadro 6 - Sistemas macroeconômicos e condições de competição..... 256

Quadro 7 - Diretrizes estruturantes do Plano Brasil Maior..... 266

TABELAS

Tabela 1 - Exportações sul-coreanas: período selecionado, em bilhões US$..... 115

Tabela 2 - Diferentes enfoques à Política Industrial..... 125

Tabela 3 - Regimes energéticos ao longo história por fonte primária de combustível..... 133

Tabela 4- Consumo global de energia: 1800-2000, em unidade exajoule..... 135

Tabela 5- Intensidade da relação consumo de energia versus crescimento econômico no período 1980-2011, regiões selecionadas..... 142

Tabela 6 - Previsão da demanda primária global de energia por região: em Mtoe..... 143

Tabela 7 - Número acumulado de projetos CDM por tipo de mitigação: 2012..... 157

Tabela 8 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia eólica *onshore* - em terra: período 2011-2017, em gigawatts (GW)..... 167

Tabela 9 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia eólica em terra: período 2011-2017, em gigawatts (GW)..... 168

Tabela 10 - Maiores (*Top* 10) exportadores mundiais de turbinas eólicas: 1996-2013, em milhões de US$..... 169

Tabela 11 - Participação mundial dos 10 maiores fabricantes de turbinas eólicas: 2011..... 169

Tabela 12 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia por concentração solar: período 2011-2017, em gigawatts (GW)..... 172

Tabela 13 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia fotovoltaica: período 2011-2017, em gigawatts (GW)..... 172

Tabela 14 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia solar térmica: período 2010-2017, em gigawatts (GW)..... 173

Tabela 15 - Relação das 10 principais empresas na fabricação de painéis fotovoltaicos em 2013..... 173

Tabela 16 - Maiores (*Top* 10) exportadores mundiais de módulos fotovoltaicos: 1996-2013, em bilhões de US$..... 174

Tabela 17 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia geotérmica: período 2011-2017, em gigawatts (GW)..... 177

Tabela 18 - Projeção da capacidade instalada da geração de hidroeletricidade: período 2011-2017, em gigawatts (GW)..... 179

Tabela 19 - Maiores (*Top* 10) exportadores mundiais de turbinas hidroelétricas e suas peças: 1996-2012, em milhões de US$..... 180

Tabela 20 - Países (*top* 10) em número de reatores nucleares em operação e geração de eletricidade em GW, 2014..... 186

Tabela 21 - Regiões em número de reatores nucleares em operação e capacidade de geração de eletricidade em GW, 2014..... 187

Tabela 22 - Países (*top* 5) em número de reatores nucleares em construção e geração de eletricidade em GW, 2014..... 188

Tabela 23 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia oceânica: período 2011-2017, em gigawatts (GW)..... 190

Tabela 24 - Balanço global dos biocombustíveis por tipo, região e matéria-prima..... 192

Tabela 25 - Brasil: Formação bruta de Capital Fixo (FBKF) e Investimentos totais no Proálcool, período 1976-1989, em milhões US$..... 218

Tabela 26 - Brasil: duas décadas de indicadores socioeconômicos selecionados..... 248

Tabela 27 - Grupos de setores apoiados pelo PBM..... 269

Tabela 28 - Quantidade de medidas de viés protecionista introduzidas pelo PBM..... 269

Tabela 29 - Brasil: Formação Bruta de Capital Fixo no setor de energia elétrica, em valores e em % do PIB), médias anuais, e adição de capacidade (em GW) - 1970-1997..... 275

Tabela 30 -Capacidade Instalada de Geração Elétrica por fonte (GW)..... 278

Tabela 31 - Brasil - Balança comercial do item aerogeradores eólicos: período 1997-2013, em mil US$, código HS 85023100..... 279

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1G	Primeira Geração
2G	Segunda Geração
3G	Terceira Geração
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABICOMP	Associação Brasileira da Indústria de Computadores e Periféricos
ABIFINA	Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABW	Acordo de Bretton Woods
AC	Corrente Alternada
AEA	American Electronics Association
AEC	Atomic Energy Comission
AI5	Ato Institucional n.5
ALANAC	Associação dos Laboratórios Farmacêuticos Nacionais
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APPDs	Associação de Profissionais de Processamento de Dados
a-Si	Silício Amorfo
BIL	Bateria de íons lítio
BM	Banco Mundial
BNDE	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CBEMA	Computer and Business Equipment Manufacturers Association
CBTN	Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear
CDM	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
CdTe	Telureto de Cadmio
CEMIG	Companhia de Energia de Minas Gerais
CENPES	Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguêz de Melo
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CER	Certificado de Redução de Emissão
CGE	Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica
CHG	Greenhouse Gás
CIAFAB	Câmara da Indústria Farmacêutica Anglo-americana
CIGS	Disseleneto de Cobre Índio Gálio
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CO^2	Dióxido de Carbono
CONCEP	Programa Nacional de Racionalização de Petróleo e de Gás Natural
COP	Conferência das Partes
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
DEC	Digital Equipment Corporation
ECF	Célula Fotovoltaica
ECOSOC	Conselho Social e Econômico das Nações Unidas
ELETROBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESALQ	Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

EUA	Estados Unidos da América
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FBKF	Formação Bruta de Capital Fixa
FED	Federal Reserves
FHC	Fernando Henrique Cardoso
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FINAME	Financiamento de Máquinas e Equipamentos
FMI	Fundo Monetário Internacional
FNLA	Frente Nacional de Libertação de Angola
GATT	Acordo Geral de Tratados e Tarifas
GEE	Gás de Efeito Estufa
GHz	Gigahertz
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GO	Óxido de Grafeno
GW	Gigawatts
H-O-S	Heckscher-Ohlin-Samuelson
IAA	Instituto do Açúcar e do Álcool
IAC	Instituto Agronômico de Campinas
IAEA	*International Atomic Energy Agency*
IAP	Pesquisa Aplicada de Polímeros
IBM	International Business Machines Corporation
IEA	Internacional Energy Agency
IED	Investimento Estrangeiro Direto
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
ITC	International Trade Commission
LER	Leilões de Energia Reserva
LIBOR	London Interbank Offering Rate
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MPEs	Micro e Pequenas Empresas
MPLA	Movimento para Libertação de Angola
MW	Megawatt
NUCLEBRÁS	Usinas Nucleares Brasileiras
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMC	Organização Mundial do Comércio
ONGs	Organizações Não Governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PAISS	Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico
PBM	Plano Brasil Maior
PCHs	Pequenas Centrais Hidroelétricas
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
PIA	Produtores Independentes Autônomos
PIB	Produto Interno Bruto
PIH	Política Industrial Horizontal
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
PIV	Política Industrial Vertical
PLANALSUCAR	Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar

PLD	Preço de Liquidação de Diferenças
PMA	Pharmaceutical Manufactures Association
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
PND (reverso)	Programa Nacional de Desestatização
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
PPT	Programa Prioritário de Termoelétricas
PROÁLCOOL	Programa Nacional de Álcool
PROCAP	Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração em Águas Profundas
PROCEL	Programa de Conservação de Energia Elétrica
PROEÓLICA	Programa Emergencial de Energia Eólica
PROESCO	Programa Apoio a Projetos de Eficiência Energética
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas
PSI	Processo de Substituição de Importação
PTF	Fatores de Produção
SBC	Sociedade Brasileira da Computação
SIN	Sistema Elétrico Integrado Nacional
TEP	Teoria da Escolha Pública
Tep	Tonelada Equivalente de Petróleo
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TNP	Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares
TRIPS	Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights
UNCED	Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
UNDP	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
USP	Universidade de São Paulo
USTR	Office ofthe United States Trade Representative
VBP	Valor Bruto da Produção
VTI	Valor da Transformação Industrial

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das forças produtivas nacionais não é objeto de consenso na teoria econômica. Em geral, predominam duas visões sobre a questão. A corrente neoclássica (*mainstream*) defende a ideia-força de que as forças de mercado (leis de mercado), sozinhas, são capazes de guiar automaticamente as decisões dos agentes econômicos (produção e consumo), levando o mercado ao equilíbrio e ao bem-estar. Este pressuposto hipotético-dedutivo foi usado principalmente para desencorajar iniciativas de industrialização induzidas pelo Estado. A corrente heterodoxa, por sua vez, não despreza a importância dos agentes econômicos privados no desenvolvimento das forças produtivas nacionais, mas concede ao Estado papel de protagonista na indução da transformação das forças produtivas.

O Brasil é um país com dotação de fatores "abençoada" que lhe concede um grande potencial de crescimento econômico. Mas, para tanto, é imprescindível que ele seja capaz de coordenar uma ação estratégica para explorar sua vocação natural à exportação de *commodities* (agrícolas e industriais) e para promover a expansão do seu setor industrial. O tamanho desta missão requer um Estado com capacidade de executar políticas públicas consistentes com o desenvolvimento do setor industrial, principalmente com o propósito de fomentar o aprendizado tecnológico, entendido como o motor de crescimento econômico. Do ponto de vista da economia normativa, se a visão de mundo neoclássica for predominante, isto provavelmente tenderá a resultar numa ação estatal por intermédio de políticas transversais, com pouca ou nenhuma preocupação setorial. Do contrário, caso a visão de mundo heterodoxa sair-se vencedora, então é provável que o Estado tenha maior número de instrumentos para fomentar o setor industrial, sem preocupar-se com a natureza da ação, se é de recorte transversal ou vertical.

Entretanto, nossa preocupação não é endereçada ao setor industrial como um todo, mas especificamente com o segmento de novas energias renováveis. No passado, quando a economia internacional enfrentava o dilema da crise energética, o Estado brasileiro coordenou uma série de políticas públicas para mudar a composição da matriz energética brasileira. Desde o fim do século passado a comunidade internacional intensificou o debate sobre uma provável transição em direção às energias renováveis. Contribui para isso a ocorrência de dois movimentos combinados. Por um lado, existe uma grande preocupação da comunidade internacional com o meio ambiente. Os combustíveis fósseis, preponderantes na matriz energética internacional, são os grande responsável pela emissão de gases de efeito estufa,

que, na opinião de grande parte comunidade científica internacional, são os responsáveis pelo aquecimento global. Por outro lado, o maior crescimento econômico e da renda de países em desenvolvimento, principalmente na Ásia (China e Índia, por exemplo), acelerou a demanda por combustíveis fósseis. Nesta perspectiva, a economia internacional vem convivendo com o *trade-off*: crescimento econômico versus aquecimento global. Diante do exposto, existe uma "corrida"internacional pelo desenvolvimento de novas fontes de energias renováveis.

O objetivo desta tese é investigar, como no recorte no século XXI, o uso da política industrial com o propósito específico de desenvolver novas fontes de energias renováveis no Brasil. Sendo ele um país em desenvolvimento, uma questão pertinente que pode ser aventada é sobre sua capacidade de coordenar políticas públicas para criação ou expansão de energias renováveis. Adotamos como hipótese norteadora da pesquisa a ideia de que a preocupação com o aquecimento global e da escassez de energias fósseis, assim como os constrangimentos externos no passado, são vetores favoráveis à adoção de política industrial para o desenvolvimento de novas fontes de energias renováveis, inclusive gerando oportunidade ao desenvolvimento de novas tecnologias.

O plano de trabalho, em sintonia com o objetivo da tese, divide-se em duas partes. A primeira, seguindo um recorte puramente teórico, ocupa-se da análise da teoria econômica sobre a atuação do Estado como agente incitador das forças produtivas, bem como ela trata da tecnologia no processo de produção. A segunda, seguindo um recorte empírico, ocupa-se de investigar os motivos (vetores) que colocaram as energias renováveis na berlinda e de fazer um balanço, numa perspectiva global, da evolução das energias renováveis na matriz energética mundial. E, por fim, ocupa-se também de identificar a existência da política industrial para as novas energias renováveis no Brasil, assim como suas principais características.

No primeiro capítulo apresentaremos a primeira parte do referencial teórica da tese. O capítulo tem como propósito analisar o debate na teoria econômica acerca do papel reservado ao Estado e ao mercado no processo de desenvolvimento e acumulação de capital. Para isso, o capítulo será seccionado em duas partes. Na primeira, revistaremos o argumento da "mão invisível" de Adam Smith, que é usado pelo *mainstream* como artifício de retórica sobre a superioridade do mercado (livre mercado) e de desencorajamento às estratégias de intervenção do Estado na economia. Em alusão a Karl Marx, a prática é o critério da verdade. Na segunda parte, revistaremos as experiências históricas de ações exitosas do Estado em prol da transformação das forças produtivas e do desenvolvimento nacional.

No segundo capítulo apresentaremos a segunda parte do referencial teórico da tese. Considerando o progresso tecnológico como motor do crescimento econômico, o capítulo, amparado pela teoria econômica, procurará analisar as razões da mudança tecnológica e o uso da política industrial para alcançá-la, e, para isso, foi dividido em três partes. Na primeira, revisitaremos as principais contribuições da teoria econômica que incorporam a ideia de mudança tecnológica. Como recorte teórico, analisaremos a contribuição da escola clássica (Adam Smith, David Ricardo e Karl Marx) sobre a mudança tecnológica. Na sequência investigaremos como a corrente ortodoxa, mais especificamente a teoria "pura" do comércio internacional, interpreta o progresso tecnológico. Em seguida, revisitaremos a contribuição de Joseph Alois Schumpeter sobre a importância do progresso tecnológico à transformação das forças produtivas e o do desenvolvimento econômico. Após isto, mostraremos a insurreição da Teoria Cepalina à promessa de repartição proporcional dos frutos do progresso tecnológico pelo comércio internacional entre países ricos e pobres - conforme proposto pelo *mainstream*.

Na segunda parte, nossa atenção se voltará especificamente à análise da contribuição da teoria evolucionária (teoria neoschumpeteriana) à compreensão da mudança tecnológica. Ela apresenta as empresas como um ente dotado de capacidade de aprendizado tecnológico, ideia que será muito importante ao desenvolvimento de nossa pesquisa. Por fim, na terceira parte do capítulo 2, nos ocuparemos da análise da política industrial como instrumento genuíno de apoio à mudança tecnológica.

No terceiro capítulo apresentaremos os motivos (vetores) que colocam em xeque as fontes fósseis de energia, bem como o balanço das principais fontes alternativas de energia em direção à economia de baixo carbono. Para tanto, o capítulo foi dividido em duas partes. A primeira se ocupará em demonstrar a centralidade da energia à humanidade e as forças responsáveis por colocar em dúvida a coerência da matriz energética centrada nos combustíveis fósseis. Por um lado, o deslocamento da demanda por combustíveis fósseis na direção dos mercados emergentes preocupa pela possibilidade de exaustão de tais combustíveis. Por outro lado, a comunidade internacional, preocupada com o aquecimento global, vem pressionando pela reconfiguração da matriz energética mundial, com o aumento da participação de novas fontes de energias renováveis. Na segunda parte do capítulo, faremos um balanço das principais fontes de energias renováveis, com ênfase no apoio do Estado para desenvolvê-las.

Já no último capítulo ocuparemos especificamente do Brasil. Dada preocupação com a da dependência dos combustíveis fósseis na matriz energética brasileira, buscaremos

identificar as oportunidades de desenvolvimento industrial por meio do fomento às novas energias renováveis. Para tanto, o capítulo foi seccionado em três partes. Na primeira parte revisitaremos a ação do Estado, por meio da política industrial, para enfrentar o constrangimento externo decorrente da crise do petróleo (1973). Na segunda parte, no âmbito da economia política, mostraremos os constrangimentos externos a partir dos anos 1980 que limitaram a capacidade de execução de política pública pelo Estado. Por fim, na terceira e última parte do capítulo, nos ocuparemos com a retomada da política industrial brasileira na década de 2000. Além disto, realizaremos um balanço da política industrial às energias renováveis: balanço e perspectivas, por meio do qual pretende-se responder os anseios desta pesquisa.

Com isto, temos o desenho que norteará o desenvolvimento desta tese.

1 ECONOMIA POLÍTICA DA TRANSFORMAÇÃO DAS FORÇAS PRODUTIVAS: RELAÇÃO ESTADO-MERCADO

A crise financeira global (2007/2008) contribui significativamente para reacender o clássico debate sobre o papel do Estado no desenvolvimento das forças produtivas nacionais. Mesmo antes disto, dois outros importantes eventos já haviam colaborado à revalorização do tema: "milagre" econômico dos países do leste asiático e à frustração com a promessa das reformas liberais dos 1990 nos países latino-americanos. À luz de tais eventos, a academia ganhou novo ânimo para discutir o papel do governo no desenvolvimento econômico. Em um contexto de acirrada competição internacional, o Estado é essencial ao aperfeiçoamento das forças produtivas de uma nação e, portanto do seu desenvolvimento econômico.

À luz da economia política, neste capítulo revisitaremos a literatura econômica acerca da racionalidade teórica da ação do Estado à transformação das forças produtivas nacionais. A fim de alcançar tal propósito, o capítulo foi organizado em três seções. A primeira delas tem como ideia nuclear discutir a apropriação, pelo *mainstream*[1] em teoria econômica, do princípio da "mão invisível" de Adam Smith como retórica da superioridade do mercado na alocação de recursos. Segundo tal concepção, os mercados, se deixados livremente, se equilibrarão automaticamente, dispensando a intervenção do Estado na economia.

Na segunda seção deste capítulo, nos ocuparemos de dimensionar duas questões importantes no âmbito do *mainstream* em teoria econômica: (i) esforço teórico para incorporar a noção de que os mercados possam desviar-se da trajetória de ótimo (falhas de mercado); e (ii) esforço teórico para mostrar que o governo, ao buscar corrigir as falhas de mercado, poderá causar uma distorção ainda maior que o problema que originalmente ele procurava resolver, gerando então uma falha de governo.

Por fim, na última seção faremos uma revisão de literatura sobre as evidências históricas do uso da ação pública à mudança econômica.

---

[1] *Mainstream* em teoria econômica é sinônimo de ortodoxia econômica. O termo geralmente é empregado por historiadores do pensamento econômico para designar a escola de pensamento dominante. A teoria clássica, representada por Adam Smith, David Ricardo, foi a primeira escola de pensamento econômico dominante, tornando-se o núcleo da análise econômica até o ano 1870 quando foi sucedida pela escola de pensamento marginalista ou neoclássica, cujos principais expoentes foram Alfred Marshall, Knut Wicksell, Francis Y. Edgeworth, Léon Walras. Em comum, as duas escolas de pensamento comungavam na fé inabalável do mercado como melhor alternativa à produção e distribuição dos recursos, assim como a forma mais eficiente à alocação de recursos escassos em qualquer sociedade.

1.1 Da metáfora da "mão invisível" à Teoria do Equilíbrio Geral: retórica do *mainstream* em teoria econômica à superioridade dos mercados

> O conceito de equilíbrio exerce uma atração irresistível - o quase silencioso arfar de uma máquina em perfeito Estado de funcionamento, a aparente imobilidade resultante de pressões contra-atuantes; a recuperação suave e automática de uma perturbação ocasional. Existirá, talvez, algo de freudiano nesse equilíbrio? Estará relacionado com o desejo de regressar à origem? Temos de encontrar uma explicação psicológica para justificar a influência poderosa de uma ideia que é intelectualmente insatisfatória (*sic).* (ROBINSON, 1964, p. 80).

Com a epígrafe acima procuramos demonstrar o fascínio que a ideia de equilíbrio de mercado exerce sobre os economistas. Adam Smith, por meio da ideia de "mão invisível" do mercado, deu grande contribuição para consolidar a retórica de equilíbrio de mercado. Do grego, retórica significa a arte do discurso. Em *The Art of Rhetoric,* Aristóteles, o precursor desta metodologia, empregou-a como o uso da linguagem para impressionar ou persuadir os ouvintes a favor ou contra o curso de uma ideia (FREESE, 1926). Em linguagem coloquial, retórica tem conotação negativa - trapaça ou demagogia, sendo ela útil para convencer pessoas de meias-verdades ou até mesmo de mentiras. Dito de outra forma, retórica é a habilidade de convencer as pessoas a acreditarem em alguma coisa, como, por exemplo, uma tese ou teoria (KLAMER, 2007). Na perspectiva econômica, a retórica associa-se às estratégias utilizadas pelos economistas para persuadir e convencer outros economistas, políticos, estudantes e a sociedade para aceitarem uma determinada tese econômica ou rejeitá-la, sendo a metáfora o mais importante exemplo de retórica econômica. (McCLOSKEY, 1994).

A metáfora não tem um papel meramente decorativo, é um importante veículo de aquisição de conhecimento em diferentes contextos; seu emprego facilita a compreensão de uma questão que seria difícil pela via literal (KLAMER; LEONARD, 1994). Em A Riqueza das Nações, Adam Smith empregou a metáfora[2] da "mão invisível"[3] para explicar o poder da competição individual em um sistema econômico, que tornou-se, com o passar do tempo, um poderoso *slogan* dos defensores da ideia de liberdade de mercado - um mantra dos seguidores

[2] É um estilo de linguagem pela qual o que é dito não é, literalmente, o que o significa (HANDERSON, 1994).

[3] Adam Smith invocou a metáfora da "mão invisível" apenas três vezes, e nunca mais de uma vez na mesma obra. A primeira vez foi em Ensaios sobre Astronomia (provavelmente escrito antes de 1758, mas publicado apenas em 1795 após sua morte); foi empregada para expressar a crença de pessoas supersticiosas que acreditavam nos trovões e relâmpagos à "mão invisível" de Júpiter. A segunda vez foi em A Teoria dos Sentimentos Morais (1759), quando Smith se referiu à produção excedente de alimentos pelos orgulhosos e insensíveis senhores de terras, que se obrigavam a distribuí-las com os pobres. Então, os senhores de terras seriam guiados involuntariamente por uma "mão invisível" que distribuía a produção de maneira análoga se a terra fosse distribuída em partes iguais aos habitantes (WIGHT, 2007).

do *laissez-faire.* Adam Smith, em sua formulação teórica, procurou demonstrar que os indivíduos, ao tomarem suas decisões de produção, não planejavam promover o interesse público, mas, ao contrário, perseguiam seus próprios interesses. Todavia, o comportamento egoísta deles não significava um empecilho ao desenvolvimento dos mercados e da sociedade. Ao contrário, a busca individualista por aumentar seus ganhos resultava no transbordamento (*spillover*) à sociedade em geral pelo aumento da produção global. Era como se algo guiasse as decisões individuais em meio a uma aparente desordem da vida econômica, criando uma ordem natural no sistema econômico (SUNKEL & PAZ, 1976). Adam Smith, para reforçar esta ideia, de modo didático, empregou a metáfora da "mão invisível" para sustentá-la, a qual tornar-se-ia a mais famosa tese para descrever a ordem espontânea do funcionamento de mercado.

> Ao preferir fomentar a atividade do país e não de outros países ele tem em vista apenas sua própria segurança; e orientando sua atividade de tal maneira que sua produção possa ser de maior valor, visa apenas a seu próprio ganho e, neste, como em muitos outros casos, é levado como que por "mão invisível" a promover um objetivo que não fazia parte de suas intenções. Aliás, nem sempre é pior para a sociedade que esse objetivo não faça parte das intenções do indivíduo. Ao perseguir seus próprios interesses, o indivíduo muitas vezes promove o interesse da sociedade muito mais eficazmente do que quando tenciona realmente promovê-lo. (SMITH, 1996a, p. 438).

Na visão de Adam Smith, os agentes econômicos privados (consumidores e produtores), mesmo se comportando de forma egoísta - preocupados com eles próprios - eram os grandes responsáveis pela prosperidade econômica das nações.

> O homem, entretanto, tem necessidade quase constante da ajuda dos semelhantes, e é inútil esperar esta ajuda simplesmente da benevolência alheia. Ele terá maior probabilidade de obter o que quer, se conseguir interessar a seu favor a autoestima [amor próprio ou egoísmo] dos outros, mostrando-lhes que é vantajoso para eles fazer-lhe ou dar-lhe aquilo de que ele precisa [...]. Não é da benevolência do açougueiro, do cervejeiro ou do padeiro que esperamos nosso jantar, mas da consideração que eles têm pelo seu próprio interesse. Dirigimo-nos não à sua humanidade, mas à sua autoestima [amor próprio ou egoísmo], e nunca lhes falamos das nossas próprias necessidades, mas das vantagens que advirão para eles. (SMITH, 1996a, p. 74).

Diante do exposto, qual será o papel reservado ao Estado no sistema econômico idealizado por Smith? Em A ciência da economia política (1969), Adolph Lowe, ofereceu uma excelente resposta a tal indagação. Ao Estado caberia então a "preservação da lei e da ordem. Entre as poucas leis, aquelas que asseguram liberdade pessoal e liberdade de contrato são, no que diz às transações de mercado, as mais importantes, em acréscimos àquelas que salvaguardam a propriedade privada." (LOWE, 1969, p. 181). Em sentido semelhante,

Immanuel Wallerstein argumentou que para a estratégia política liberal "era fundamental manter o Estado fora da vida econômica e, em geral, reduzir seu papel ao mínimo." (WALLERSTEIN, 2002, p. 90). Na prática, Smith estava convencido que o mercado, livre da intervenção governamental, seria o caminho mais eficiente para aumentar a riqueza de uma nação. Em suas próprias palavras, a ação do Estado em "vez de acelerar, retarda o desenvolvimento da sociedade no sentido da riqueza e da grandeza reais e, em vez de aumentar, diminui o valor real da produção anual de sua terra e de seu trabalho." (SMITH, 1996b, p. 169).

Então, para ele, caso o Estado tentasse ocupar-se de atividades para as quais era inapto, o seu fracasso seria inevitável. Em seu sistema de liberdade natural ao Estado caberiam três funções relevantes:

> [...] primeiro, o dever de proteger a sociedade contra a violência e a invasão de outros países independentes; segundo, o dever de proteger, na medida do possível, cada membro da sociedade contra a injustiça e a opressão de qualquer outro membro da mesma, ou seja, o dever de implantar uma administração judicial exata; e, terceiro, o dever de criar e manter certas obras e instituições públicas que jamais algum indivíduo ou um pequeno contingente de indivíduos poderão ter interesse em criar e manter, já que o lucro jamais poderia compensar o gasto de um indivíduo ou de um pequeno contingente de indivíduos, embora muitas vezes ele possa até compensar em maior grau o gasto de uma grande sociedade. (SMITH, 1996b, p. 169).

Do acima exposto, é possível concluir que o sistema econômico idealizado por Adam Smith, baseado na ordem espontânea do funcionamento dos mercados, se fundamentou em três poderosas crenças: (i) o auto interesse deveria predominar nas relações privadas de comércio (livre comércio); (ii) as atividades de produção e comercialização conduzidas pela iniciativa privada eram o motor do progresso econômico, e o Estado não deveria interpor nestas relações privadas (livre comércio e livre empresa); (iii) o Estado era um administrador ineficiente, portanto suas ações deveriam se limitar a oferta de serviços públicos: ordem social, defesa nacional e alguns serviços sociais, para os quais ele deveria ter um orçamento - por meio da arrecadação de impostos; para viabilizá-los contudo, na apuração das receitas e despesas o Estado não poderia incorrer em superávits ou déficits (CANO, 2007).

É notável que mesmo após tanto tempo Adam Smith ainda esteja no centro dos debates sobre a melhor maneira de a sociedade promover o bem-estar geral. Mais curioso ainda é que ele só empregou a metáfora da "mão invisível" uma única vez em A Riqueza das Nações. Ele não só defendeu que o interesse próprio dos indivíduos contribuiria para o desenvolvimento da nação, mas que também era a melhor maneira de assegurar a alocação harmônica dos recursos numa sociedade. Era, segundo sua crença, melhor confiar no interesse próprio que

em algum governante, por mais bem intencionado que ele fosse. A sua análise econômica forneceu a base intelectual à construção da análise microeconômica do funcionamento de mercados competitivos, e como estes oferecem uma maneira eficiente de organizar a atividade econômica. O comportamento egoísta dos indivíduos materializado nas decisões econômicas de produção e troca levaria a sociedade à condição ótima de alocação dos recursos. Paul A. Samuelson[4], um dos mais importantes propagadores das teses de Smith no século XX, se referiu a metáfora da seguinte maneira:

> Dois séculos atrás, Adam Smith proclamou que, por meio do princípio da mão invisível, aqueles que perseguissem seu próprio interesse numa economia competitiva promoveria mais eficientemente o interesse público. Este conceito - inacabado e aplicável a mercados competitivos - é uma força potente para aumentar a produção e o padrão de vida - é uma das mais profundas e poderosas ideias na história. (SAMUELSON; NORDHAUS, 1998, p. 265).

Mas foi a partir dos anos 1870 que um grupo de economistas, com forte propensão à incorporação da matemática na análise econômica, começou a construir um modelo de equilíbrio geral com o intuito de provar a existência da "mão invisível" na economia capitalista. Eles enxergaram na metáfora um poderoso aliado para demonstrar a superioridade de mercado, que se deixado livremente - indivíduos realizando transações em prol do interesse próprio e empresas buscando maximização nos lucros - conduziria a sociedade para uma condição de equilíbrio. Eles substituíram a linguagem metafórica verbal da "mão invisível" pela metáfora da linguagem matemática (McCLOSKEY, 1994). Pesou a favor o fato de ela poder ser utilizada com o mesmo alcance à comunicação, além da vantagem de proporcionar uma forma esteticamente mais agradável de transmitir ideias. Com isso, este novo grupo de economistas, que posteriormente ficaram conhecidos como neoclássicos, acabaram substituindo a linguagem verbal pela matemática.

Os economistas neoclássicos - herdeiros dos clássicos - promoveram uma forte mudança na análise econômica. A revolução marginalista, como também ficou conhecida, representou uma mudança de paradigma ao introduzir o conceito de utilidade[5] (total e marginal) na determinação do valor das coisas, e o amplo emprego da matemática como ferramenta à análise econômica (LENZ, 1995).

---

[4] Em 1970, Paul A. Samuelson foi laureado com o Prêmio Nobel em Economia (1970) por suas contribuições no campo da teoria econômica estática e dinâmica, bem como por ter contribuído ativamente para elevar o nível da análise no campo das Ciências Econômicas.

[5] É um conceito metafísico segundo o qual a utilidade é uma qualidade que os indivíduos enxergam nos objetos, tornando-os desejados, e o fato deles serem desejados atesta que são úteis (ROBINSON, 1964).

O ponto de ruptura entre as duas escolas de pensamento pode ser sumarizado em dois aspectos fundamentais. Primeiro, eles mudaram a ênfase no custo de produção à demanda ou o consumo final. A análise econômica se deslocou da linha de produção à satisfação das necessidades dos consumidores, feito tornado possível pela incorporação, via cálculo diferencial, da noção utilidade marginal. Dito de outra forma, a ênfase na determinação do valor das coisas se deslocou da teoria valor do trabalho, como defendida pela economia clássica, para teoria subjetiva do valor (DOBB, 2002). Com isso, na abordagem neoclássica, o valor de um bem qualquer será determinado pela utilidade marginal proporcionada ao seu comprador. Logo, a base para o valor das coisas passou a depender do desejo dos consumidores (DE VROEY, 1975). William Stanley Jevons, em A Teoria da Economia Política (1871), se posicionou da seguinte forma sobre a origem do valor das coisas:

> [...] opiniões prevalecentes fazem do trabalho, em vez da utilidade, a origem do valor; e há mesmo aqueles que claramente afirmam que o trabalho é a causa do valor. Demonstro, ao contrário, que basta seguirmos cuidadosamente as leis naturais da variação da utilidade, enquanto dependente da quantidade de mercadoria em nosso poder, para que cheguemos a uma teoria satisfatória da troca, da qual as leis convencionais da oferta e da procura são uma consequência necessária. Essa teoria está de acordo com os fatos [...]. (JEVONS, 1987, p. 47).

O segundo aspecto fundamental da mudança de paradigma do pensamento neoclássico foi considerar trabalho e capital como fatores de produção, portanto ao mesmo nível. Isto livrou o lucro da pecha de ser visto como produto da exploração pela distribuição desigual da riqueza entre os dois fatores de produção. Ao contrário, passou a ser visto como remuneração ao capital e o salário dos trabalhadores envolvidos no processo produtivo (DE VROEY, 1975). Segundo a visão clássica, o valor das coisas (preço natural) era mero reflexo do custo de produção - rateio entre salário e lucro. A distribuição entre os fatores de produção era quem determinava o valor das coisas, portanto não era determinada autonomamente. Com isso, a formação do valor das coisas transcendia a esfera econômica, envolvendo fatores sócio-históricos. Já para os neoclássicos é o oposto, o preço das coisas reflete a relação entre as forças de oferta e de demanda, inclusive o mercado de fatores produção. (FIANI, 1990). Léon Walras se expressou sobre o mecanismo de formação de preços das mercadorias da seguinte maneira:

> Sendo dadas várias mercadorias, cuja troca se faz com a intervenção de numerário, para que haja equilíbrio do mercado em relação a elas, ou preço estacionário de todas essas mercadorias em numerário, é necessário e suficiente que a esses preços a demanda efetiva de cada mercadoria seja igual à sua oferta efetiva. Quando essa igualdade não ocorre, é preciso, para chegar aos preços de equilíbrio, uma alta do preço das mercadorias cuja

> demanda efetiva seja superior à oferta efetiva e uma baixa do preço daquelas cuja oferta efetiva seja superior à demanda efetiva. (WALRAS, 1996, p, 132).

O desenvolvimento do conceito de utilidade marginal (por Carl Menger, William Stanley Jevons e Léon Walras no fim do século XIX) tornou-se rapidamente peça central da teoria econômica neoclássica. A incorporação de técnicas matemáticas e da física resultou na ênfase do equilíbrio, que, por sua vez, ofereceu uma descrição mais elegante de como tendia a se comportar os mercados (HOLCOMBE, 1999).

Se, à época, a análise marginalista no campo da determinação do valor das coisas foi uma ruptura com o pensamento clássico, no campo da análise econômica da alocação eficiente dos recursos produtivos predominou a continuidade. A interação entre as forças de oferta e demanda e o consequente equilíbrio de mercado foi mera continuidade da metáfora da "mão invisível" de Adam Smith, perpassando à escola marginalista a crença na ordem espontânea do funcionamento de mercado. Eles essencialmente preocuparam demonstrar o funcionamento dos mercados e a sua capacidade de garantir alocação eficiente dos recursos (FINLAYSON *et al.*, 2005). Seguindo com esta lógica, John Bates Clark tomou emprestado o princípio da ordem espontânea dos mercados para assegurar que ele também era capaz de garantir a distribuição de renda numa economia. No prefácio de seu livro *Distribution of Wealth* (publicado originalmente em 1889) ele argumentou que a "distribuição de renda de uma sociedade é controlada por uma lei natural, e que essa lei, se operando sem atrito, deveria dar para cada agente de produção da riqueza que o agente cria." (CLARK, 1908, p. 7). Disto depreende-se que a análise econômica neoclássica, período entre 1870 e 1914, caracterizou-se pelo desenvolvimento de instrumentos analíticos para validar a concepção teórica da escola clássica. Corroborando com está tese, Joseph A. Schumpeter disse:

> [...] é perfeitamente óbvio que todos os líderes daquela época, como Jevons, Walras, Menger, Marshall, Wicksell, Clark, e assim por diante, visualizaram o processo econômico como J.S. Mill ou mesmo A. Smith; quer dizer, eles nada acrescentaram às ideias do período precedente a respeito de que acontece no processo econômico [exceto a formalização matemática] e como, de um modo geral, este processo funciona, ou dito de outra forma, eles viram a questão da análise econômica, a soma total das coisas que estavam para ser explicadas, tal como Smith ou Mill tinham visto, e todos seus esforços apontaram para explicá-la de forma mais satisfatória [ideia do equilíbrio]. (SCHUMPETER, 2006, p. 859).

Em resumo, a atração pelo modelo de equilíbrio geral construído pelos marginalistas decorre dele fornecer a base teórica à metáfora da "mão invisível" de Adam Smith: as consequências não intencionais de agentes econômicos atuando em nome do seu próprio interesse levará a coerência social ao invés do caos (PETERS *et al.*, 2002).

Em sintonia com o propósito desta pesquisa, é importante destacar que, já no início do século XX, começavam aparecer, no interior da própria ortodoxia, contestações à tese de bom funcionamento dos mercados. Arthur Cecil Pigou[6] foi um dos precursores da teoria do bem-estar econômico[7]. Ele contrariou a ortodoxia econômica ao propor a intervenção do Estado na economia. Nos seus dois primeiros livros, *Wealth and Welfare* (1912) e *The Economics of Welfare* (1920), ele lançou as bases da abordagem neoclássica à análise do bem-estar econômico. Sua contribuição foi chave à recomendação de intervenção corretiva do governo em mercados com problemas de externalidades[8] (LEIGHTON; LÓPEZ, 2013). Na prática, Pigou rejeitou a tese neoclássica de alocação eficiente de recursos nos mercados, em especial a capacidade da iniciativa privada, e, por tanto do mercado, de se apropriarem de recursos escassos sem provocar custos a terceiros[9]. Na perspectiva pigouviana, o custo privado do uso de recursos produtivos poderá ser diferente do custo social, que contabiliza o custo privado e custo externo não internalizado pela iniciativa privada. Isto tende a resultar em uma situação de ineficiência econômica pela utilização subótima de recursos. Pigou expressou a questão da seguinte maneira:

> É evidente que, em geral, os industriais estão interessados, não no social, mas apenas no comércio, no produto líquido de suas operações. Evidentemente, portanto, não há razão para esperar que o auto interesse tenderá levar a uma igualdade entre os valores do produto social marginal líquido do investimento em diferentes indústrias, quando os valores do produto social líquido e do produto do comércio naquelas indústrias divergirem. (PIGOU, 1932, p. 101).

Pigou, a partir da constatação de perda de bem-estar econômico motivada pela divergência entre o produto marginal líquido privado e produto marginal líquido social defendeu a intervenção do Estado à correção desta falha de mercado, que, notoriamente, tornar-se-ia conhecida como externalidade.

---

[6] Ele foi o sucessor de Alfred Marshall na Universidade de Cambridge, onde ensinou Economia Política de 1908 até 1943.

[7] Não é possível atribuir a paternidade da teoria econômica do bem-estar a somente um idealizador, entretanto em qualquer lista deve constar o nome de A. C. Pigou, cujo trabalho seminal *The Economics of Welfare* sumarizou e expandiu a teoria neoclássica das imperfeições de mercado e a proposição de políticas públicas corretivas. Economistas como Alfred Marshall, Knut Wicksell, Francis Y. Edgeworth, Henry Sidgwick entre outros, também trataram do tema, mas foi Pigou quem primeiro articulou uma teoria abrangente de bem-estar econômico, supondo que onde os mercados falham o governo deve ser bem sucedido (BINNEY, 2011).

[8] Embora seja comum atribuir a paternidade da ideia de externalidade para A. C. Pigou, foi Henry Sidgwick quem iniciou, em 1883, as discussões sobre as falhas de mercado quando analisava o problema econômico do *free rider* (situação em que um agente econômico usufrui do benefício proveniente de um bem ou serviço sem a pagar por ele), para o qual propunha a intervenção do Estado para eliminar as deficiências de mercado (JOHNSON, 1973).

[9] Este argumento de Arthur Cecil Pigou é especialmente importante ao debate sobre intervenção estatal à questão ambiental.

> [...] uma pessoa, no decorrer da prestação de algum serviço, cujo pagamento é feito, a uma segunda pessoa **B**, acidentalmente também presta serviços ou desserviços a outras pessoas (não produtores desses serviços), de tal sorte que o pagamento não pode ser extraído das partes beneficiadas ou a compensação forçada sobre a metade das partes lesadas. (PIGOU, 1932, p. 107).

A teoria do bem-estar econômico de Pigou assinou atestado de confissão de que os mercados não funcionavam conforme a lógica da metáfora da "mão invisível", bem como demonstrou que a intervenção do Estado na economia era necessária. Se o princípio da "mão invisível" fosse infalível, o Estado teria um papel desnecessário ou mesmo nocivo da interferência do governo nos mercados. Na contramão do argumento levantado por Pigou, as formulações teóricas que o sucedeu retomaram a tese da infalibilidade dos mercados como audazmente ressaltada pela metáfora da "mão invisível". Foram Kenneth Arrow[10] e Gerard Debreu que formalizaram matematicamente a metáfora da "mão invisível", ratificando as virtudes da economia de livre mercado. Eles foram os responsáveis pela façanha de provar matematicamente, que, observadas certas condições, os mercados são mais eficientes na alocação de recursos, e, por consequência, negando a intervenção do Estado na economia. A contribuição de ambos foi tamanha que o Comitê do Prêmio Nobel de Economia de 1983, ao laurear Debreu com a honraria por seus estudos no campo da Teoria do Equilíbrio Geral, argumentou que Adam Smith tinha idealizado a metáfora da "mão invisível" e Debreu provou-a (DÜPPE, 2009).

> Adam Smith já havia levantado a questão de como [auto interesse de mercado] decisões aparentemente independentes um do outro, são coordenadas... [sua resposta foi que] o sistema de preços leva automaticamente a coordenação de planos particulares. Quase no fim do século 19, Leon Walras formulou esta ideia em termos matemáticos como um sistema de equação... [Mas foi muito tempo depois] que este sistema de equações foi examinado para apurar se ele tinha soluções economicamente significativas, ou seja, se esta estrutura teórica de importância significativa para o entendimento do sistema de mercado era logicamente consistente. Arrow e Debreu conseguiram provar a existência de preços de equilíbrio, ou seja, eles confirmaram a consistência lógica interna do modelo de economia de mercado de Smith e Walras. (NOBEL COMMITEE, PRESS RELEASE 1973 apud DÜPPE, 2011, p. 173).

Eles, quae dois século depois, conseguiram provar matematicamente a metáfora da "mão invisível" idealizada por Adam Smith. Para tanto, empregaram um modelo lógico-matemático para explicar a ordem natural do equilíbrio de mercado. Mark Blaug, em *Ugly currents in modern economics* (1997), se referiu ao modelo formalizado por Arrow-Debreu

[10] Kenneth Arrow também foi laureado com o Prêmio Nobel de Economia (1972) por suas pesquisas no campo da Teoria do Equilíbrio Geral.

como o início de uma doença que se "tornaria um câncer no centro da análise microeconômica." (BLAUG, 1997, p. 3). Paul Krugman também se referiu ao modelo Arrow-Debreu da seguinte forma:

> De fato é um modelo maravilhoso - não porque suas premissas sejam remotamente plausíveis, mas porque ajuda-nos a pensar mais claramente sobre a natureza da eficiência econômica e as perspectivas para alcançá-la num sistema de mercado. É na verdade uma peça de inspiração, um maravilho pedaço de bobagem. (KRUGMAN, 1993, 4-5).

Por intermédio de dois teoremas, eles mostraram que, na hipótese de mercados competitivos, o sistema de preços garantiria uma alocação eficiente de recursos nos mercados, e consequentemente o bem-estar econômico. O primeiro teorema garantiu que a alocação de recursos alcançaria o ótimo de Pareto[11]. O segundo teorema enfatizou que a alocação eficiente de Pareto pode ser obtida pelo sistema de preços numa economia de mercado (STIGLITZ, 1991). Na prática, o segundo teorema validou a tese de limitado papel do Estado na intervenção econômica, já que as forças de mercado, de modo automático, garantem a produção e a distribuição de bens e serviços de modo eficiente à economia.

> Dois eixos (preços e quantidades); duas curvas com inclinação opostas (oferta e demanda); entre ambas, o ponto de equilíbrio. Boa parte daquilo que os economistas têm a dizer - com mil palavras (ou com expressões matemáticas cada vez complexas) - resume-se à imagem da "tesoura marshalliana". Esta imagem nos diz, antes de mais nada, da existência de um ponto no qual os agentes econômicos (que atuam em um mercado qualquer) estariam em equilíbrio: existe um preço ao qual os possuidores da mercadoria estaria satisfeito com a venda da exata quantidade que os demandantes desejam comprar. (SILVA, 1999, p. 13).

Os economistas neoclássicos se acostumaram a extrair do modelo de equilíbrio geral muito mais do que ele oferece. Ele foi forjado sobre um conjunto de hipóteses simplificadoras não condizentes com a realidade: (i) consumidores homogêneos e racionais, priorizando maximizar utilidade em suas decisões de consumo; (ii) produtores também homogêneos e racionais, buscando maximizar lucro; (iii) as interações no mercado entre consumidores e produtores resultarão no equilíbrio entre as forças de oferta e demanda; (iv) mesmo sendo agentes racionais é possível que eles cometam erros, comprar ou vender acima ou abaixo do preço de equilíbrio, porém o mercado sempre retomará a trajetória do equilíbrio; (v) e, se isto é verdade para um mercado qualquer, porque não estendê-la a toda economia. Com isso, a teoria econômica neoclássica sustenta que o mercado é capaz de assegurar a alocação

[11] Conceito desenvolvido originalmente por Vilfredo Pareto (Manual de Economia Política, 1906) para tratar da eficiência de trocas entre agentes econômicos. O Ótimo de Pareto ocorrerá quando recursos não possam ser realocados para elevar o bem-estar de um agente econômico sem, com isso, reduzir o bem-estar de outro. Dito de outra forma, numa situação de Ótimo de Pareto ninguém pode melhorar de posição sem piorar a de outro.

eficiente de recursos escassos, de alcançar o equilíbrio e, portanto, garantir o bem-estar econômico de uma nação.

Nesse sentindo, André Lara Resende oferece uma excelente síntese do rumo seguido pelo *mainstream* econômico:

> Na segunda metade do século XX, a economia tentou mimetizar as ciências exatas, pensando que elas, sendo mais formais, usando o instrumental da matemática, dão respostas mais precisas. O instrumental matemático ajuda muito, sim, mas tem limite. A economia não é ciência exata, é parte das ciências sociais. Ela é um subconjunto de uma teoria filosófica. Formalizada, a economia foi conduzida a um beco sem saída. Ficou estéril. Baseada no modelo paradigmático de equilíbrio competitivo, sem nada a ver com a realidade (RESENDE, 2013, p. 4-5).

A teoria do equilíbrio geral de mercado apenas poderia funcionar em um mundo perfeito. Dado que esse mundo não existe, ela se mostra precária A introdução, na análise de mercado, da hipótese de agentes econômicos racionais, mas heterogêneos no acesso à informação e no poder de mercado (possibilidade muito concreta no mundo real) torna duvidoso a ideia de equilíbrio de mercado (SILVA, 1999).

A esta altura é oportuno, como já feito para os economistas clássicos, indagar qual é, para os neoclássicos, o papel reservado ao Estado na economia? Embora a doutrina liberal tenha sofrido diversas mutações, os economistas clássicos e neoclássicos comungam da perspectiva de que o mercado e o mecanismo de preço são os meios mais eficientes para organizar as relações econômicas domésticas e internacionais. Ela pode ser resumida como um conjunto de princípios de gestão capaz de garantir a tríade: máxima eficiência, crescimento econômico e bem-estar individual. Para isso, apoiam-se em três hipóteses básicas para prever o comportamento dos agentes econômicos: (i) o mercado surge espontaneamente para atender as necessidades humanas, tem lógica de funcionamento próprio e se desenvolve naturalmente sem uma direção central; (ii) a racionalidade[12] dos agentes econômicos no mercado: o consumidor individual, a firma e a família comportam-se racionalmente para maximizar suas decisões no mercado ao menor custo possível; (iii) os agentes econômicos têm informação perfeita no mercado onde operam, eles tem acesso a todas as informações necessárias à tomada de decisão no mercado (GILPIN, 2002).

[12] Blaug (1999), ao dar tratamento metodológico à racionalidade na acepção econômica, argumentou que a palavra passou a ser empregada nos anos 1930, e deriva da revolução marginalista dos anos 1870. Os economistas clássicos não empregavam este termo, usavam a ideia de preferir mais a menos, de preferir a maior taxa de retorno, de minimizar os custos unitários, de buscar alcançar seu próprio interesse (egoísmo) sem se preocupar com o dos outros. Na versão neoclássica à racionalidade, o comportamento egoísta cedeu lugar à maximização ordenada de preferência num contexto de informação perfeita (maximização de utilidade). Na moderna economia, o postulado de racionalidade é tão arraigado, que muitos economistas não acreditam em formulações em teoria econômica que não sejam amparadas pelo princípio de maximização de utilidade.

Com base nestas hipóteses, é possível inferir que a doutrina liberal reserva uma posição minimalista ao Estado, um papel neutro para assegurar a autonomia dos indivíduos, os quais poderão - com base nos seus valores, desejos e crenças - fazer suas próprias escolhas. Neste sentido, o Estado existe para salvaguardar as decisões tomadas na esfera individual e promover políticas para manter a ordem liberal (OKSANEN, 2001). No pensamento liberal, o aumento das forças produtivas e, portanto, o desenvolvimento econômico ocorre:

> [...] em um contexto onde o Estado respeita o direito de propriedade e onde não expropria a propriedade ou permite que outros o façam. Este ponto de vista é principalmente fundamentado pela perspectiva neoclássica [liberal] sobre o Estado onde seu papel deveria ser confinado a fornecer lei e ordem e estabilidade macroeconômica e não intervir nas atividades privadas dos produtores. (CALÌ; SEN, 2011, p. 1542).

É certo que a doutrina liberal aceita que há um papel reservado ao Estado na economia - essencialmente de assegurar o fornecimento de bens públicos (lei, ordem e gestão macroeconômica). Um bem é considerado público quando partilha duas características: (i) não exclusividade (não rivalidade); (ii) consumo em conjunto (ou combinado). Não exclusividade significa que é difícil afastar um indivíduo do consumo de um bem após ele ser ofertado; e consumo conjunto significa que uma vez que o bem é produzido para uma pessoa, outras pessoas podem consumi-lo sem custo adicional. Esta questão será retomada no capítulo 2, mas especificamente quando tratarmos das motivações à política industrial. De forma complementar, em *The Pure Theory of Pubilic Expenditure,* Paul A. Samuelson, ao apresentar uma exposição matemática à Teoria dos Gastos Públicos, definiu bem público como um tipo de bem que após ser ofertado, o acesso ao seu consumo é coletivo - bem de que todos desfrutam do seu consumo. Isto é, o "consumo de cada indivíduo de tal bem não leva a subtração do consumo de qualquer outro indivíduo deste bem". (SAMUELSON, 1954, p. 387). Bens com estas características afastam o interesse da iniciativa privada (mercado) de provê-lo por não conseguir cobrar pelo consumo individualizado do bem ou serviço.

Com isso, por meio da retórica sobre o bom funcionamento e o equilíbrio de mercado, a ortodoxia econômica não enxergava razão alguma para intervenção do Estado no funcionamento de mercado, exceto naqueles motivos mencionados por Adam Smith e Arthur C. Pigou. Iniciada por Adam Smith (fim do século XVIII) com a metáfora da "mão invisível"; ampliada por Carl Menger, William Stanley Jevons e Léon Walras (no fim do século XIX), com a introdução da teoria valor utilidade na determinação do valor das coisas e do emprego da matemática; e, por fim, provada pelo uso de sofisticadas técnicas matemáticas por Arrow-Debreu (meados do século XX), a retórica ortodoxa do *laissez-faire* nega a necessidade de

intervenção do Estado para dinamizar o crescimento econômico de uma nação, fornecendo a justificativa acadêmica à condenação de políticas públicas de intervenção econômica, cujo resultado, segundo a visão deles, é afastar o mercado da eficiência econômica. Para isso, se amparam na hipótese central da moderna construção teórica do bem-estar de que a instituição mercado é capaz de proporcionar a distribuição eficiente de recursos. Joseph Stiglitz muito bem sumarizou os argumentos persuasivos utilizados pela ortodoxia econômica a fim de afastar o Estado do mercado: "o governo é prejudicial", ele "é ineficaz, e que ele é desnecessário". (STIGLITZ, 2002, p. 217).

Ao término da segunda guerra mundial os norte-americanos firmaram-se como a principal potência hegemônica mundial, tanto militar como economicamente. Na esfera econômica eles usaram tal condição para retomar e ampliar a retórica da "mão invisível" de Adam Smith e da superioridade do mercado na alocação de recursos escassos. A fim de se ter uma amostra da força destas ideias, logo após serem agraciadas com o prêmio Nobel em Economia, elas se espraiaram pelo mundo, tornando-se, muitas vezes, irresistível. Assim, por exemplo, sob a influência do Consenso de Washington, nos anos 1990 os países latino-americanos passaram a implantar um conjunto de reformas econômicas orientadas para o mercado, assim como a reorientação do tamanho e do papel econômico do Estado. Não apenas a tão sonhada retomada do crescimento econômico não apareceu, mas ocorreu deterioração das condições sociais.

1.2. Dissidência no *mainstream* em teoria econômica: falhas de mercado, "nova microeconomia" e a intervenção do Estado no mercado

A falha de mercado é um poderoso argumento à intervenção do Estado no mesmo. Ela, por exemplo, já estava presente nas análises econômicas de Adam Smith sobre o Estado como provedor de bens públicos, e de Karl Marx sobre a tendência do sistema capitalista à concentração e centralização de capital e o afastamento da livre competição. Porém, foi ao longo do século XX que os principais argumentos explicativos se consolidaram. Arthur Cecil Pigou, destoando de seus contemporâneos do *mainstream* econômico, também recomendou a intervenção corretiva do governo em mercados com problemas de externalidades. Ele, na prática, rejeitou a retórica neoclássica de alocação eficiente de recursos pelo mercado, em especial a capacidade do mercado de se apropriar de recursos escassos sem provocar custos a terceiros. No decorrer dos anos 1950 novas formulações estabelecidas por Paul Samuelson,

James Meade, Francis Bator contribuíram para cimentar o consenso de que o Estado deveria fornecer bens públicos básicos não ofertados pelo mercado. Porém eles se mantiveram fiéis à tradição neoclássica de que o mercado é sempre mais eficiente que o Estado no provimento da maioria dos bens e serviços à sociedade. Por fim, a partir dos anos 1970 e 1980 novos argumentos desenvolvidos por Joseph Stiglitz e George Akerlof foram acrescentados à teoria das falhas de mercado: informações imperfeitas e assimétricas (COWEN; CRAMPTON, 2002). Estas novas abordagens tiveram o mérito de aproximar a análise microeconômica com o mundo real. Ao refutarem a premissa postulada pela teoria neoclássica tradicional de que as informações circulam livremente nos mercados, Stiglitz e Akerlof contestaram a noção de informação perfeita igualmente partilhada entre consumidores e produtores nos mercados, bem como a crença em agentes econômicos racionais que maximizam o bem-estar individual e, por extensão, o coletivo, bem por isso, ficando conhecida como "nova" microeconomia.

Falha de mercado "refere-se a uma situação em que o mercado não funciona como era esperado para o mercado ideal". Mas então como deveria funcionar o mercado idealizado? Na teoria neoclássica tradicional o mercado "ideal" é sinônimo de mercado perfeitamente competitivo, os seja, capaz de assegurar, no sentido do ótimo de Pareto, alocação eficiente de recursos em uma sociedade (CHANG, 2002, p. 534). Então, a falha de mercado é o antônimo do mercado idealizado pela metáfora da "mão invisível", trata-se de uma circunstância em que a iniciativa privada, ao perseguir seu próprio interesse, não proporciona uma alocação eficiente dos recursos na sociedade ou a uma distribuição equitativa dos bens para uma sociedade qualquer. Ou seja, nem sempre a "mão invisível" do mercado trabalha.

Em *Whither socialism*? Joseph Stiglitz desferiu um forte ataque à teoria do equilíbrio geral, principal baluarte à crença do *mainstream* econômico, sobre a superioridade dos mercados. Em suas palavras:

> O modelo neoclássico padrão - a articulação formal da "mão invisível" de Adam Smith, o argumento de que o mercado assegurará a eficiência econômica - oferece pouca orientação para escolha do sistema econômico, uma vez que as informações imperfeitas (e o fato de que os mercados são incompletos) são trazidas à análise, como corretamente deve ser, não há presunção de que os mercados sejam eficientes. (STIGLITIZ, 1994, p. 13).

A função do sistema de preços segundo a teoria do equilíbrio geral é emitir sinal, por intermédio do mercado, para que os agentes econômicos - consumidores e produtores - avaliem e tomem suas decisões racionais, as quais tendem a equilibrar o mercado. Porém, e quando as coisas não saírem tal como o previsto no modelo hipotético dedutivo construído pelo *mainstream* em teoria econômica? Nesta circunstância, os neoclássicos admitiram a

possibilidade de mercados imperfeitos, e que, portanto eles falham. A ideia de mercado autorregulado construída durante tanto tempo pela ortodoxia econômica foi sendo desmontada. Joseph Stiglitz, por exemplo, atacou-a da seguinte maneira:

> O mercado oferece muito de alguns produtos - como a poluição - e muito pouco de outros bens - como pesquisa. Cerca de uma década atrás, minha pesquisa com Bruce Greenwald mostrou que a possibilidade de falhas de mercado era muito maior do que anteriormente pesquisada. Nós mostramos que, na presença de mercados incompletos e informação imperfeita, o equilíbrio de mercado não forjaria o ótimo de Pareto. (STIGLITIZ, 2002, p. 218).

Em geral, os manuais de economia identificam quatro principais fontes de falhas de mercado. A primeira delas é a competição imperfeita, que ocorre sempre quando um agente econômico tem isoladamente poder para determinar o preço de compra ou venda em um mercado qualquer[13]. Nesta circunstância o agente econômico será chamado de formador de preços (*price makers)* - capacidade de discriminar o preço de acordo com sua estratégia de maximização de lucros. No mercado idealizado (competição perfeita), os agentes econômicos são tomadores de preços (*price takers*), pois devem comprar ou vender ao preço estabelecido pelo mercado, independentemente de sua estratégia de maximização de lucros ou bem-estar econômico.

Na economia real - diferentemente do modelo equilíbrio geral idealizado pelo *mainstream* - os mercados seguem a lógica da concentração e centralização do capital em poder de poucas firmas. Como profeticamente previsto por Karl Marx, "os capitais maiores batem o menor" e o aumento na exigibilidade de capital para o exercício da atividade empresarial afugenta os concorrentes mais fracos. Com isso, a competição será "diretamente proporcional ao número [de competidores], e inversamente proporcional à magnitude" deles. O acirramento da competição intercapitalista provocará a ruína de muito dos pequenos capitalistas que transferirão seus negócios para capitalistas de maior porte econômico. (MARX, 1909, P. 431).

O segundo tipo de falha de mercado é a externalidade. No mercado idealizado pelo *mainstream* os indivíduos sempre escolherão os melhores bens para consumir e os produtores vão produzi-los da maneira mais eficiente possível. Entretanto, no mundo real a interação entre os agentes econômicos frequentemente produz divergência na relação custo-benefício privado (arcado ou usufruído individualmente) e social (arcado ou usufruído por todos), a

[13] A localização geográfica também interfere no poder de mercado dos agentes econômicos. Existem pequenas localidades exploradas por um único fornecedor em que o tamanho do mercado é uma barreira à entrada de novos concorrentes, e a distância geográfica dificulta os consumidores de suprirem suas necessidades noutras localidades (DOLLERY; WALLIS, 2007).

qual é chamada de externalidade, como já comentada na seção anterior. Nesta circunstância, a alocação de recursos não será eficiente já que o preço de mercado não refletirá a totalidade dos custos ou dos benefícios. A externalidade será negativa[14] quando os custos sociais da produção de um bem ou serviço exceder os custos privados. Por outro lado, a externalidade será positiva[15] se o benefício social exceder o benefício privado.

Os bens públicos puros[16] são a terceira fonte de falhas de mercado, que é explicada pelo desinteresse do setor privado em produzi-los e ofertá-los em função de sua especificidade. Eles também são chamados de bens não rivais ou não excludentes, já que o seu consumo por um indivíduo não impede que outros também desfrutem do seu consumo. A característica não exclusão significa que o ofertante do bem não tem meios tecnológicos ou econômicos de impedir a figura do carona (*free rider)* ao consumo do bem. Isto naturalmente afugenta a iniciativa privada em ofertar este tipo bem, já que não possuem meios racionais de cobrar pelo consumo individualizado do bem público puro.

Então, em razão da existência de bens públicos puros e de externalidades nos mercados, o Estado deve intervir para melhorar a alocação de recursos, seja por meio de impostos, taxas ou por intermédio de regulação direta (ROEMER, 1995).

O quarto tipo de falhas de mercado é a assimetria de informação entre os agentes econômicos. No mercado idealizado pelo *mainstream*, as informações circulam livremente, todos os agentes econômicos podem usá-las para orientar suas escolhas racionais. Porém, no mundo real consumidores e ofertantes podem, no instante de celebrarem a troca, ter informações assimétricas sobre o bem ou serviço. Dito de outra forma, não é improvável que existam mercados onde uma das partes reúna mais e melhores informações que a outra. Nesta circunstância, é provável que o agente econômico detentor de informações privilegiadas não tenha nenhum incentivo econômico para revelá-la para evitar perdas no negócio. A tese de que as informações não circulam livremente nos mercados foi originalmente apontada por George A. Akerlof em *The market for 'lemons': quality uncertainty and the market*

[14] Um exemplo clássico de externalidade negativa é a poluição industrial. A empresa responsável não paga pelo prejuízo causado à população e o custo social derivado da atividade produtiva da empresa é superior a custo privado.

[15] A atividade de pesquisa, o desenvolvimento ou disseminação de conhecimento (*knowledge spillovers*) é um ótimo exemplo de externalidade positiva. A liderança no desenvolvimento e lançamento de uma nova tecnologia por uma firma lhe dará o benefício do monopólio temporário no mercado. Contudo, não impede que outras empresas, por meio da observação e aprendizagem, aproveitem para incorporá-las, desde que sejam competentes, aos seus produtos.

[16] A iluminação pública é o exemplo clássico de bem público puro. Após ela ser ofertada é impossível impedir que os indivíduos sintam ganhos de bem-estar pela claridade, pagando ou não por ela.

mechanism[17], publicado em 1970. Neste trabalho, Akerlof demonstrou uma questão tão antiga quanto os próprios mercados: como mercados com informações assimétricas funcionam, e as patologias que podem se desenvolver em decorrência de informações imperfeitas.

A observação da realidade indica que os mercados padecem do problema da informação assimétrica. De fato, os agentes econômicos raramente partilham as mesmas informações. Os produtores costumeiramente conhecem melhor o produto que vendem do que seus compradores. Um banqueiro normalmente sabe mais sobre a saúde financeira do seu banco que os seus clientes. Em tal contexto, tem-se um consumidor ignorante e um vendedor bem informado. Por outro lado, o vendedor também pode sofrer perdas com a assimetria de informação. Uma típica situação é quando a falta de informação leva os credores não emprestarem para determinados grupos, ou emprestarem a taxas que cubram somente os custos operacionais e os riscos. Isso fará os emprestadores emprestarem menos que o ótimo social. Por exemplo, caso as informações sobre os devedores circulassem livremente (fossem perfeitas), como argumentado no mercado idealizado pela teoria microeconômica tradicional, os credores poderiam emprestar mais recursos e à taxas de juros menores, e, portanto, atraindo mais clientes (BELLI, 1997).

Sem dúvida, a teoria das falhas de mercado é um importante referencial teórico para os analistas de políticas econômicas refletirem sobre o emprego de potenciais políticas públicas para aumentarem a eficiência econômica de mercados. Elas negam a tese de alocação eficiente de recursos governada pelos canais de informações e pelo sistema de preços na economia. Ao fim e ao cabo, a teoria das falhas de mercado refuta a retórica da "mão invisível" de Adam Smith sobre o bom funcionamento de mercado, bem como explicita a importância da "mão visível"[18] do Estado para disciplinar as relações econômicas nos mais diversos mercados. Nesse sentido, as falhas de mercado negam a plausibilidade de mercados eficientes, bem como trazem à baila a necessidade de intervenção do Estado a fim de evitar o caos econômico.

[17] Em 2001, George A. Akerlof e Joseph Stiglitz foram laureados com o Prêmio Nobel em Economia por suas contribuições no campo do estudo das falhas de mercado.

[18] Tal metáfora foi empregada originalmente por Alfred Chandler no livro *The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business* (1977), com o objetivo de mostrar que, após a revolução na gestão de empresas norte-americanas, quem determinava os rumos da economia era a gestão e os gestores, e não mais a "mão invisível" do mercado.

1.2.1 Neo-utilitarismo e a Teoria da Escolha Pública (TEP): reação do *mainstream* à teoria das falhas de mercado

Até os anos 1960 era raro encontrar alguma menção às falhas de governo no *mainstream* econômico, já que até então a intervenção do Estado era justificada para superar as falhas ou imperfeições de mercado. Entretanto, com a emergência da TEP a ortodoxia econômica passou a disseminar a tese de que os males econômicos são explicados pelas falhas de políticas públicas utilizadas para corrigir as falhas de mercado. O Estado deixou de ser um agente econômico benevolente para tornar-se malévolo (BHALLA, 2001). Com isso, a TEP passou a fornecer subsídio teórico à adoção de políticas econômicas pró mercado, sedimentadas na crença da superioridade da instituição mercado na alocação eficiente de recursos produtivos, e na sua capacidade promotora do crescimento acelerado às nações.

Visto desta perspectiva, o sistema de mercado é duplamente virtuoso: capaz de garantir alocação eficiente dos recursos produtivos (pleno emprego) e o crescimento econômico de uma sociedade. Entretanto, na prática a TEP foi uma reação à teoria das falhas de mercado. Os teóricos da escola postulam que os burocratas e políticos, no exercício de suas atribuições, não se preocupam com o interesse público ou o bem comum. Ao invés disto elegem outra agenda: satisfazer o interesse próprio. Ela se apropriou de métodos e ferramentas da teoria econômica para explicar como políticos e os burocratas se comportam. Ademais, a emergência da TEP trouxe consigo duas implicações políticas importantes. A redenção da metáfora da "mão invisível" de mercado e, consequentemente, a negação da virtude do uso da "mão visível" do Estado na intervenção econômica.

A fundação[19] da escola da TEP é datada de 1962, com a publicação por James Buchanan[20] e Gordon Tullock do livro *The Calculus of Consent,* os quais se tornaram padrinhos intelectuais do tema, e, posteriormente, aglutinaram muitos outros pesquisadores em torno do assunto. Eles postularam que o Estado, impregnado pelo jogo de interesses na arena política, é, muitas vezes, incapaz de corrigir as falhas de mercado, ou de corrigi-las a um custo inferior ao próprio custo original das falhas de mercado (EMIEUX, 2004). Nesta perspectiva, o comportamento de políticos e burocratas predito pela TEP é que os políticos procuram maximizar as oportunidades de manterem seu poder político, enquanto os

[19] A análise exclui os dois precursores deste campo de pesquisa, Anthony Downs que publicou o livro *An Economic Theory of Democracy*em 1957 e Duncan Black que publicou em 1958 o livro *The Theory of Committees and Elections*.

[20] Em 1986, ele foi laureado com o Prêmio Nobel de Economia por suas contribuições seminais à pesquisa em escolha pública.

burocratas procuram maximizar renda quando ocupam um cargo público. James Buchanan, apropriando-se das ideias do economista sueco Knut Wicksell, delineou sua preocupação com a análise econômica do setor público da seguinte maneira:

> Retirando a essência. A mensagem de Wicksell foi clara, elementar e evidente. Economistas devem abandonar o aconselhamento político como se fosse empregado pelo déspota benevolente, e eles devem olhar à estrutura dentro da qual as decisões políticas são tomadas. (BUCHANAN, 1987, p. 243).

A formulação teórica da TEP foi construída em perfeita sintonia com a escola de Chicago, cujo principal expoente é Milton Friedman. Em *Capitalism and freedom*, Friedman delineou sua preocupação com a liberdade individual, o tamanho do governo e o seu papel na economia.

> O governo é necessário para preservar nossa liberdade, é um instrumento por meio do qual podemos exercer nossa liberdade; entretanto, pelo fato de concentrar poder em mãos políticas, ele é também uma ameaça... [Então, como nós] podemos beneficiar das vantagens de ter um governo e, ao mesmo tempo, evitar a ameaça à liberdade? Dois grandes princípios apresentados em nossa Constituição... Primeiro, o objetivo do governo deve ser limitado. Sua principal função deve ser a de proteger nossa liberdade contra os inimigos externos e contra nossos próprios compatriotas; preservar a lei e a ordem; reforçar os contratos privados; promover mercados competitivos. O segundo grande princípio reza que o poder do governo deve ser distribuído. Se o governo deve exercer poder, é melhor que seja no condado do que no Estado; e melhor no Estado do que em Washington. (FRIEDMAN, 1982, p. 2-3).

Da passagem acima é possível concluir que Milton Friedman continuou sendo fiel à crença dos benefícios do Estado minimalista (como originalmente planteada por Adam Smith) preocupado com o individualismo e o direito de propriedade, bem como manifestou sua preocupação embrionária com a concentração de poder nas mãos do setor público - principal objeto de discussão da TEP.

A teoria foi sedimentada nos valores do liberalismo de mercado, e expressa uma visão de mundo específica: um mundo livre em que os indivíduos são iguais em termos de direito e de capacidade de escolha, bem como capazes de arcar com as consequências dessas escolhas. Desta forma, os indivíduos não necessitam de proteção arbitrária do Estado (IMMERGUT, 2011). A TEP pode ser vista como um manifesto liberal contra o modelo de Estado burocrático-keynesiano que se intromete nas relações econômicas privadas. Ela enxerga os políticos e a burocracia como intrusos nas relações econômicas privadas, uma ameaça à liberdade individual e ao desenvolvimento econômico. E o mercado é tido como o padrão institucional mais apropriado para organizar as sociedades (BORGES, 2001). Ademais, a TEP nega também a superioridade do Estado burocrático em apoiar o mercado e o processo de

acumulação de capital, já que ele depende do nível de coesão da burocracia para alcançar estes objetivos (WEBER, 1997). Enquanto para Weber o Estado burocrático operava como impulsionador da atividade econômica, à TEP ele não só deixou de ser visto como solução, mas também passou a ser encarado como um problema, um entrave ao desenvolvimento das forças produtivas.

Mesmo diante de incontestáveis provas de imperfeições no funcionamento de mercado, como, por exemplo, aquelas apresentadas por Joseph Stiglitz e George Akerlof, que representavam a possibilidade de incorporação pela ortodoxia econômica do Estado como reparador das falhas de mercado, o núcleo do *mainstream* econômico preferiu seguir outro caminho. Capitaneada por James Buchanan e Gordon Tullock, a teoria da escolha pública argumentou que o Estado regulador, por intermédio dos atores políticos, muitas vezes não consegue fazer o seu trabalho de forma eficiente. Isto é, não é capaz de garantir a alocação ótima (no sentido paretiano) dos recursos produtivos e, portanto, do bem-estar econômico duma nação qualquer. Do exposto, é possível argumentar que a ortodoxia econômica abusa da retórica (no sentido aristotélico) como estratégia de persuasão e convencimento da superioridade do mercado sobre o Estado. Abusam da retórica do mercado autorregulado capaz de alocar recursos eficientemente e de promover o interesse público. Ao fim e ao cabo, para a ortodoxia econômica é preferível os custos das falhas de mercado que a intervenção malévola do Estado no domínio econômico. Alan Greenspan, presidente do *Federal Reserve* (FED) - banco central do norte-americano, de 1987 a 2006, foi mais um a engrossar as fileiras dos defensores da superioridade dos mercados sobre o Estado. Diz ele: "Na medida em que avançamos rumo a um novo século, as forças reguladoras privadas estabilizadoras do mercado deverão desbancar gradualmente muitas estruturas governamentais paquidérmicas cada vez mais ineficientes". (JOHNSON, 2013, p. A13).

Em perspectiva histórica, uma análise do funcionamento dos mercados facilmente mostrará o hiato entre o predito pela ortodoxia econômica e os fatos. Ela desnudará a falha do *mainstream* em teoria econômica que segue fiel à crença de que o mercado "teórico" sozinho é capaz de eliminar - via mecanismo de preços - os excessos de demanda ou de oferta dos mercados (POSSAS, 1997).

A esta altura da pesquisa, parece-nos claro que a retórica da ortodoxia econômica sobre a superioridade dos mercados não é mais do que um mecanismo de "patrulha" ideológica[21]

[21] Immanuel Wallerstein define ideologia como programa político com um protagonista principal (WALLERSTEIN, 2002). No caso da ortodoxia econômica: o mercado.

destinado a negar a intervenção do Estado na economia, e não um arcabouço teórico que explica a realidade econômica dos mercados. A ortodoxia econômica emprega habilmente a estratégia da retórica de mercados eficientes ou da falha de governo com o propósito de frutificar a hegemonia (sentido gramsciano) de sua doutrina econômica na formulação de políticas públicas.

A reação ao *mainstream* econômico deve ser estruturada no campo das ideias, uma batalha contra o mercado "teórico" idealizado e em defesa de uma teoria econômica pluralista, baseada na realidade e não no mercado hipotético. A luta estratégica para tornar a teoria econômica mais pluralista certamente terá que desconstruir os teoremas do bem-estar econômico que proclamam que a iniciativa privada, por conta própria, garantirá a produção e a distribuição eficiente dos recursos numa nação. Estes sofisticados teoremas propostos pelos economistas neoclássicos parecem mais preocupados em validar a hipótese da "mão invisível", que ser propriamente um modelo teórico para descrever a realidade econômica de diferentes mercados. A construção de uma teoria econômica pluralista significa aceitar o fato histórico de que o desenvolvimento das forças produtivas no sistema capitalista, em muitos casos, foi forjado pela ligação imbricada entre iniciativa privada e Estado.

1.3 Estado e mercado: análise heterodoxa da intervenção econômica do Estado em perspectiva histórica

> […] la verdad, cuya imagen es la Historia, émula de tiempo, depósito de las acciones, testigo de lo pasado, ejemplo y aviso de lo presente, advertencia de lo porvenir. (CERVANTES, 1876, p. 51).

O debate econômico travado sobre os atores relevantes ao desenvolvimento das forças produtivas é antigo, bem como parece estar muito distante do fim. De um lado, a ortodoxia econômica encara, em maior ou menor grau, a intervenção do Estado nos mercados como um problema que emperra o desenvolvimento das forças produtivas duma nação. A partir de Adam Smith, os economistas clássicos passaram a construir uma visão de mundo sedimentada na tese de participação minimalista do Estado no domínio econômico, cabendo-lhe a provisão de serviços públicos essenciais: lei, ordem e a defesa nacional. Para eles, o Estado, no uso de suas atribuições, deveria garantir a propriedade privada e inviolabilidade de contratos, bem como proteger a liberdade econômica e política dos indivíduos. Este posicionamento político-econômico foi uma reação à estratégia política mercantilista adotada pelos governos europeus,

que na visão liberal prejudicava a atividade econômica e o crescimento da riqueza nacional. Com a superioridade econômica e militar da Inglaterra - berço da escola clássica - a doutrina do *laissez-faire* tornou-se a filosofia econômica hegemônica, desencorajando e limitando a participação econômica do Estado, cujo auge foi século XIX.

Noutra extremidade, os economistas heterodoxos, respaldados pelas imperfeições de mercado, não acreditam na capacidade isolada do mercado de promover alocação desejável dos recursos produtivos e de guiar a sociedade rumo à mudança econômica. O debate continua inconclusivo. Assim, por exemplo, se por um lado, as estratégias de desenvolvimento industrial postas em práticas nos países latino-americanos (processo de substituição de importações) não foram capazes de entregar o prometido: transição para o desenvolvimento econômico e social. Por outro lado, os países onde o Estado não perseguiu ativamente uma estratégia de fortalecimento das forças produtivas domésticas, seu desenvolvimento econômico e social não acompanhou os que o fizeram. Diante deste embate, uma questão importante se apresenta: o que as evidencias históricas revelam sobre o papel econômico do Estado na transformação das forças produtivas duma nação?

Mesmo estando distante da atenção do *mainstream* econômico, o nacionalismo econômico foi objeto da preocupação de importantes economistas, os quais contribuíram para reforçar o pensamento nacional econômico e o papel do Estado para o desenvolvimento econômico nacional. Por exemplo, Joan Robinson (1964, p. 120) disse que no "meio de toda a confusão existe uma sólida peça de ideologia[22] inalterável que tanto a tomamos como certa que já nem se repara nela - isto é, o nacionalismo". Para ela, os economistas clássicos desdenhavam o pensamento nacionalista dos mercantilistas porque o livre comércio era conveniente à Inglaterra, servindo como um mantra aos seus interesses. Ao contrário do postulado pelos clássicos, a política:

> [...] nacional têm sido um grande acicate para o desenvolvimento econômico. Por trás da fachada da teoria do *laisser faire* os governos de tôdas as nações capitalistas têm impulsionado a produção e o comércio, conquistando territórios e adotando instituições para ajudar os seus próprios cidadãos a ganhar novas vantagens. A própria doutrina do Comércio Livre, como Marshall manhosamente observou, nunca passou, realmente, de uma projeção de interesses nacionais britânicos (*sic*). (ROBINSON, 1964, p. 123).

A sua crítica também se estendeu aos economistas neoclássicos. Afirma ela:

> A herança neoclássica ainda tem uma grande influência não só no ensino de economia, mas também na formação de uma opinião pública em geral, ou,

[22] Immanuel Wallerstein define ideologia como programa político com um protagonista principal (WALLERSTEIN, 2002).

> pelo menos, no fornecimento a esta de alguns dos seus slogans favoritos. Mas, quando se chega a um problema real, nunca há nada de concreto para dizer. Os seus praticantes mais recentes refugiaram-se na construção de manipulações matemáticas cada vez mais intricadas, mostrando-se cada vez mais ofendidos quando alguém lhes pergunta o que eles pensam estar manipulando. (ROBINSON, 1964, p. 125-126).

Eles também aceitam que o Estado deve oferecer apoio não seletivo à saúde, educação e infraestrutura. Mas por que intervenção não seletiva? Seletividade (o apoio de atividades particulares, empresas ou tecnologias[23], ou, grosseiramente colocado, "escolher os vencedores") tornou-se arena para o debate sobre a política industrial na década de 1990. Em meados dos anos 1980 a interpretação neoliberal ao milagre asiático era explicada pelo livre comércio e outras políticas não intervencionistas. Mas, como esses países tinham sido muito intervencionistas no comércio, investimento estrangeiro direto, transferência tecnológica e de alocação de recursos internos, a prova foi tão grande que a ortodoxia foi forçada a admitir os fatos do caso.

Em sintonia à tese de Joan Robison sobre o papel do Estado no desenvolvimento econômico, Oskar Lange, preocupado com o subdesenvolvimento econômico e os meios para superá-lo, argumentou que a insuficiência de capital impedia o investimento[24] e o desenvolvimento das forças produtivas de uma nação, sendo o planejamento econômico o instrumento para superação do atraso econômico. Em contraposição à doutrina liberal, o Estado, na visão de Lange, tinha um papel muito ativo na execução do planejamento econômico, era um importante agente para transformar a base produtiva e impulsionar o desenvolvimento econômico de nações subdesenvolvidas (POMERANZ, 1986). Nas próprias palavras de Lange:

---

[23] Nesta pesquisa usaremos a palavra tecnologia no sentido como fora empregado por Giovanni Dosi em *Technological paradigms and technological trajectories* (1982). Ele a define como é o conjunto de conhecimento, tanto prático como teórico, *know-how*, métodos, procedimentos, experiências bem sucedidas ou mesmo de fracasso também, assim como dispositivos físicos e equipamentos que incorporam os avanços no desenvolvimento de uma determinada atividade de solução de problemas. Além disto, de maneira mais ampla a tecnologia consiste *expertise*, na experiência de tentativas anteriores e nas soluções tecnológicas do passado, juntamente com o conhecimento e a conquista do estado da arte (DOSI, 1982).

[24] Seguindo Pomeranz (1986), Lange e os economistas liberais comungavam sobre as causas do subdesenvolvimento: insuficiência capital para investimentos nos países em desenvolvimento. Contudo, enquanto para a doutrina liberal a insuficiência de poupança decorre do excesso de mão-de-obra, da baixa produtividade e pelos círculos viciosos de pobreza, para Lange, um adepto da escola marxista, a insuficiência de capital tinha outras explicações: o colonialismo e o desenvolvimento do capital monopolista e do imperialismo. Para ele, a atividade colonial numa primeira fase e o controle assumido pelo capital estrangeiro numa fase posterior são os responsáveis pela: i) “drenagem” de recursos nos países em desenvolvimento; ii) crescimento desequilibrado (especialização em produção de matérias-primas e bens de consumo), que retardava o acúmulo de capital. E Lange acrescentou uma terceira explicação ao subdesenvolvimento. A manutenção de estratos sociais feudais que destinavam sua riqueza para o consumo conspícuo (produtos importados oriundos dos países mais desenvolvidos) ao invés do investimento produtivo.

> Não se deve esquecer que, particularmente na etapa inicial do desenvolvimento capitalista, o Estado desempenhou um papel muito importante, quer investindo diretamente em ramos como ferrovias, nas empresas de serviços públicos e às vezes mesmo em empreendimentos industriais ou comerciais, ou então subsidiando as empresas privadas. Particularmente na construção daquilo que se denomina infra-estrutura ou capital social fixo da atividade produtiva, o Estado costumava ser muito ativo como investidor ou como provedor de subsídios para investimentos privados. Assim, o investimento público desempenhou um papel importante no modelo capitalista de desenvolvimento (*sic*). (LANGE, 1986, p. 35).

Após ressaltar a existência de um ponto de fricção no pensamento econômico sobre qual é o lugar do Estado na transformação das forças produtivas nacionais, é importante sinalizar que, em contraposição a visão ortodoxa, o pensamento econômico heterodoxo será o alicerce do desenvolvimento desta pesquisa. Por isso, há uma questão que suscita nossa atenção: qual é, em perspectiva histórica, o papel desempenhado pelo Estado na transformação das forças produtivas nacionais? Para responder tal indagação revisitaremos experiências de mudança econômicas cuja ação estratégica do Estado tenha tido lugar de destaque. Como critério, escolhemos as experiências de países que foram ou ainda são importantes atores no cenário econômico internacional.

1.3.1 Nacionalismo econômico como reação heterodoxa ao *laissez-faire*: origem teórica, experiências no núcleo do sistema capitalista

A expressão nacionalismo econômico era empregada originalmente para designar as políticas econômicas duma nação em relação ao resto do mundo. É relativamente recente, data do início do século XX. Nos séculos XVII e XVIII empregava-se a palavra mercantilismo ou sistema mercantil para expressar este tipo de política. No início do século XIX, em contraposição a ideia de livre comércio, empregava-se a palavra protecionismo à política nacional. A expressão nacionalismo econômico foi relatada pela primeira vez no livro de Leo Pasvolsky, *Economic nationalism of the Danubian states* (1928), publicado pela editora Brookings Institutions na cidade de Washington. Mas, foi somente após a Crise de 1929 que o termo nacionalismo econômico começou a ser amplamente utilizado (HEILPERIN, 1960).

Assim como o termo designativo à doutrina liberal sofreu diversas metamorfoses ao longo dos séculos (economia clássica, neoclássica, Teoria da escolha pública, por exemplo), o mesmo ocorreu com o pensamento nacionalista econômico. Vários rótulos foram utilizados para designar a política de cunho nacionalista: mercantilismo, estatismo, protecionismo, escola histórica alemã, neoprotecionismo. Em todo este mosaico não há uma teoria política ou

econômica sistematizada com status de doutrina econômica, mas há sim um conjunto de temas manifestando as aspirações de uma política de viés nacional. O núcleo central em torno desta matriz de pensamento coloca o Estado como elemento estratégico para o desenvolvimento das forças produtivas nacionais (GILPIN, 2002).

Com o propósito de discutir a contribuição do Estado ao desenvolvimento das forças produtivas, revisitaremos as experiências históricas de ações públicas com o intuito de promover a transformação econômica das forças produtivas nacionais. Para isso, a presente subseção foi seccionada em quatro partes a fim de demonstrar: (i) os principais instrumentos de intervenção estatal na atividade econômica no período mercantilista; (ii) o esforço do Estado britânico para forjar a sua mudança tecnológica; (iii) o esforço de Alexander Hamilton, secretário do tesouro norte-americano, por meio da ação pública, para desenvolver a indústria dos Estados Unidos da América (EUA) após sua independência; (iv) a luta ideológica travada por Friedrich List contra o liberalismo econômico inglês, além de sua defesa ao desenvolvimento do Sistema Nacional de Economia Política. Ele, assim como Hamilton, defendeu a ação estratégica do Estado na transformação das forças produtivas nacional.

1.3.1.1 Mercantilismo: breve gênese do nacionalismo econômico

Adam Smith empregou o termo sistema mercantil para qualificar as ideias econômicas predominantes em sua época, o qual, ao seu juízo, era intelectualmente errado e pernicioso. No século XIX o termo contraiu-se para mercantilismo, tornando-se mais usual no vocabulário econômico. Na perspectiva temporal, o mercantilismo foi predominante nos séculos dezesseis, dezessete e dezoito. No plano espacial, a área de influência das ideias mercantilistas foi a Inglaterra e os países continentais da Europa ocidental. (HEILPERIN, 1960).

O pensamento mercantilista foi uma reação à sociedade feudal, e consequência das transformações (meados do século XVI e do XVII) no comércio exterior com a Índia e com as Américas. Do ponto vista econômico-político, o mercantilismo expressava a preponderância do capital mercantil sobre o produtivo, bem como a liderança da atividade exportadora na acumulação de capital, assim como o fortalecimento do Estado nação e a prostração das instituições locais e regionais (SCHMOLLER, 1984).

Com o fortalecimento de poder, o Estado passou a ter maior controle sobre a economia e mais capacidade de promoção do interesse nacional. Apesar do antagonismo entre o sistema mercantilista e o seu sucessor (liberalismo), há, no entanto, um ponto de convergência entre eles: economia política como base da acumulação de riqueza e do fortalecimento do poder do Estado (HECKSCHER, 1943). Em A riqueza das nações (Volume I, livro IV), Adam Smith, um ferrenho opositor do mercantilismo, expressou com clareza os objetivos da economia política da seguinte maneira:

> A Economia Política, considerada como um setor da ciência própria de um estadista ou de um legislador, propõe-se a dois objetivos distintos: primeiro, prover uma renda ou manutenção farta para a população ou, mais adequadamente, dar-lhe a possibilidade de conseguir ela mesma tal renda ou manutenção; segundo, prover o Estado ou a comunidade de uma renda suficiente para os serviços públicos. Portanto, a Economia Política visa a enriquecer tanto o povo quanto o soberano. (SMITH, 1996a, p. 413).

Se o propósito do sistema mercantilista e do liberal era o mesmo, os meios para tanto não. No sistema mercantilista a acumulação de riqueza é importante para fundamentar o poder do Estado, enquanto para o sistema liberal é valiosa para o indivíduo. A semelhança de propósitos entre os dois sistemas de pensamento econômico levou a formulação de questões semelhantes. O que fazer para fortalecer o Estado? Como impulsionar o seu florescimento e o bem-estar? Quais são os determinantes de prosperidade e decadência de um Estado? Mas para estas perguntas os pensadores mercantilistas e liberais tinham respostas totalmente distintas (HECKSCHER, 1943).

Gustav Schmoller muito bem apontou as principais estratégias mercantilistas para o aumento da riqueza e o fortalecimento do Estado.

> As características gerais [...] são muito bem conhecidas. Dificuldades foram colocadas no caminho da importação de bens manufaturados, e a sua produção e exportação foram favorecidas pela proibição da exportação de matérias-primas, por recompensas a exportação, e por tratados comerciais. Incentivo foi dado para o transporte nacional, à pesca e ao comércio de cabotagem, restringindo ou proibindo a concorrência estrangeira. (SCHMOLLER, 1960, p. 58).

Os pensadores mercantilistas viam nestas medidas o meio para se lograr a modernidade. Do século XV ao XVII muitos europeus experimentaram um processo de fortalecimento do sentimento local e da tradição. As forças sociais e econômicas foram consolidadas, instituições jurídicas e econômicas foram criadas em todo o território, tranformando sociedades fragmentadas em economias nacionais. (PINCUS, 2012).

> Os séculos XVII e XVIII nos parece momento do nascimento dos Estados modernos e das modernas economias nacionais, e, portanto, pode ter sido, necessariamente, caracterizado por uma política comercial nacional egoísta

> de um tipo duro e rude. Se tal política foi corretamente dirigida em detalhes dependia da informação e sagacidade dos personagens que dirigiam o Estado; se era para ser justificada como um todo, seja como um todo se ela tivesse probabilidade de sucesso, que dependia, então como sempre, da questão de saber se era acompanhada a um grande movimento da corrente da vida economica nacional. (SCHMOLLER, 1960, p. 78).

Os defensores da doutrina liberal argumentaram que o mercantilismo foi um sistema econômico ineficiente. De opinião contrária, a Escola Histórica Alemã a enxergou como um sistema adequado e necessário ao processo de consolidação do Estado nacional. A Inglaterra, por exemplo, apesar de ser, para os liberais, o mais importante ícone do liberalismo econômico também se valeu das práticas mercantilistas para impulsionar suas forças produtivas. Desde Adam Smith, tornou-se corriqueiro condenar a política mercantilista, mas é possível perceber que ela é justificável pela notável evolução do poder do Estado nacional durante o período que ela durou. Com o mercantilismo, por exemplo, a Inglaterra ultrapassou a Holanda e depois levantou um império no leste e oeste sobre as ruínas da França. Como prova de sua eficácia, a estratégia de promover o progresso econômico por intermédio da intervenção estatal foi mantida até o tempo de Adam Smith (CUNNINGHAM, 1897).

O quadro 1 oferece uma boa síntese das principais práticas do sistema mercantilista para aumentar riqueza e poder de uma nação.

Quadro 1 - Síntese dos instrumentos mercantilistas ao fortalecimento das forças produtivas

NOVE REGRAS DE POLÍTICA ECONÔMICA NO PERÍODO MERCANTILISTA
1. Pleno emprego de fatores de produção;
2. Matéria-prima nacional orientada para indústria nacional;
3. Estímulo ao aumento da população economicamente ativa;
4. Proibição da exportação de metais preciosos;
5. Restrição à importação;
6. Encorajar o *barter trade*[25]*;*
7. Importação focada em matérias-primas para o processamento no país;
8. Estímulo ao escoamento do excedente de produção ao mercado externo;
9. Proibir a importação de bens que são produzidos no país.

Fonte: Adaptado de Gonçalves, 2012, p. 642.

Em *Austria over all if she only will*, Philipp Von Hornick (1684) delineou o arcabouço do sistema protecionista composto por nove regras para o Estado seguir e fortalecer suas forças produtivas, aumentar a competitividade externa e fortalecer o seu balanço de pagamentos. Primeira regra, assegurar que toda área de terra agricultável fosse ocupada. Adaptar todo tipo de planta que fosse útil à produção agrícola, e acima de tudo não poupar

[25] É uma troca direta, não há um terceiro elemento (moeda) envolvido na transação entre dois participantes (CHAPMAN, 1980). Ele é um sistema de troca que dispensa o uso de moeda, por isso menos eficiente.

esforços para descobrir reservas de ouro e prata. Segunda regra, todos os produtos em estado bruto devem ser transformados no interior do próprio país, já que o preço deles excederá o da matéria-prima que lhe deu origem em várias vezes. Tal negligência é imperdoável ao gestor prudente (HORNICK, 1684).

Terceira regra, a efetivação das regras anteriores demandava o aumento da força de trabalho à produção e transformação das matérias-primas em produtos acabados. Então, a população deveria ser tão grande quanto a nação suportasse. As pessoas deveriam ser incentivadas a trocar o ócio por profissões rentáveis. Incentivar todo tipo de invenção, artes e comércio, e se instrutores fossem necessários deveriam ser trazidos do exterior. Quarta regra, o ouro e a prata de uma nação, obtido em suas próprias minas ou com o comércio exterior, sob nenhuma circunstância deveriam ser enviados ao exterior. Os metais preciosos não deveriam ser entesourados, mas colocados em circulação. Observadas estas recomendações, seria impossível que uma nação que tivesse alcançado um determinado nível de reservas de metais preciosos se tornasse pobre (HORNICK, 1684).

Quinta regra, a população de uma nação deveria se esforçar o máximo possível para sobreviver apenas com bens produzidos no interior da própria nação, mantendo-se o mais distante possível do consumo dos produtos de luxo importados. A importação seria recomendada exceto para bens de grande necessidade, como, por exemplo, a pimenta oriunda da Índia. Sexta regra, para o caso da importação de bens indispensáveis, o pagamento não deveria ser com metais preciosos, mas com mercadorias produzidas no interior do país (*barter trade*). Sétima regra, as mercadorias estrangeiras deveriam ser importadas sob a forma inacabada (matérias-primas), sua transformação no interior do país geraria ganhos com salário. Oitava regra, a exportação do excedente de produção de bens supérfluos deveria ser procurada a todo custo. Nona regra, exceto para mercadorias indispensáveis, a importação de mercadorias já produzidas no interior da nação deveria ser proibida (HORNICK, 1684).

O esforço de Philipp Von Hornick tem o mérito de reunir um conjunto de políticas orientadas à mudança nas forças produtivas, que aumentou o poder e a riqueza do Estado. É verdade que o pensamento mercantilista realmente fez observações empíricas, porém não tinha o status de uma teoria geral da economia (MYRDAL, 1986). Max Weber, ao abordar o tema, considerou-o como fruto do Estado racional moderno. Segundo ele, “o primeiro vestígio de uma política econômica racional, por parte do príncipe, encontra-se no século XIV, na Inglaterra, isto é, aquela que desde Adam Smith, se conhece sob a denominação de mercantilismo” (1968, p. 304). É surpreendente que tais políticas, tão veementemente

condenadas pela doutrina liberal, contribuíram para impulsionar a construção do Estado moderno inglês, "curiosamente" isto foi ocorrer na futura nação berço do liberalismo. Nesse sentido, a história econômica é companheira daqueles que não se entregam à análise parcial dos fatos. Antes do mercantilismo havia, para Max Weber dois tipos de políticas econômicas: política fiscal e a política de assistência (WEBER, 1968). Então, coube ao Estado racional, já na era moderna, forjar um conjunto de políticas econômicas compromissadas com o fortalecimento do Estado nação e com as forças produtivas nacionais.

As nove regras de política econômica propostas por Philipp Von Hornick possuem semelhanças com muitas das principais políticas econômicas contemporâneas. Contudo, a pesquisa não tem nenhuma pretensão de estabelecer qualquer relação de causalidade entre elas. A comparação tem sim, o propósito de enfatizar a importância do Estado, já naquela época, à formulação e execução de políticas estratégicas à transformação do Estado e das forças produtivas. Por exemplo, é possível associar a primeira regra de Philipp Von Hornick com o princípio da demanda efetiva (simultaneamente desenvolvido por John Maynard Keynes e Michael Kalecki), que abalou profundamente os pilares do pensamento liberal nos anos 1930, e continua incentivando debates na academia sobre qual é o papel do Estado, sua capacidade de prevenção, de gestão e de manutenção do bem-estar de uma nação. A segunda e a sétima regra podem ser associadas à teoria da deterioração dos termos de troca[26] (originalmente desenvolvida por Raul Prebisch e Hans Singer), que mostra a relação desfavorável do preço das exportações das nações em desenvolvimento com o preço das importações das nações em desenvolvimento; daí a preocupação com a agregação de valor à produção de bens e serviços produzidos pelas nações em desenvolvimento para melhorar os termos de troca no comércio internacional.

Ademais, a terceira, sétima e nona regras alinham-se com as formulações de políticas econômicas à aceleração da industrialização em economias de capitalismo tardio e a mudança na estrutura produtiva, requerendo um processo de modernização tecnológica, uma mudança no comportamento empresarial e da força de trabalho. Visto desta perspectiva, são inegáveis as similitudes das proposições mercantilistas de políticas econômicas para o fortalecimento do

[26] Bilge (2011) oferece uma boa síntese sobre as razões à deterioração dos termos de troca: i) menor elasticidade-renda da demanda dos produtos primários em relação aos produtos de maior conteúdo tecnológico (conhecida como a Lei de Engels); ii) menor elasticidade-preço da demanda dos produtos primários; pelas duas primeiras razões, o crescimento da renda faria com que a demanda por produtos primários aumentasse a um ritmo menor que a dos produtos de maior conteúdo tecnológico; iii) a substituição de produtos primários por produtos sintéticos como insumos na fabricação de bens contribui para reduzir a demanda por produtos primários; iv) baixas barreiras à entrada de novos competidores no mercado internacional de produtos primários pressionavam para baixo as margens de lucro destes produtos.

Estado nacional (via mudança na sua capacidade produtiva) com as formulações contemporâneas de política econômicas para transformar a estrutura produtiva de uma nação. Por isso, as políticas econômicas mercantilistas, se comparadas aos ditames da ortodoxia econômica, podem ser consideradas hereges, o germe do nacionalismo econômico e das políticas contemporâneas de promoção das forças produtivas - heterodoxia econômica.

Por outro lado, ignorando o papel desempenhado pelo Estado na transformação das forças produtivas de uma nação, Adam Smith e outros economistas membros da ortodoxia econômica, por exemplo, atribuíram o desenvolvimento industrial da Inglaterra à mudança tecnológica impulsionada pela revolução industrial e a política livre cambista. Mas, será que o Estado inglês não contribui com o processo? Será que a grande transformação estrutural das forças produtivas na Inglaterra é fruto isolado da instituição mercado? A história econômica é excelente remédio para tal inquietação. O passado não pode ser alterado, mas, sim, pode ser revisitado para esclarecer dúvidas em tempo presente, e, quiçá ajudar a reduzir as incertezas sobre o futuro.

1.3.1.2 Berço do *laissez-faire*: Grã Bretanha, ação pública e transformação industrial

A Grã-Bretanha foi a primeira nação em que o Estado esteve deliberadamente comprometido com a transformação das forças produtivas domésticas. Ele, Estado, lançou mão de diversas medidas econômicas de natureza mercantilistas para fomentar o desenvolvimento da capacidade tecnológica da indústria doméstica, na contramão do que, mais tarde, seria propugnado por Adam Smith - doutrina do *laissez-faire.*

Até o início do século XVII, a Inglaterra era uma economia relativamente atrasada, que buscava incorporar tecnologia pela importação de força de trabalho qualificado. Da Alemanha trouxeram mineiros, da Holanda engenheiros especializados em dragagens, da França engenheiros civis e arquitetos, de Liége (atual Bélgica) fabricantes de parafusos. A revogação do Edito de Nantes acelerou o fluxo de empreendedores e artesãos da França à Inglaterra, os quais contribuíram ao desenvolvimento da força produtiva inglesa na fabricação de bens de luxo de alta qualidade: vidro, seda, relógios, além das finanças. Não é crível que todo este esforço de incorporação tecnológica não tenha contribuído ao desenvolvimento das forças produtivas e à revolução industrial inglesa (KINDLEBERGER, 1996), assim como é impensável supor que este esforço seja executado exclusivamente pela instituição mercado.

Na prática, o esforço de industrialização inglês, impulsionado pelo Estado, inicia-se com a indústria de tecelagem de lã. William James Ashley ofereceu uma boa visão da dimensão estratégica desta indústria à Inglaterra.

> A história da lã e do tecido inglês tem um duplo interesse: ela explica a origem da riqueza da Inglaterra, e ilustra, com clareza peculiar, o desenvolvimento da indústria. No fim da idade média a lã era o artigo mais importante de exportação da Inglaterra, um artigo que o país praticamente desfrutava de monopólio, de modo que seu controle era uma arma poderosa de diplomacia, e a sua tributação era um recurso fácil para os nossos reis. (ASHLEY, p. 13, 1887)

A política comercial foi um importante instrumento de fomento a tal indústria. A Inglaterra, berço da ortodoxia econômica, nem sempre foi defensora e praticante do *laissez-faire*. O processo de industrialização foi impulsionado pela política de aumento das restrições tarifárias às importações adotadas por Elizabeth I (1553-1603), continuada por James I (1603-1625) e Carlos I (1625-1649) (SHAFAEDDIN, 2000). Até 1690, o sistema aduaneiro sofreu poucas alterações, foi desenhado principalmente para fins de arrecadação, mas também proibia a importação de uma grande variedade de produtos manufaturados. Por exemplo, o estatuto de 1464 baniu a importação de bolas de tênis, cintos, coturnos, frigideiras e anéis de cobre. Em 1563, outro regulamento acrescentou à lista de produtos proibidos de importação punhais, chicote de fios, alfinetes e outros acessórios que facilitavam o cotidiano dos indivíduos. Mas, a medida de política comercial mais importante, sem dúvida, foi o regulamento de 1337 de Eduardo III proibindo a importação de tecidos de lã (DAVIS, 1966). Ele, para dar exemplo e incentivar a industrialização, usava apenas tecidos produzidos pela indústria inglesa. Com o apoio de sua rainha, trouxe tecelões dos Flandres que se estabeleceram em Norwich e Londres, além de impor severo controle sobre as exportações de lã (DAVIES, 2000).

Henrique VII (1457-1509) e Elizabeth I, membros da dinastia Tudor, também contribuíram para impulsionar a indústria de tecido de lã inglesa. Henrique VII, impressionado com a prosperidade dos Países Baixos (sustentada principalmente pela manufatura de lã), incentivou a contratação de mão-de-obra especializada dos Países Baixos, e aumentou as tarifas e até mesmo proibiu a exportação de lã. Em decorrência do hiato tecnológico entre a Inglaterra e Países Baixos o soberano adotou uma política tarifária gradualista sobre a exportação de lã, apenas elevando-a de forma proporcional ao desenvolvimento da indústria doméstica (CHANG, 2004). É evidente que, durante o regime de Henrique VII, o Estado esteve a serviço do desenvolvimento industrial do país.

A indústria têxtil de lã inglesa, mesmo considerando o apoio concedido por Henrique VII, só foi alcançar a competitividade internacional no reinado de Elizabeth I. Tanto que ela proibiu a exportação de lã bruta, levando a indústria concorrente nos Países Baixos à ruína. Ademais, a soberana também orquestrou outras ações estratégias para fomentar o desenvolvimento do setor: (i) impulsionar a conquista de novos mercados pelo envio de missões comerciais ao papa e aos imperadores da Rússia, da Mongólia e da Pérsia; (ii) investir maciçamente para consolidar a supremacia naval e viabilizar a entrada de novos mercados (CHANG, 2004). Estas ações evidenciam uma ação estratégica do Estado britânico que, não se contentando em ser apenas uma fornecedora de lã, lançou esforços para desenvolver a produção de tecidos. Como resultado, a indústria têxtil de lã tornou-se a base da riqueza da Inglaterra, que, no fim do século XVII, já representava 2/3 das exportações inglesas (ASHLEY, 1887).

O governo bretão aumentou a tarifa sobre a exportação de lã para aumentar o custo de produção das manufaturas que dependiam da sua importação. Também usou incentivos fiscais para viabilizar a competitividade da indústria doméstica de processamento de lã. Ademais, atraiu artesãos especializados e empresários estrangeiros (especialmente dos Países Baixos e Itália) para melhorar a aprendizagem doméstica e estimular a capacidade tecnológica da manufatura doméstica (PERES; PRIMI, 2009).

Porém, as medidas econômicas mais importantes à transformação das forças produtivas na Grã-Bretanha foram orquestradas por Robert Walpole, primeiro premiê britânico, no reinado Jorge I (1714-1727). Ele reformulou a política comercial, com forte transbordaemento sobre a atividade manufatureira (CHANG, 2009). Em discurso na abertura do parlamento, em dezenove de outubro de 1721, o rei Jorge I esboçou sua estratégia de política comercial.

> É muito óbvio que nada deveria conduzir à obtenção do bem público, que a exportação de nossas próprias manufaturas e a importação de *commodities* para produzí-las [...]; por meio destas medidas, o saldo da balança comercial pode ser preservado a nosso favor, nossa navegação aumentará grandemente, e empregará grande número de nossos pobres. (JORGE I *apud* BRISCO, 1907, p. 130).

A execução desta estratégia pelo governo permitiu: o aumento das exportações, o apoio à indústria manufatureira; a geração de empregos para um grande número de trabalhadores e a geração de superávits comerciais. Como resultado, a política mercantilista contribuiu para o fortalecimento do poder nacional da Grã-Bretanha. Era, portanto, natural que ela procurasse o caminho das exportações para obtenção de riqueza. Para isso, Robert Walpole reformulou o arranjo tarifário para que toda a indústria britânica, com algumas exceções, exportasse livre de

impostos. Este foi o primeiro grande passo em direção ao desenvolvimento industrial britânico (BRISCO, 1907).

A reforma promovida por Robert Walpole perseguia dois objetivos nítidos: impulsionar a manufatura doméstica e as exportações desta indústria. As principais medidas foram: (i) reduzir ou eliminar impostos sobre as matérias-primas importadas utilizadas pela indústria doméstica; (ii) reembolso de tarifas (*drawback)* para exportação de matérias-primas e manufaturas exportadas para aumentar a competitividade internacional delas; (iii) elevação de tarifas sobre as manufaturas importadas; (iv) expansão dos subsídios à exportação de novos produtos (como, por exemplo, seda e pólvora); (v) introdução de regulação para controlar a qualidade das manufaturas, principalmente têxtil, e consolidar a imagem dos produtos britânicos na mercado internacional (CHANG, 2004).

Com essas medidas, o interesse pela manufatura doméstica foi aumentando e a competitividade externa também. Como a estratégia era fortalecer o superávit comercial, políticas de Estado da Grã-Bretanha foram tomadas para apoiar a manufatura. Ela, a partir de 1721, entrou na fase mercantilista industrial. Vantagens foram oferecidas à manufatura para tornar o seu custo de produção o mais baixo possível; ela também teve que ser protegida (aumento das tarifas) da concorrência internacional de produtos similares. A exportação de manufaturas foi desonerada e incentivos à produção doméstica foram adotados (BRISCO, 1907).

Na prática, a Grã-Bretanha, no século XVIII, assistiu a um forte estreitamento da parceria Estado-mercado para transformação das forças produtivas e do próprio poder do Estado nacional. Apenas um Estado forte é capaz de selecionar atividade e adotar medidas políticas para incentivar a especialização produtiva e o desenvolvimento de sua capacidade tecnológica. Com isso, o Estado britânico assumiu um papel muito além da função clássica do Estado lockeano. Ele, na prática, também passou a comprometer-se com a transformação econômica da nação inglesa.

Mas, de fato, quando é que a Grã-Bretanha tornou-se uma nação livre cambista? O debate político entre livres cambistas e protecionistas se iniciou após o término da guerra contra a França. A aristocracia inglesa votou por uma nova *Corn Law*[27] para proteger os produtores domésticos de cereais da concorrência externa. Em 1815, a legislação restringiu a

[27] A *Corn Law* sempre foi um instrumento de política comercial (tarifa sobre importação) por muito utilizada pelos países europeus para enfrentar o dilema: proteção à agricultura doméstica *versus* política de preservação da estabilidade contra choque de preços de alimentos, cuja importação é um eficiente amortecedor. Na Inglaterra, por exemplo, a primeira lei deste tipo data de 1436 (BAIROCH, 1995).

importação de trigo, contrariando interesses da indústria manufatureira que buscava expandir as exportações pela combinação: especialização na produção de tecidos de algodão e baixos salários[28]. Entretanto, o avanço no processo de industrialização provocou uma mudança estrutural na composição setorial e na correlação de forças na Inglaterra. Em 1810, a agricultura ainda superava a manufatura como principal setor de atividade econômica. Porém na década de 1840 a produção do setor manufatureiro já excedia em 60% a produção agrícola. Na medida em que o setor manufatureiro foi assumindo a preponderância econômica, o liberalismo econômico foi ganhando força na Inglaterra. Quando a manufatura inglesa conquistou a supremacia tecnológica, a lógica subsequente foi o setor manufatureiro defender o *laissez-faire* como motor da transformação econômica. Com isso, a *Corn Law* foi abolida em 1846 (BAIROCH, 1995).

Numa interpretação convencional (ortodoxa), a abolição da *Corn Law* representou um choque de interesses das classes industrial e comercial em ascensão contra a velha ordem agrícola (LAWSON-TANCRED, 1960). Entretanto, *The Reform Act*[29] (1832) já havia precipitado a disputa, transferindo poder da aristocracia à burguesia industrial e à cidade. A mudança política resultou também numa inexorável transformação da política comercial que até então favorecia os interesses econômicos dos produtores agrícolas em detrimento da indústria manufatureira. Com isso, o liberalismo econômico ganhou força na Inglaterra. A ascensão da burguesia industrial se converteu em pressão política por liberalização comercial para aumentar seus lucros - importação de matérias-primas baratas e a exportação de produtos acabados a preços mais elevados. Após atingir maturidade tecnológica, a indústria manufatureira da Grã-Bretanha pôde inclusive relaxar a proibição da exportação de máquinas e a imigração de artesãos especializados - política estratégica à manutenção do monopólio da indústria manufatureira britânica (KINDLEBERGER, 1975).

> Essa proibição era desnecessária [...] pela incapacidade dos estrangeiros, mesmo com máquinas inglesas e operários ingleses, de rivalizar com os fabricantes ingleses. A Grã-Bretanha tinha minérios, ferrovias, canais, rios, melhor divisão do trabalho, 'operários treinados habituados a todos os empregos industriais'. 'Mesmo quando os belgas empregavam máquinas Inglesas e trabalhadores qualificados, eles não conseguiram importar o

[28] O preço dos alimentos afetava pesadamente o salário real e o custo de produção da indústria manufatureira, que defendia a livre importação para estabilizar os preços dos alimentos e seus custos de produção.

[29] Reforma parlamentar do sistema eleitoral ampliando o número de eleitores ingleses. Na prática, a mudança no sistema política eliminou o monopólio da aristocracia e abriu as portas do Parlamento à burguesia industrial. O proletariado e a pequena burguesia permaneceram pouco representados porque, segundo o novo sistema censitário, só tinham direito a voto aqueles que pagavam pelo menos 10 libras de impostos por ano (ENGELS, 2008). A reforma introduzida pelo critério de renda aumentou o eleitorado de 2,5% para 3,6% do total da população (SANTOS, 1998). Ademais, a reforma política também permitiu o direito de voto aos pequenos proprietários de terras e comerciantes, foi uma vitória da classe média (POLANYI, 2000).

> espírito da empresa inglesa, assegurando apenas resultados decepcionantes [...]. (KINDLEBERGER, 1975, p. 29).

Numa interpretação não convencional (heterodoxa), as transformações políticas dos anos 1830 são explicadas pela emergência do debate ideológico, com a Grã-Bretanha mergulhando numa ardente cruzada em defesa do *laissez-faire.* Nos anos 1850 o movimento já havia se espraiado pela Europa mais por motivos ideológicos do que econômicos. Manchester e os economistas políticos da Escola de Manchester[30] persuadiram a Grã-Bretanha, que, por sua vez, persuadiu a Europa em direção ao liberalismo econômico (KINDLEBERGER, 1975).

A luta entre os conservadores (aristocracia) e os liberais (burguesia industrial) fez surgir a *Anti-Corn Law League,* o primeiro grupo de pressão política nacional da Grã-Bretanha. Ele começou suas atividades em Londres no ano de 1836 com o nome *Anti-Corn Law Association* (A liga da máquina); em 1838 já havia fundado sua sede em Manchester, a primeira cidade industrial inglesa. Foi idealizada para defender os interesses das classes industrial e comercial, e tinha como principal objetivo combater as tarifas sobre importação de alimentos. Seus principais líderes foram Richard Cobden e Jonh Bright, ambos oriundos da indústria têxtil de algodão. A liga foi o mais poderoso grupo de pressão política do século XIX, sua cruzada forneceu o subsídio à revogação da *Corn Law* em 1846 (SCHONHARDT-BAILEY, 1996).

A liga aproveitou o vácuo deixado pelos partidos políticos para empregar uma ousada estratégia operacional, combinando maciço esforço de propaganda em escala nacional com uma campanha de registro eleitoral. Após derrota nas eleições de 1841 seu interesse voltou-se à defesa do livre comércio. A sua estratégia foi muito agressiva: manipular registro de eleitores - adicionando eleitores de viés livre cambista e excluindo os de viés protecionista; espalhar agentes de propaganda por todo país que também alimentavam o seu quartel general com informações - a liga conseguiu mapear a situação eleitoral de toda Inglaterra. Além disso, a liga não queria criar apenas uma rede nacional defensora do livre comércio. Em sua cruzada ideológica, a liga espraiou os valores da Escola de Manchester, uma profissão de fé no credo liberal, que ultrapassou as fronteiras da Inglaterra (SCHONHARDT-BAILEY, 1998).

O resultado da cruzada ideológica não tardou. A Grã-Bretanha logo começou costurar acordos comerciais com países do continente europeu para reduzir o protecionismo. O mais importante dentre todos eles foi o Tratado Cobden-Chevalier celebrado entre a Grã-Bretanha

[30] Os principais teóricos da Escola de Manchester foram Richard Cobden e John Bright, os quais começaram a defender o livre comércio baseando-se nas contribuições teóricas de Adam Smith, David Hume e Jean-Baptiste Say.

e a França (1860), em que cada parte comprometeu-se em reduzir o nível de proteção tarifária em relação ao outro. Em consequência, ocorreu uma substituição de exportadores de terceiros países para o mercado francês em decorrência da perda de competitividade pelo tratamento desigual destes países. Assim, por exemplo, pelo acordo franco-britânico, o imposto sobre ferramentas de corte passou para 18 francos por cada 100 quilos, enquanto que os demais países era de 160 francos. Além disso, ele foi o precursor de semelhantes acordos bilaterais na abertura comercial pela Europa. Num intervalo de 15 anos foram celebrados 56 tratados bilaterais de comércio (LAZER, 1999). Com o espetacular desenvolvimento das forças produtivas britânicas no século XIX, a ideologia liberal era essencial à ampliação do mercado internacional e a realização da sua capacidade de produção.

Contudo, a liderança tecnológica britânica não fora apenas obra da instituição mercado, que, conforme crença do credo liberal, se deixado livremente seria capaz de transformar as forças produtivas. A contribuição do Estado foi decisiva à construção da supremacia industrial. Ele, por meio de diversos instrumentos de intervenção, alçou a Inglaterra à condição de potência industrial do século XIX.

> Não havia nada natural em relação ao laissez-faire; os mercados livres jamais poderiam funcionar deixando apenas que as coisas seguissem o seu curso. Assim como as manufaturas de algodão - a indústria mais importante do livre comércio - foram criadas com a ação de tarifas protetoras, de exportações subvencionadas e de subsídios indiretos dos salários, o próprio laissez-faire foi imposto pelo Estado. (POLANY, 2000, p. 170).

O desenvolvimento industrial britânico remonta o século XIV quando o Estado, usando medidas mercantilistas, passou a controlar e supervisionar o processo de construção de competência tecnológica na indústria têxtil de lã. Contudo, a supremacia industrial só se consolidou bem mais tarde, no século XIX. Diante do exposto, cabe indagar se a Inglaterra teria alcançado tal estágio de desenvolvimento das forças produtivas se o Estado inglês tivesse assumido uma postura clássica: guerrear e garantir a ordem interna? À luz da história, não parece plausível que a instituição mercado sozinha fosse capaz de impulsionar a transformação das forças produtivas como no caso inglês. O sucesso do desenvolvimento industrial britânico está intimamente ligado ao ativismo da ação econômica do Estado britânico, que por um lado soube proteger o setor manufatureiro doméstico contra a competição externa, e, por outro, após ter consolidado a supremacia no setor manufatureiro, soube usar a retórica do *laissez-faire* para aproveitar sua maior competitividade no mercado internacional. Charles Kindlbeberger retrata a estratégia da seguinte forma: “O livre comércio é a hipocrisia do interesse de exportação, um dispositivo inteligente do alpinista que chuta a

escada para longe quando ele alcançou o ápice da grandeza". (KINDLEBERGER, 1975, p. 35).

A luz da história, não nos parece que o livre comércio seja um instrumento de política econômica recomendável a qualquer país e para qualquer situação econômica. Ele não é elixir milagroso com propriedades terapêuticas capaz de resolver todos os problemas econômicos de países cujas forças produtivas estão em diferentes estágios de desenvolvimento. É bastante óbvio que muitos países não têm os mesmos meios (economias de escala, diferenciação de produtos, competência tecnológica materializável em pesquisa e desenvolvimento) para competir em condições de igualdade com países que estão na vanguarda tecnológica. Portanto, e, por isso, que o Estado é um agente econômico fundamental para encabeçar ações estratégicas para reduzir o hiato de desenvolvimento econômico entre as nações. O livre comércio é um processo assimétrico que gera ganhadores e perdedores, e aprofunda as já existentes desigualdades das estruturas produtivas entre países.

A análise em perspectiva histórica também evidencia o uso da retórica livre cambista como uma estratégia oportunista e hipócrita de "chutar a escada" quando a nação alcançou o topo da competitividade internacional. Para ela, a estratégia mostra-se mutuamente benéfica: (i) dificulta os países que não tenham uma estratégica deliberada de transformação de suas forças produtivas - impede-as de alcançar um lugar seleto na competitividade internacional; (ii) permite a acumulação de capital em condições mais vantajosas - troca de produtos de baixa agregação de valor por de maior valor agregado. De modo pragmático, a Grã-Bretanha, porta-voz do liberalismo quando lhe era apropriado, recorreu ao protecionismo para se defender da competição internacional, porém, é claro, sem alarde. Para tanto, o Estado foi chamado para tomar providências, e medidas foram tomadas.

> [A reforma era apropriada] para três objetivos: para aumentar a renda (a fim de financiar políticas sociais); para dar maior proteção à indústria; e para modelar um sistema preferencial em benefício do Império. Este discurso de longo alcance teve grande impacto e foi seguido por outros, dando mais detalhes sobre o que se tornar a doutrina da [Liga pela Reforma Tarifária]. (BAIROCH, 1995, p. 27-8)

Com isso, a análise em perspectiva histórica do desenvolvimento das forças produtivas na Grã-Bretanha evidencia duas questões importantes: (i) nega que o desenvolvimento das forças produtivas seja apenas mera obra do mercado, uma vez que o governo exerceu papel fundamental no processo de fomentar as forças produtivas domésticas: incentivar a imigração de mão de obra especializada em setores chaves e proteção à concorrência internacional; (ii) mostra que o país que quiser criar, desenvolver ou conservar segmentos econômicos

estratégicos deverá contar com o apoio do Estado, ao invés de acreditar na promessa da retórica liberal.

1.3.1.3 Alexander Hamilton: florescimento da manufatura nos Estados Unidos e a paternidade da tese da indústria infante

Os Estados Unidos é atualmente o ícone da ortodoxia econômica, e o principal responsável pela continuidade do espraiamento das ideias liberais pelo mundo. Contudo, eles nem sempre empregaram a cantilena livre cambista. Eles já foram chamados de a "pátria-mãe e o baluarte do protecionismo moderno" (BAIROCH, 1995, p. 30). Este país foi o pioneiro na prescrição de políticas públicas para viabilizar o surgimento e a consolidação de setores industriais.

A tese da indústria infante foi uma reação natural ao atraso industrial dos principais países europeus e dos Estados Unidos em relação a manufatura britânica. Na historiografia, a gênese desta abordagem é atribuída a Alexander Hamilton. Nascido em Charlestown (1757), ilha antilhana de Saint Nevis, Hamilton foi incorporado ao destino dos Estados Unidos ao participar, como ajudante-de-ordem de George Washington, da guerra da independência norte-americana. Após assumir a presidência da república, Washington o nomeou para o cargo de secretário do tesouro de seu governo. Neste posto divulgou, quiçá, a sua maior contribuição para o desenvolvimento econômico dos Estados Unidos, o "Relatório sobre as manufaturas"[31], de 1791, com o qual iniciou o debate sobre o emprego do protecionismo como instrumento de política comercial para o fortalecimento do setor manufatureiro daquele país (SOBRINHO, 1995). Hamilton, desde cedo, compreendeu que a soberania política dos Estados Unidos não poderia ser mantida sem a soberania econômica - a transição da sociedade agrário-exportadora para uma sociedade industrial.

Com isso, Hamilton trouxe à baila a relevância do emprego do protecionismo como política de Estado[32] para fomentar a indústria infante nacional *vis-à-vis* as importações inglesas. Não é exagerado inferir que eles foram a terra mãe da proteção à indústria nacional como política econômica para transformação das forças produtivas domésticas. Com isso, os

[31] Em sintonia com Hamilton (1995), a palavra manufatura é empregada neste trabalho na mesma acepção de sua época, é utilizada para designar os diversos ramos da atividade produtiva industrial.
[32] Além da preocupação com o desenvolvimento das forças produtivas do país, Hamilton também organizou as finanças públicas do país. Ele desenvolveu os fundamentos da dívida pública nacional, os meios para financiá-la, bem com criou a figura do banco central para disciplinar o mercado monetário.

Estados Unidos transformaram-se na primeira escola moderna de pensamento protecionista (SHAFAEDDIN, 2000).

Alexander Hamilton, ao apresentar o Relatório sobre as manufaturas (5 de dezembro de 1791), colocou em pauta a discussão sobre a conveniência de incentivar o desenvolvimento das manufaturas. O relatório atacou com veemência a então influente doutrina fisiocrata francesa de que a agricultura era a melhor fonte de riqueza, o ramo mais benéfico e produtivo da engenhosidade humana. No caso dos Estados Unidos, este argumento ganhou contornos mais fortes ainda pela extensão de seu território fértil, virgem e inabitado. Com tamanha dotação de recursos[33], nenhuma outra atividade econômica poderia ser tão vantajosa ao emprego do capital e do trabalho quanto a conversão dos mesmos em terras agricultáveis. Por isso, a política de fomentar a atividade manufatureira com o intuito de acelerar o crescimento econômico resultaria num desvio forçado e artificial do curso natural da atividade econômica (HAMILTON, 1995).

Alexander Hamilton retrata a questão da seguinte forma:

> Na verdade, dificilmente, algum dia será prudente que um governo tente determinar um rumo para a indústria de seus cidadãos. Esta, se for deixada em liberdade, sob a vigilante direção do interesse privado, inevitavelmente encontrará o seu próprio caminho rumo ao seu emprego mais lucrativo; e é mediante este emprego que se fomentará mais eficazmente a prosperidade pública. Portanto, deixar em paz a indústria é, em quase todos os casos, a política mais adequada, bem como a mais simples. (HAMILTON, 1995, p. 33).

Ademais, para os defensores da fisiocracia, existiam outros obstáculos ao florescimento da indústria norte-americana: (i) população reduzida em proporção ao seu vasto território; (ii) emigração das áreas mais povoadas às menos povoadas; (iii) facilidade de deslocamento da força de trabalho da manufatura - menos eficiente - ao trabalho agrícola[34] mais eficiente; (iv) escassez de poupança para investimentos; (v) baixa escala de produção da manufatura norte-americana comparada à europeia (HAMILTON, 1995). De acordo com esta doutrina de pensamento, os itens i, ii e iii arrolados por Alexander Hamilton levariam uma desvantagem econômica pela escassez de mão-de-obra para ocupação à atividade manufatureira e consequente aumento geral dos salários. Já os itens iv e v pressionavam negativamente a

[33] É possível perceber neste argumento uma forte sintonia com o princípio da vantagem absoluta formulado inicialmente por Adam Smith, e posteriormente ampliado por David Ricardo, chamando-o de princípio de vantagem comparativa.

[34] Na visão dos contrários à atividade industrial, o trabalho aplicado na agricultura é capaz de gerar receitas para cobrir os custos inerentes ao processo de produção e ainda gerar um rendimento adicional de renda ao proprietário da terra.

competitividade da atividade manufatureira pelo lado do capital, seja sob a forma financeira ou produtiva.

Na contramão dos interesses agrícolas, Alexander Hamilton não aceitava a visão unívoca da agricultura como fonte de prosperidade econômica. Ele aceitava que o cultivo da terra tinha um papel primordial na sociedade: garantir o abastecimento e a subsistência nacional. Entretanto, o secretário do tesouro, em seu tempo, já enxergava as limitações da expansão da produção e da renda de uma sociedade puxado exclusivamente pela agricultura. Ao comparar as especificidades dos dois ramos de atividades econômicas, Alexander Hamilton se pronunciou da seguinte forma:

> [...] o trabalho empregado na agricultura, é, em grande parte, periódico e ocasional, dependente das estações do ano, sujeito a diversas e prolongadas interrupções, ao passo que trabalho empregado em muitas manufaturas é constante e regular ao longo de todo ano, abarcando em alguns casos tanto o dia como a noite. [...] pode-se ter como certo que as manufaturas abrem à aplicação do engenho humano um campo mais amplo do que agricultura, não será difícil concluir que o trabalho empregado nas manufaturas, sendo, por sua vez, mais constante, uniforme e engenhoso do que o empregado na agricultura, é também mais produtivo. (HAMILTON, 1995, p. 38-9).

Contudo, Hamilton não pretendeu demonstrar a superioridade produtiva da indústria manufatureira sobre a agrícola, pois as informações disponíveis não permitiam uma posição definitiva sobre qual ramo de atividade econômica era mais produtivo. Ele apenas pretendeu enfatizar que ambos incrementavam a produção e a renda da sociedade, logo a atividade da indústria manufatureira contribuía para que o rendimento total da sociedade fosse maior do que seria sem ela (HAMILTON, 1995).

O hiato no estágio de desenvolvimento das forças produtivas das nações certamente influenciou nas formulações estratégicas de Hamilton para o desenvolvimento econômico dos Estados Unidos no final do século XVIII. O elemento central da sua estratégia era a substituição de importações por intermédio da proteção à indústria nascente - amparado na premissa de que a concorrência estrangeira impedia o florescimento da indústria doméstica e, portanto, o desenvolvimento econômico da nação. (GONÇALVES, 2012).

> A superioridade já desfrutada por algumas nações que lograram aperfeiçoar algum setor da indústria constitui um obstáculo mais formidável para a introdução do mesmo setor em países nos quais não existia [...]. Na maioria dos casos, torna-se impossível manter uma competição equitativa, tanto em qualidade como em preço, entre as empresas recém-estabelecidas de um país e as já maduras de outro. As disparidades de preço, qualidade ou ambos, serão, por si mesmas, tão consideráveis que impedirão o bom êxito da competição, a menos que o governo ofereça auxílio e proteção extraordinários. (HAMILTON, 1995, p. 62).

Alexander Hamilton também ressaltou a dimensão intertemporal da relação custo-benefício do fomento à indústria nascente. No curto prazo, o preço dos produtos manufaturados, em decorrência da limitação da competição com os produtos importados, certamente se elevariam, tornando o consumo de bens mais caro à sociedade. Já no longo prazo, quando a manufatura nacional atingir a fase de amadurecimento, empregaria um grande número de trabalhadores e os preços dos produtos seriam pressionados para baixo. Então, a intervenção estatal traria um retorno social. Hamilton expôs a questão da seguinte forma:

> Daí, segue-se a conveniência de fomentar o crescimento das manufaturas para qualquer comunidade que almeje um economia permanente e a longo prazo. Do ponto de vista nacional, o aumento temporário do preço será sempre compensado pela sua redução permanente. (HAMILTON, 1995, p. 62).

Alexander Hamilton muito cedo compreendeu que o governo deveria encorajar o desenvolvimento da manufatura, para isso lhe concedeu subsídios e ergueu barreiras - tarifas sobre importação - para proteger e fomentar a indústria doméstica. Tanto assim, que no fim do século XIX e início do século XX os Estados Unidos já haviam alcançado o *status* de potência econômica. Com isso, bem como previu Hamilton, o desenvolvimento das forças produtivas foi estratégico à soberania do país, bem como importante demais para ser delegado exclusivamente à instituição mercado, conforme o credo liberal.

O apoio governamental ao processo de industrialização dos Estados Unidos não se limitou à fase primitiva, até mesmo o setor de tecnologia da informação - uma das últimas fronteiras tecnológicas - foi impulsionado pelo Estado. Porém, a história preferencialmente contada sobre o desenvolvimento desta indústria tem outra tonalidade, isto é, de que o *Silicon Valley*[35] seja um bom exemplo dos valores que construíram a prosperidade norte-americana - liberdade básica guiando os negócios.

> O Vale do Silício é uma ilha de liberdade e do livre mercado, mais em linha à América de 1776 governada pelo laissez-faire à de América de 1999 e seu governo intervencionista [...] Eu não quero mais o governo no Vale do Silício. Governo pode fazer apenas duas coisas aqui: tomar o nosso dinheiro, o que limita os nossos recursos econômicos, ou aprovar leis, limitando outras liberdades (*sic)*. (RODGERS, 2000, p. 2-9).

[35] Região da Califórnia - cidades de San Francisco e San Jose - com grande concentração de empresas industriais de alta tecnologia. Seu nome é proveniente da densa concentração de empresas de produtos eletrônicos e de informática que lá surgiram em meados do século XX, sendo o silício insumo fundamental à construção dos semicondutores utilizados nos circuitos eletrônicos destas indústrias (SANDRONI, 1999).

As narrativas históricas sobre o surgimento do *Silicon Valley* creditam o feito a William Shockley[36], o fundador da Shockley Transistor (1955) em Palo Alto - Califórnia, que transformou-se, em pouco tempo, na Fairchild Semiconductor - a mais moderna indústria de semicondutores da época. Ou, retrocedendo um pouco mais no tempo, é também dito que a região surgiu quando Frederick Terman[37], reitor da Escola de Engenharia de Stanford, em 1938 estimulou William Hewlett e David Packard a fundar a Hewlett-Packard. As narrativas, em geral, chamam atenção à poderosa cultura estruturada que guiou o desenvolvimento do *Silicon Valley*: (i) ponte universidade - novas empresas; (ii) ausência de barreiras legais ou sociais para mobilidade do trabalho; (iii) fontes de financiamento; (iv) e, desejo de trabalhar com empresas jovens (LERNER, 2009).

Entretanto, a história do *Silicon Valley* é bem mais complexa, transcende a narrativa de rápida industrialização como costumeiramente contada. Na verdade, o *Silicon Valley* é fruto do desenvolvimento industrial de longo prazo profundamente enraizado com o lugar e com o contexto histórico, que continuam a influenciar o desenvolvimento posterior de outros projetos (*path dependence),* neste seguimento de negócios (STURGEON, 2000). Merecem destaque dois fatos importantes ao desempenho do *Silicon Valley*: (i) a cultura de negócios no setor foi fortemente influenciada por empresas pioneiras nas primeiras décadas do século XX; e (ii) o setor público, especialmente o Departamento de Defesa, que teve um papel crucial no desenvolvimento inicial do setor (LERNER, 2009).

Nas três primeiras décadas do século XX foram criadas diversas empresas: Federal Telegraph Company, Magnavox, Fisher Research, Litton Engeneearing Research e Heintz & Kaufman. Todas elas exigiram um modesto desembolso de recursos se comparado com os empreendimentos contemporâneos, mas determinou o padrão a ser seguido pelos novos grupos que fossem ingressar no setor. Muitas das empresas pioneiras contratadas para desenvolver tecnologias militar muito úteis em tempo de guerra, com os recursos governamentais sendo uma benção na fase inicial do desenvolvimento do setor. Isto, é claro, não minimiza o esforço criativo da iniciativa privada no desenvolvimento de um dos setores mais dinâmicos da economia norte-americana. Todavia, o Estado também teve um papel chave na criação e fortalecimento do *Silicon Valley* (LERNER, 2009).

---

[36] Foi co-inventor do transistor sete anos antes de fundar a Shockley Transistor. Em 1956, ganhou o prêmio Nobel de Física (FAIRCHILD SEMICONDUCTOR, 2013).

[37] Graduado, mestre em Engenharia pela Universidade de Stanford e doutor em Engenharia Elétrica pela Massachusetts Institute of Technology (MIT). Em 1925 retornou a Stanford para atuar no departamento de Engenharia, onde, influenciado por Vannevar Bush (orientador-MIT), desenvolveu um novo modelo acadêmico, incentivando seus alunos a criarem novas empresas de tecnologia desenvolvidas na universidade (ETZKOWITZ, 2002). Tal modelo de gestão à inovação tecnológica ficou conhecido como incubadora tecnológica.

A despeito da retórica liberal[38], a história uma vez mais nega que o mercado seja o único responsável pela criação e desenvolvimento do *Silicon Valey*. Os adeptos do *laissez-faire* omitem a contribuição do Estado e ressaltam o papel da iniciativa privada no desenvolvimento das forças produtivas nacionais. Cabe indagar: se não fosse o apoio do Estado ao *Silicon Valley* - então indústria infante - teria ele logrado êxito? Então, Alexander Hamilton estava certo!

1.3.1.4 Friedrich List: Estado e o Sistema Nacional de Economia Política

Georg Friedrich List foi outro pensador a compreender a importância da ação econômica do Estado à transformação da força produtiva nacional. Foi o primeiro economista de língua alemã a defender o protecionismo, a industrialização e a unificação daquele país. Juntamente com outros pensadores[39] lançou as bases do pensamento alemão no século XIX, rejeitando as teorias e o método britânico de produzir ciência. Ele afrontou a ortodoxia econômica, bem como trilhou uma rota alternativa à teoria econômica britânica - dominante da cena econômica europeia - ao desviar-se da mais influente corrente de pensamento econômico, tornando-se, como isso, um pensador heterodoxo (FONSECA, 2000).

List viveu nos Estados Unidos entre 1825 e 1830, período de feroz batalha no campo da economia política. De um lado, estavam os defensores da economia primária exportadora (matérias-primas e produtos agrícolas) e, do outro, estavam os defensores do desenvolvimento do mercado interno, priorizando, para tanto, o desenvolvimento da atividade industrial e a infraestrutura. Ele, fortemente influenciado pelo *American System*,[40] se juntou à cruzada

---

[38] Corroborando com esta ideia, Em *Entrepreneurial State* Mariana Mazzucato critica a visão de Estado minimalista propugnada pela economia política inglesa, ressaltando a importância do Estado como impulsionador da inovação tecnológica e, consequentemente, do crescimento econômico. A autora destaca que no período de maior crescimento econômico das nações mais bem sucedidas, a política de Estado ultrapassou os limites da preocupação à criação de uma infraestrutura e regras adequadas ao investimento privado. Ela foi usada estrategicamente para desenvolver setores econômicos de fronteira para os quais a iniciativa privada ainda havia avistado oportunidades negócios. Para tanto, financiou pesquisas nas fases mais incertas, encarregou-se de novos desenvolvimentos e supervisionou a comercialização de novas tecnologias (MAZZUCATO, 2011).

[39] Karl Marx e os membros da Escola Histórica Alemã: Wilhelm Georg Friedrich Roscher (1817-1894, considerado o fundador da escola), Bruno Hildebrand (1812-1878), Karl Knies (1821-1898) formaram a primeira fase da escola. Gustav von Schmoller (1838-1917, líder da segunda fase), Lujo Brentano (1844-1931), Karl Bucher (1847-1930), Gustav Cohn (1840-1919), Johannes Conrad (1839-1915), Eberhard Gothein (1853-1923), Adolf Held (1844-1880), Friedrich Knapp (1842-1926), Georg Irwin Nasse (1829-1890), Gustav Friedrich von Schonberg (1839-1908) e Adolf Heinrich Gotthilf Wagner (1835-1917) formaram a segunda parte da escola. E por fim, Werner Sombart (1863-1941), Arthur August Caspar Spiethoff (1873-1957), e Max Weber (1864-1920), que fizeram parte da fase "jovem" da escola (SENN, 2005).

[40] No início de 1800, Henry Clay reavivou as políticas econômicas postuladas por Alexander Hamilton, chamando-as de *American System*. Suas principais características foram: (i) emprego de tarifas protecionistas em

contra o *laissez-faire,* e, à preponderância da economia política britânica e em favor da ação estratégica para o desenvolvimento das forças produtivas nacionais.

List é reconhecido pela academia como um dos impulsionadores à tese da indústria infante (expressão que ele não nunca empregou). No entanto, esse reconhecimento dificilmente testemunhará toda extensão de sua importância e contribuição para o estudo da economia política. Numa perspectiva mais abrangente, List forjou o conceito de força produtiva nacional, empregando-a pela primeira vez em *Outlines of American political economy* (1827) e posteriormente refinado no Sistema Nacional de Economia Política (1841), sua obra mais célebre. O conceito baseou-se na distinção entre as causas da riqueza e a própria riqueza (LEVI-FAUR, 1997). De acordo com List:

> As causas da riqueza são algo totalmente diferente da própria riqueza. Uma pessoa pode possuir riqueza, isto é, valor intercambiável; se, porém, não possuir a força produtiva para produzir objetos de valor superior daquilo que consome, tornar-se-á mais pobre. Uma pessoa pode ser pobre; se, porém, possuir a força de produzir uma quantidade maior do que aquilo que consome, torna-se rica. (LIST, 1983a, p. 97).

Friedrich List muito bem compreendeu que a produção da riqueza[41] é infinitamente mais importante que a própria riqueza, por assegurar e a aumentar o que já se ganhou, ou mesmo repor aquilo se perdeu. A nação detentora de tal competência certamente será mais próspera que aquela acostumada à prática rentista[42]. Em contrapartida, a "escola de Adam Smith" [economia política britânica] não "ensina como despertar e desenvolver as forças produtivas, e como essas são dominadas e destruídas". (LIST, 1983a, p. 100). Na prática, List colocou em dúvida a capacidade do método de análise da teoria econômica britânica de explicar os verdadeiros motivos das transformações da força produtiva nacional.

Não é o mero trabalho físico que explica o desenvolvimento das forças produtivas duma nação, ele é resultado do acúmulo de conhecimento - capital da mente - pela mesma. O nível de desenvolvimento das forças produtivas nacionais depende da capacidade de cada nação de

---

oposição ou livre comércio; (ii) banco central para organizar as finanças; (iii) governo responsável por incentivar projetos de infraestrutura no país. Também engrossou as fileiras desta linha de pensamento econômico Daniel Raymond (CHAITKIN, 2007).

[41] A tese de Friedrich List continua atual. Por exemplo, Jean Imbs e Romain, em *Stages of Diversification* (2003), examinando os padrões de concentração e diversificação industrial para uma ampla gama de países, descobriram o que List já havia percebido há muito tempo - quando os países pobres se enriquecem, a produção e emprego setoriais tornam-se menos concentrados e mais diversificados (IMBS; WACZIARG, 2003).

[42] [A] Espanha, embora rica e poderosa, sendo porém governada por déspotas e pela classe sacerdotal, afundou-se na pobreza e na miséria, não obstante ter desfrutado de uma paz interna relativamente grande. O mesmo sol continua a brilhar sobre os espanhóis, eles continuam a possuir a mesma área territorial, suas minas continuam com a mesma riqueza, continuam sendo o mesmo povo que antes da descoberta da América e antes da introdução da inquisição; todavia, essa nação perdeu gradualmente suas produtivas, tornando-se por isso pobre e miserável. (LIST, 1983, p. 97).

apropriar-se dos frutos das descobertas, das invenções, das melhorias ao longo da história da humanidade, os quais são empregados para transformar suas forças produtivas. Ademais, a economia política britânica ignorou a ação econômica do Estado no apoio a essa transformação (LIST, 1983a).

> A escola popular [teoria econômica britânica], na medida em que não considera devidamente a natureza das forças produtivas, e não leva em conta as condições das nações em seu conjunto, menospreza, sobretudo a importância de desenvolver em proporção igual a agricultura, a manufatura e comércio, o poder político e riqueza interna, menosprezando de modo especial o valor de um poderio manufatureiro pertencente à própria nação e plenamente desenvolvido em todos os seus setores [...]. A escola não se dá conta de que, entre um Estado dedicado exclusivamente à agricultura e um Estado que possui tanto agricultura com manufaturas, existe uma diferença muito maior do que entre um Estado dominado pela economia pastoril e um Estado agrícola. (LIST, 1983a, p. 101-2).

É comum na retórica liberal a crítica à ajuda do Estado ao desenvolvimento das forças produtivas privadas, a qual chama de paternalismo. Entretanto, o verdadeiro liberalismo dispensa a igualdade no ponto de chegada por defendê-la já na largada. A ortodoxia econômica defende a todo custo a livre concorrência. Porém, ela só será justa se todos competidores - empresas ou nações: (i) largarem do mesmo ponto de partida; (ii) apresentarem nível de competitividade semelhante (RIBEIRO, 2013). Um competidor cuja aptidão produtiva seja ineficiente em relação aos demais, em condições de igualdade, não terá chance. O resultado provável já é esperado desde a largada. List muito bem percebeu que a livre competição no ponto de chegada não era adequada à promoção da igualdade como propalado pelos liberais.

> O sistema protecionista, na medida em que constitui a única maneira de colocar as nações ainda atrasadas em pé de igualdade com a nação predominante (a qual, aliás, nunca recebeu da Natureza um direito perpétuo ao monopólio industrial, senão que apenas conseguiu adiantar-se às demais em termo de tempo), esse sistema protecionista, considerando sobre este ponto de vista, apresenta-se como meio mais eficaz para [...] promover a verdadeira liberdade de comércio. (LIST, 1983a, p. 93).

Mas List não defendia o protecionismo pelo protecionismo. Ele o via como ferramenta temporária para impulsionar o desenvolvimento das forças produtivas nacionais. É certo que uma de suas preocupações centrais era propor que as nações agrícolas estimulassem ativamente o desenvolvimento do setor manufatureiro por meio da proteção tarifária, movendo-se em direção ao livre comércio apenas quando sua indústria manufatureira se tornasse internacionalmente competitiva. Em um contexto de livre comércio, List argumentou que uma nação exportadora de produtos agrícolas teria uma relação de troca desfavorável em

relação às nações exportadoras de produtos manufaturados (HELLEINER, 2002). Ele entendia que a política deveria ser de caráter temporário:

> Essa política só se tornou perniciosa à república no momento que seu poder manufatureiro e comercial atingiu aquela supremacia, pois tal proteção exclui absolutamente toda concorrência com outras nações, estimulando-se a indolência. Por conseguinte, o que prejudicou a República de Veneza não foi a introdução de uma política de proteção interna, mas manter tal política ao deixarem de existir as razões que haviam justificado e exigido a introdução da mesma. (LIST, 1983a, p. 13).

Embora seja mais conhecido pela prescrição de defesa da proteção à indústria infante, é amplamente aceito que Friedrich List tenha sido o desenvolvedor da ideologia do nacionalismo econômico de sua era. A questão nuclear em seu pensamento era a disputa com o liberalismo, a qual não era um mero problema de posicionamento econômico, mas questão política, e, portanto, no campo das ideias. Em sua avaliação, o problema da doutrina liberal é o seu caráter universalista - avaliar a política econômica do ponto de vista do individualismo e o bem-estar da humanidade como um todo (HELLEINER, 2002).

Em uma crítica frontal ao método de análise da escola de pensamento econômico britânica, List argumentou que ela padecia de três falhas: (i) "cosmopolitismo ilimitado" - desprezando a importância da nacionalidade; (ii) "materialismo mortal" - avaliando apenas o valor de troca "das coisas" e desprezando os interesses: intelectual, político, intertemporal (presente e futuro), bem como ignorando as forças produtivas da nação; (iii) "particulismo e individualismo" - menosprezando o caráter do trabalho social e da relevância da "união de forças", assim como considerando que o desenvolvimento da atividade privada meramente refletisse a intencionalidade das forças de mercado e ignorando que a humanidade fosse divida por nações (LIST, 1983, p. 123). E acrescenta que:

> [...] entre cada indivíduo e a humanidade inteira existe A NAÇÃO, com sua língua e literaturas específicas, com sua origem e história, com suas maneiras e costumes, leis e instituições, sendo que todos esses elementos reclamam existência própria, autonomia, aperfeiçoamento e continuidade para o futuro [...]. Assim como o indivíduo adquire sobretudo por meio da nação e na nação a cultura intelectual, capacidade de produção, segurança e prosperidade, assim também o processo de civilização da espécie humana só é concebível e possível pela civilização e desenvolvimento das diversas nações. (LIST, 1983a, p. 123).

O economista alemão, de forma contundente, apontou que a criação doutrinária da escola britânica inglesa (cosmopolitismo econômico), baseada na crença de liberdade individual, empresarial e no livre comércio negligenciou a nação como um importante ator econômico. A escola ignorou o fato de que os indivíduos são vinculados a uma economia nacional com características próprias, e em diferentes estágios de desenvolvimento. Por isso, a

doutrina liberal é incapaz de reconhecer que o Estado pudesse estimular a criação e a expansão da atividade manufatureira (SHIN, 2012).

Na contramão do cosmopolitismo econômico liberal, List defendeu abertamente a ação econômica do Estado para proteger e ampliar a força produtiva nacional; e o caminho mais promissor, para tanto, era fomentar a atividade manufatureira. Ele, antes e de modo diferente de Alfred Marshall, percebeu a ocorrência de externalidades positivas associadas ao desenvolvimento industrial (BOIANOVSKY, 2013).

> Foi este tipo de influência que, muito antes de Marshall, já tinha sido objeto de várias investigações de List sobre o desenvolvimento do poder das forças produtivas [...]. Despido do som e fúria, certamente existe um núcleo de verdade na afirmação de que o fomento para certas indústrias em certo contexto histórico pode levar consigo ao aumento no potencial produtivo, não deve ser medido meramente pelo valor particular dos produtos ou crescimento dos valores de capital (ROBBINS, 1968, p. 116).

Friedrich List desnudou a externalidade positiva inerente ao desenvolvimento industrial. De forma pioneira, List teorizou sobre os benefícios da integração da cadeia produtiva ao desenvolvimento das forças produtivas de uma nação.

> [...] é óbvio que o sucesso de um ramo da indústria sempre depende do sucesso de outros ramos da indústria. Um ferreiro que faz ferro-gusa não pode obter lucro se eles não forem capazes de lhe garantir o abastecimento de combustível barato, porque senão as minas locais não serão suficientemente desenvolvidas. Nem ele pode obter lucro a menos que haja bastantes fundições, siderúrgicas e plantas em construção para comprarem o ferro-gusa que ele produz. Cada fábrica precisa operar em associação com inúmeras outras empresas que fornecem matérias-primas, comprando produto acabado, ou que construam e mantenham máquinas. Nenhuma fábrica atinge a sua máxima eficiência, a menos que todas as fábricas com as quais está ligada também atinjam a sua máxima eficiência. Acreditamos que agora tenhamos mostrado que as dificuldades têm de ser superadas por todas as novas empresas de manufatura. Nós mostramos que todas as fábricas estão ligadas entre si e que não se pode ter sucesso a menos que os outros também o consigam. E nós explicamos por que demora tanto tempo para uma fábrica para alcançar seu pleno potencial e máxima eficiência [...]. Um Estado totalmente industrializado é aquele que concluiu com êxito o processo de industrialização e conseguiu superar todos os obstáculos que já foram discutidos. Tal Estado tem vários engenheiros treinados, mecânicos, químicos industriais e operários cujas habilidades são baseadas em conhecimento técnico e experiência prática. Trabalhadores qualificados suficientes estão disponíveis com salários modestos. As ferramentas e máquinas mais eficientes estão sendo usadas em instalações industriais modernas. (LIST, 1983b, p. 72-73).

Embora amplamente aceito como berço teórico-político da proteção à indústria nascente, a Alemanha usou menos desta ferramenta[43] para estimular seu desenvolvimento

[43] O governo Bismarck usou a política tarifária de forma estratégica. Por um lado, ele aproveitou o baixo nível tarifário no interior da *Zollverein* para prejudicar a Áustria, cujas indústrias, em grande medida, dependiam de

econômico que os ingleses e norte-americanos (CHANG, 2004). A proteção tarifária seguiu sendo moderada até que o chanceler Otto von Bismarck, com o propósito de estreitar relação entre dois setores econômicos importantes, *Junkers* (aristocracia rural) e indústria, elevou, em 1879, a tarifa sobre a importação de aço e centeio[44]; medida que ficou conhecida como "casamento centeio e aço" (KINDLEBERGER, 1996, p. 156).

Mas, o verdadeiro impulso à transformação das forças produtivas alemã veio de uma série de medidas econômicas capitaneadas pelo Estado para estimular a atividade industrial. Ele começou a criar novas universidades: Berlin, Breslau, Bonn, e outras que foram ampliadas. Universidades como Halle e Göttingen migraram do ensino de teologia para matemática e ciências. Ainda na esfera da educação, o ensino médio foi reformado. Mas, o esforço estatal não parou por aí. Em 1816, Peter Beuth passou a comandar o Departamento do Tesouro e Indústria da Prússia de onde iniciou um programa de esforço de aprendizagem tecnológica (o qual, no século XX, seria chamado de política industrial) baseando em: subsídios a viagens ao exterior - especialmente à Inglaterra; treinamento de jovens em institutos tecnológicos; formação de engenheiros de fundição; aquisição de máquinas no mercado internacional para copiar (engenharia reversa), que posteriormente foram entregues a empresários. Além disso, foram organizados encontros, em caráter contínuo, para discussão de questões econômicas e industriais (KINDLEBERGER, 1996).

O esforço de aprendizagem tecnológica liderado por Peter Beuth também contou com o apoio a líderes empresarias, tais como: irmãos Cockerill - filhos de um construtor inglês de máquinas na Bélgica; F.J Egells - fabricantes de máquinas a vapor e maquinários; e August Borsig, que migrou da fabricação de máquinas a vapor para locomotivas. Como medida do êxito do esforço de aprendizagem tecnológica, existiam, em 1841, 20 locomotivas em operação na Alemanha, todas importadas. Neste mesmo ano Borsig produziu sua primeira locomotiva, e, em 1844, ele produziu outras 44. Em 1854, as importações de locomotivas cessaram, e Borsig produziu 67 das 69 locomotivas adquiridas pela Alemanha. Desta forma,

---

um nível maior de proteção tarifária. Por outro, após vitória militar sobre a Áustria, em1866, Bismarck perdeu o interesse por baixas tarifas sobre importação. A esta altura, a indústria alemã já tinha aproveitado para importar bens intermediários mais baratos, e já produzia mais bens entre si (KINDLEBERGER, 1996).

[44] A revolução internacional nos transportes - ferrovia e barco a vapor - no século XIX barateou o preços dos grãos na Europa, e a Alemanha viu suas exportações do produto para o mercado britânico minguar. Entre 1856-1860 ela abastecia 25% do mercado inglês e os Estados Unidos outros 18%. No período 1871-1875 a proporção já havia mudado para 8,2% e 40,9%, respectivamente. Em 1879, as exportações norte-americanas representavam 68,2% dos grãos importados pela Inglaterra. Ao longo do século XIX os *junkers* viram sua riqueza e seu poder declinarem, no fim do século apenas 1/3 das terras em seis províncias orientais pertenciam aos nobres. As depressões agrícolas das décadas de 1820 e 1880 os obrigaram a venderem suas terras à classe média em ascensão (KINDLEBERGER, 1996).

em menos de duas décadas os alemães substituíram totalmente as importações de locomotivas pela produção doméstica. Ademais, as locomotivas fabricadas por Borsig também passaram a substituir as exportações de outros países no mercado externo, com Borsig exportando seis locomotivas à Polônia e outras quatro à Dinamarca (KINDLEBERGER, 1996).

Esta ação estratégica estatal contribui à geração de dois ciclos robustos de crescimento econômico. O primeiro foi induzido pelos investimentos em ferrovias e na indústria pesada no período entre as décadas de 1840 e 1880. O segundo, em conexão com o primeiro, foi impulsionado pelo encadeamento[45] para trás e para frente decorrente da expansão da indústria ferroviária nos anos 1840 e drasticamente aumentado nos anos 1850. Esse ciclo virtuoso incentivou o crescimento da produção de ferro, que, por sua vez, incentivou o aumento da produção de carvão. A demanda derivada da indústria ferroviária (setor líder) por equipamentos e materiais a base de ferro foi uma importante fonte de renda às firmas tecnologicamente mais progressistas, bem como a principal causa de seus investimentos no aumento da capacidade produtiva. Além de que, a engenharia financeira desenvolvida para financiar as ferrovias tornou-se a base da modernização do sistema bancário alemão - ótimo exemplo de encadeamento para trás. A expansão da indústria ferroviária e setores complementares na década de 1840 representaram o arranque industrial e o fim da dependência tecnológica alemã da Inglaterra (TILLY, 2002).

A retórica liberal sobre a política comercial - vantagens do livre comércio e desvantagens das medidas protecionistas - parece ser útil para ofuscar os verdadeiros fatores que explicam a transformação das forças produtivas de uma nação. É legítimo o esforço de países menos desenvolvidos em absorver e dominar conhecimentos gerados nos países tecnologicamente mais avançados para elevar a produtividade, bem como de reduzir o hiato tecnológico (*catching up*) que os separam. Sobre esta questão é reveladora a explicação oferecida por David Landes à estratégia de *catching up* dos países de capitalismo tardio da Europa, que muito antes da publicação da teoria Schumpeteriana, já utilizavam deste procedimento para alcançar o desenvolvimento tecnológico dos ingleses.

> Não bastava, é claro, trazer técnicas e técnicos da Inglaterra; eles teriam permanecido como curiosidades, caso não fosse objeto de demanda crescente. Isso marcou o principal ponto entre os séculos XVIII e XIX: enquanto anteriormente o governo tinha Estado pregando numa espécie de

[45] Para Albert Hirschman encadeamento para trás representa os estímulos a setores fornecedores de insumos necessários ao desenvolvimento de uma atividade produtiva, enquanto o encadeamento para frente significa o desenvolvimento de novas atividades produtivas que demandam o produto da atividade originalmente desenvolvida (BIANCHI, 2007).

> deserto e fora obrigado tornar para si a tarefa de implantar novos métodos [...]. (LANDES, 2005, p. 159).

O domínio do aprendizado tecnológico exige uma série de conhecimentos tácitos, os quais não são facilmente transferíveis. Os países que lograram alcançar melhores resultados foram justamente aqueles cujos Estados lançaram mão de políticas de apoio à construção da capacidade tecnológica. Mesmo sem fazer menção à teoria do *catching up* tecnológico, Eric Hobsbawm dá uma contribuição irrefutável do porque os Estados Unidos e a Alemanha lograram alcançar e superar os britânicos na corrida tecnológica.

> Não há nenhum motivo para que a educação técnica e científica na Grã-Bretanha permanecesse relegada ao desdém, num período em que grande número de ricos cientistas amadores e laboratórios de pesquisas com dotações particulares ou com experiência prática na produção já não compensavam, evidentemente, a virtual ausência de ensino universal e superficialidade do treinamento tecnológico formal. Não havia nenhuma razão poderosa para que em 1913 a Grã-Bretanha só tivesse 9.000 estudantes universitários, em comparação com quase 60.000 na Alemanha, ou apenas cinco estudantes diurnos por 10.000 habitantes (em 1900), em comparação com quase 13 nos Estados Unidos; para que a Alemanha formasse 3.000 engenheiros, enquanto a Inglaterra e o País de Gales formavam somente 350 em todos os ramos da ciência, tecnologia e matemática, e poucos destes habilitados à pesquisa. Em todo o séc. XIX não faltou quem advertisse o país para os perigos de seu atraso educacional; não havia falta de verbas, e decerto não escasseavam candidatos adequados à educação técnica e superior. (HOBSBAWM, 2003, p.168-169).

O exercício de revisitar a história não deixa dúvida de que o Estado é um grande protagonista da transformação das forças produtivas nacionais, ao contrário do alardeado pela ortodoxia econômica. A propagação da crença da superioridade dos mecanismos de mercado à alocação eficiente dos recursos produtivos, e do cosmopolitismo individualista à ação econômica do Estado na economia é uma grave patologia intertemporal da análise econômica ortodoxa da transformação das forças produtivas por: (i) ofuscar a compreensão de elementos que levaram as nações ao desenvolvimento industrial; e (ii) negligenciar as estratégias empregadas para alcançar a maturidade industrial em muitos países, e os instrumentos de política econômica ortodoxa impede outras nações de seguirem a trajetória dos países líderes. Do ponto de vista estratégico, a visão ortodoxa, como observado por Charles Kindlenerger, é um excelente mecanismo de "chutar a escada[46]" por parte dos países que já alcançaram a transformação de suas forças produtivas (alpinistas) para dificultar aqueles que almejam seguir a mesma trajetória.

[46] Expressão originalmente forjada por Georg Friedrich List no século XIX e revigorada por Ha-Joon Chang em seu livro Chutando Escada, com o qual retoma as críticas de List ao liberalismo econômico.

2 MUDANÇA TECNOLÓGICA E POLÍTICA INDUSTRIAL: UMA ABORDAGEM TEÓRICA

A recente onda de intervenções do Estado, principalmente após a crise financeira global (2007-2008), reacendeu o debate se os governos podem, de fato, promover o crescimento econômico. Neste sentido, a breve análise de dois eventos é útil para lançar luz à questão: (i) o "milagre" econômico de países do leste Asiático; e (ii) a frustração com o fracasso de políticas de liberalização econômica dos anos 1990, principalmente na América Latina. Em comum, os dois exemplos reforçam a importância do Estado na mudança econômica. No primeiro, é certo que o Estado foi um ator estratégico no desenvolvimento das forças produtivas e na mudança tecnológica de diversos países asiáticos (especialmente, Coreia do Sul, Japão, Taiwan e, por último a China). Já no segundo, a capacidade do Estado de liderar projetos estratégicos de modernização das forças produtivas foi debilitada pela promessa de modernização das forças produtivas pela via de mercado, que não se concretizou. Por isso, a ascensão do modelo de capitalismo de cima para baixo - capitalismo de Estado baseado na experiência histórica do socialismo de mercado, principalmente no caso da China - dos países asiáticos em contraste com a crise de capitalismo liberal contribuiu para reacender o interesse acadêmico sobre o papel do Estado no desenvolvimento das forças produtivas e, portanto, na mudança tecnológica nacional.

Tendo em vista que o progresso tecnológico é a fonte fundamental de crescimento econômico de longo prazo, este capítulo terá duas preocupações básicas: (i) fazer uma revisão de literatura da teoria econômica acerca da mudança tecnológica; e (ii) o uso da política industrial como instrumento de apoio à mudança teológica. Para isso, o capítulo foi estruturado em duas seções. Na primeira seção, revisitaremos as principais contribuições da teoria econômica que incorporam a ideia de mudança tecnológica. Por fim, na segunda seção nos ocuparemos da análise da teoria evolucionária e da política industrial como vetores da mudança tecnológica.

2.1 A discussão sobre a mudança tecnológica na literatura econômica

Como destacamos anteriormente, o progresso tecnológico é o motor do crescimento econômico. Em harmonia com tal ideia, esta seção terá como princípio norteador a análise da

incorporação do progresso tecnológico e da mudança tecnológica pela teoria econômica. Para atender tal propósito, a seção foi metodologicamente estruturada em quatro subseções: (i) apresentar a incorporação do progresso tecnológico como motor do crescimento econômico pelos principais economistas clássicos - Adam Smith e David Ricardo - e Karl Marx; (ii) revisitar a teoria "pura" do comércio internacional com o propósito de ressaltar que o *mainstream* em teoria econômica: (ii.a) ignora o progresso tecnológico como um fenômeno assimétrico e; (ii.b) defende, sobre qualquer circunstância, o liberalismo econômico como veículo espontâneo de propagação interestatal dos benefícios do progresso tecnológico; (iii) apresentar, na perspectiva de Joseph A. Schumpeter, o progresso tecnológico e a tecnologia como determinantes da ruptura com o padrão tecnológico vigente e com o crescimento estacionário. Pela ideia de "destruição criativa", Schumpeter conectou o crescimento econômico à capacidade de inovação tecnológica, com papel de destaque ao empresário inovador; (iv) apresentar o diagnóstico da escola de pensamento econômico latino-americano (teoria cepalina) ao atraso econômico da região: especialização internacional na produção e exportação de produtos primários e importação de produtos manufaturados do centro; e (v) apresentar o esforço para endogeneizar o progresso tecnológico pelo *mainstream*.

Por fim, na segunda seção nos ocuparemos em apresentar a contribuição da teoria evolucionária (neoschumpeteriana) à mudança tecnológica. Intencionalmente apartada das demais teorias econômicas explicativas da mudança tecnológica, a teoria neoschumpeteriana, ao nosso juízo, oferece o melhor instrumental analítico à compreensão do progresso tecnológico, com a vantagem de pavimentar o caminho para aqueles que desejarem emulá-lo.

2.1.1 Contribuições de Adam Smith, David Ricardo e Karl Marx à compreensão da conexão entre desenvolvimento e mudança tecnológica

Ao analisarmos o pensamento econômico dos principais autores clássicos concentraremos atenção na seguinte questão: Qual a contribuição deles à compreensão da relação entre progresso técnico e crescimento econômico?

A nosso ver, o germe da discussão sobre mudança técnica já era encontrado, ainda que de modo marginal, no pensamento de autores pré-clássicos. Como visto no capítulo 1, os mercantilistas defendiam o fortalecimento do Estado-nação contra as instituições locais e regionais (sociedade feudal). Com isso, ele passou a ter uma maior capacidade de intervenção e de transformação de suas forças produtivas, bem como de alavancar o processo de

acumulação de riqueza. Como prova da importância do pensamento mercantilista à acumulação de capital[47] é possível empregar dois fortes argumentos: (i) o pensamento mercantilista dominou a economia política na maioria dos Estados europeus por quase três séculos (século XV ao XVII); e (ii) ele serviu com contraponto à consolidação da visão dos economistas clássicos sobre o progresso tecnológico e a acumulação de capital, como apresentado por Adam Smith em A Riqueza das Nações (VAGGI, 2008).

Embora na contramão do pensamento mercantilista, William Petty (1623 - 1687) foi outro pensador a contribuir com o debate sobre mudança tecnológica e acumulação de capital. O pensador britânico, quase um século antes de Adam Smith, antecipou questões que, ao fim e ao cabo, contribuíram à sobreposição do pensamento mercantilista, bem como fundou as bases do pensamento econômico clássico. Ele acreditava que as sociedades humanas eram organizadas pela divisão social do trabalho: os indivíduos podiam se especializar numa atividade e obter os meios necessários à sobrevivência junto a outros. Em última instância, a prosperidade econômica dependia da produtividade dos trabalhadores agrícolas, que, com o seu excedente, mantinha o resto da sociedade (VAGGI, 2008).

Adam Smith continuou com esta linha de raciocínio. A questão nuclear com que ele se preocupou foi expressa na capa de seu livro mais famoso: Investigação sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações. É evidente que sua principal preocupação era explicar o crescimento, tendo, para isso, que ocupar-se com os condicionantes do progresso econômico e os instrumentos de política econômica para tal feito (ADELMAN, 1972). Smith não usou a expressão desenvolvimento econômico, ele empregou expressões correlatas que dão bem dimensão de quão importante lhe era o tema: “progresso e a prosperidade da Grã-Bretanha” e “progresso e desenvolvimento” (SMITH, 1985, p. 44), ou então “progresso da manufatura”.

[47] A estratégia preponderante de acumulação de capital na abordagem mercantilista pode ser seccionada em duas fases. Na primeira fase, durante o século de XVI, predominou a visão de que a riqueza nacional dependia do controle direto do fluxo internacional de ouro e prata. Fazendo um paralelo com a contemporaneidade, é como se a riqueza nacional só pudesse aumentar por meio do superávit na balança de capital. E, à época, as políticas para alcançar tal intento não eram diferentes das empregadas hoje: (i) taxa de juros real elevada para favorecer o acúmulo de reservas; e (ii) defesa da solidez da moeda nacional para melhorar as reservas nacional. Para isso, a Lei de Gresham foi muito útil: defendia que a moeda de ouro - de boa reputação - devia ser estocada enquanto a moeda de cobre - de má reputação - devia ser utilizada nas trocas. A segunda fase no pensamento mercantilista incorporou a questão comercial. O aumento da riqueza nacional passou a ser condicionado ao superávit da balança comercial. Thomas Mun, diretor da Companhia das Índias Orientais, recomendou um conjunto de políticas comerciais com o propósito de aumentar a riqueza e o desenvolvimento nacional da Inglaterra, os quais não diferiam muito das políticas empregadas na contemporaneidade: proteção à indústria nascente, subsídios às exportações, impostos sobre produtos importados e créditos para os exportadores. Além disso, Thomas Mun, contrariamente à visão mercantilista tradicional de comprar barato e vender caro, postulava a redução nas taxas de juros e no custo de produção para dinamizar a competitividade das exportações (VAGGI, 2008). Em comum, as duas fases do pensamento mercantilista apresentam uma forte congruência com o esforço para desenvolver a prosperidade econômica nacional.

(SMITH, 1985, p. 81). Tais expressões contribuem para evidenciar como o processo de transformação econômica numa determinada sociedade lhe chamou atenção (ARNDT, 1981).

Na sua obra mais célebre, Smith fez um relato conciso sobre o papel da mudança tecnológica como elemento endógeno da natureza dinâmica do modo de produção capitalista. Os quatro primeiros livros são totalmente dedicados a explorar o processo econômico e seus determinantes. Assim como Willian Petty, Adam Smith também atribuiu à produtividade do trabalho um papel de destaque no aumento da prosperidade econômica. Contudo, enquanto Petty, em seu tempo, atribui à produtividade do trabalhador agrícola o fator determinante da prosperidade econômica, Smith, em seu momento histórico, pôde constatar que a produtividade do trabalho na atividade manufatureira era um elemento chave à prosperidade econômica inglesa. O ganho de produtividade, em sua visão, decorria da divisão e da especialização do trabalho principalmente no ramo manufatureiro (HEILBRONER, 1996). Ela, pelo lado da oferta, era fruto de três:

> [...] circunstâncias distintas: em primeiro lugar, devido à maior destreza existente em cada trabalhador; em segundo, à poupança daquele tempo que, geralmente, seria costume perder ao passar de um tipo de trabalho para outro; finalmente, à invenção de um grande número de máquinas que facilitam e abreviam o trabalho, possibilitando a uma única pessoa fazer o trabalho que, de outra forma, teria que ser feito por muitas. (SMITH, 1985a, p. 68-9).

Na percepção da Adam Smith, e pelo lado da demanda, a divisão do trabalho era condicionada pelo tamanho ou extensão do mercado consumidor (doméstico e externo).

> [...] assim a extensão dessa divisão deve sempre ser limitada pela extensão [...] do mercado. Quando o mercado é muito reduzido, ninguém pode sentir-se estimulado a dedicar-se inteiramente a uma ocupação, porque não poderá permutar toda a parcela excedente de sua produção que ultrapassa seu consumo pessoal pela parcela de produção do trabalho alheio, da qual tem necessidade. (SMITH, 1985a, p. 77).

Para Smith, o progresso material decorria duma cadeia de eventos. Ele dependia principalmente da divisão do trabalho, que, por sua vez, dependia do tamanho do mercado consumidor, interno ou externo (MORENO, 1999). Como a divisão do trabalho resultava em aumento de produtividade, Smith conectou a intensidade da mesma à da escala[48]de produção. Mas, para Smith a acumulação de capital precede a divisão do trabalho, e, portanto, todos estes eventos. Visto desta perspectiva, para Adam Smith o aumento da produtividade deriva

[48] Entretanto, Smith empregou a noção de escala de produção em sentido mais amplo que o conceito de economia de escala ou rendimentos crescentes de escala utilizados pela microeconomia. Em outras palavras, Smith não se preocupou com a economia de escala interna à própria firma, ele a usou num sentido muito mais amplo: num grande, a escala de produção aumenta a produtividade da economia como um todo, e não apenas na firma individual.

do progresso tecnológico, que, por sua vez, depende da acumulação de capital ou, em termos [49]contemporâneos, do investimento produtivo (BREWER, 1991). Smith notou que a divisão do trabalho não cresce sem o crescimento do investimento ou do estoque de capital, como ele próprio observou:

> No estágio primitivo da sociedade, em que não existe divisão do trabalho, em que as trocas são raras e em que cada um se supre do necessário, não é preciso de antemão acumular ou armazenar capital, para o andamento dos negócios da sociedade. (SMITH, 1985a, p. 285-285).

Em contraposição:

> [...] a acumulação de capital, por sua natureza, deve ser anterior à divisão do trabalho, da mesma forma o trabalho pode ser cada vez mais subdividido, somente na proporção em, que o estoque [de capital] for previamente cada vez mais acumulado. A quantidade de materiais que o mesmo número de pessoas pode processar aumenta em grande proporção, na medida em que o trabalho se subdivide cada vez mais. (SMITH, 1985a, p. 285-286).

Finalmente, para Smith, numa relação de causalidade, a divisão do trabalho[50] determinava o progresso tecnológico, sendo o último uma variável endógena na economia. Esta questão é de grande relevância à economia política, já que implica na autonomia do capitalismo para gerar mudança tecnológica, bem como a prosperidade econômica da nação onde ele ocorre (ROSENBERG, 1965). Smith supôs a existência de "um fluxo automático de inovações que permitisse à divisão do trabalho adaptar-se ao tamanho do estoque de capital". Desta forma, alterações no nível de produtividade nunca deixarão de existir pela falta de conhecimento tecnológico (ADELMAN, 1982, p. 26).

De certo, o método analítico desenvolvido por Smith à compreensão das transformações das forças produtivas contribui para sedimentar sua percepção e a do *mainstream* sobre o papel desempenhado pelo mercado no desenvolvimento das forças produtivas. Como já mostrado no capítulo 1 deste trabalho, ele atribui um importante papel à instituição mercado[51] à transformação econômica.

---

[49] Adam Smith é um autor versátil cujo pensamento e obra pode ser apropriada de diferentes formas. No plano macroeconômico, ele tratou da acumulação de capital e do progresso tecnológico como um processo dinâmico, compatível com a teoria do desenvolvimento econômico e com tendência à instabilidade. Já no plano microeconômico, por meio do princípio de "mão invisível" de mercado, Adam Smith fundou o princípio de equilíbrio competitivo. Este antagonismo aparente foi chamado por Ernesto Screpanti e Stefano Zamagni de as duas almas de Adam Smith (SCREPANTI; ZAMAGNI,1997).

[50] Para Smith a divisão do trabalho não é algo planejado, é um fenômeno natural impulsionado, de forma gradual, pela propensão existente na natureza humana às trocas - aos negócios. Em termos de causação, a propensão às trocas da natureza humana fomenta a especialização e a introdução de novas técnicas com intuito aumentar a produção, e a um menor custo. (SMITH, 1985a).

[51] Em seu modelo de análise econômica o Estado deveria ter um papel limitado na economia, cuidar da defesa nacional, segurança interna e justiça. O crescimento econômico dependia do livre mercado e do espírito empresarial dos indivíduos, e o envolvimento do governo em qualquer área além das acima mencionadas deveria ter efeito negativo sobre o crescimento econômico.

Adam Smith foi um entusiasta com o progresso tecnológico. Por de trás de sua teoria otimista da trajetória do crescimento econômico - uma dinâmica de equilíbrio em que todas as partes, de forma interdependente, se movem em direção ao crescimento econômico - está sua visão de que o crescimento econômico se interromperá somente quando o potencial de desenvolvimento alcançar o seu limite. Tal previsão não aparece de modo elaborado em sua obra, mas de forma dispersa ao longo da mesma (ZWEIG, 1979).

David Ricardo foi outro importante clássico a analisar a relação entre progresso tecnológico e crescimento econômico. Para ele, o progresso técnico foi protagonista no desenvolvimento da sociedade moderna. Assim como Adam Smith, Ricardo também relatou sobre a criatividade e a engenhosidade humana aplicada ao desenvolvimento de novos produtos ou processos produtivos (KURZ, 2010). Entretanto, em sua análise Ricardo admitiu a hipótese de produtividade marginal decrescente[52]. Para ele, a pressão de demanda sobre os alimentos provocada pelo crescimento populacional empurraria a área de cultivo para área de terras menos férteis. A combinação de capital e da força de trabalho numa área de terra menos fértil resultaria em rendimentos decrescentes na produção (ADELMAN, 1982). O ponto de vista de Ricardo pode ser sumarizado da seguinte forma:

> Embora seja provável que, nas condições mais favoráveis, o crescimento da produção continue sendo maior do que o da população, essa situação não se manterá por muito tempo, uma vez que a terra é limitada em quantidade, e, diferindo em qualidade a cada sucessiva porção de capital nela empregado, corresponderá a uma taxa decrescente da produção, enquanto o crescimento da população se mantém sempre o mesmo. (RICARDO, 1996, p. 71).

Isto lhe rendeu a pecha de pessimista tecnológico. Junto com Thomas Malthus inaugurou a abordagem do limite ao crescimento econômico condicionado pela lei dos rendimentos decrescentes. Para Ricardo, a inovação tecnológica reduziria o custo de produção no curto prazo, mas com efeito passageiro já que ele não acreditava que a inovação técnica fosse um processo contínuo, nem tampouco uma variável endógena ao seu modelo de análise econômica. Em tal cenário, o estado estacionário seria inevitável pela falta de estímulo ao crescimento econômico pela tendência de redução na taxa lucro (CORAZZA, 1991).

David Ricardo também foi o pioneiro na análise econômica da substituição de trabalho humano por máquinas na indústria. Para ele, quando o estoque de capital aumentasse, também aumentaria o número de trabalhadores, porém a um ritmo decrescente (TIGRE, 2006). Para Ricardo, o fato mais importante da mudança tecnológica é seu efeito negativo sobre os

[52] De acordo com função de produção de Ricardo - que combina proporção fixa do fator de produção terra à lei malthusiana do crescimento populacional -, a produtividade marginal da terra, do trabalho e do capital decresce com o aumento do cultivo - modelo com retornos constante de escala.

trabalhadores[53]. O crescimento do emprego de máquinas no processo produtivo levaria a substituição da força de trabalho por máquinas, tema que mais tarde ficou conhecido na literatura econômica como desemprego tecnológico (KURZ, 2010).

Além disso, Ricardo, ao fundar a análise do conflito econômico, preparou terreno para Karl Marx. Na terceira edição de Princípios de Economia Política e Tributação, publicada em 1821, Ricardo acrescentou um novo capítulo intitulado "Sobre a maquinaria", argumentando que os trabalhadores poderiam ser prejudicados pela mudança tecnológica (HEERTJE, 2012), prenunciando a questão da luta de classes tratada com o máximo rigor por Marx.

O progresso tecnológico também é um elemento central à análise econômica de Karl Marx[54]. Ele é o mecanismo de impulsão do capitalismo. A tecnologia é tida como um elemento endógeno, uma variável imiscuída no processo produtivo e na valorização do capital. Em um contexto de competição, a luta pela expansão ou mesmo sobrevivência impõe a busca por melhorias nas condições de produção, sendo a mudança tecnológica um instrumento (DAZA; MALDONADO, 1999).

Assim, a análise da mudança tecnológica desempenhou um papel crucial no trabalho de Marx. Ela, de fato, é apresentada como instrumento básico à acumulação capitalista por dois motivos: (i) permitir reduzir o preço dos produtos no mercado; e (ii) tornar possível o aumento da extração de mais-valia. Em um ambiente competitivo, como o de seu tempo, a concorrência entre os capitalistas deveria provocar redução de preços dos produtos, enquanto a exploração dos trabalhares explica a mais-valia. No Manifesto do Partido Comunista, Marx e Engels enfatizaram uma das principais características do sistema capitalista, a necessidade de constante transformação - mudança na base tecnológica. A questão foi exposta da seguinte maneira:

> A burguesia não pode existir sem revolucionar continuamente os instrumentos de produção e, por conseguinte, as relações de produção, portanto todo conjunto das relações sociais. A conservação inalterada do antigo modo de produção era, ao contrário, a primeira condição de existência de todas as classes industriais anteriores. O contínuo revolucionamento

[53] John S. Mill foi outro pensador clássico que analisou o progresso técnico e a relação de trabalho numa perspectiva negativa. Ele argumentou ser questionável se as invenções mecânicas aliviaram a "labuta" diária dos trabalhadores, os quais continuaram convivendo com a mesma realidade de trabalho - escravidão e prisão - para que muitos capitalistas aumentassem sua fortuna. O progresso técnico melhorou o conforto das classes mais abastadas.

[54] Nesta tese, optamos por agrupar numa mesma seção Adam Smith, David Ricardo (responsáveis pela consolidação do pensamento liberal clássico) com Karl Marx (mais influente pensador da escola socialista) por suas contribuições à compreensão da progresso tecnológico no processo de acumulação capitalista. Entretanto, somos conscientes das divergências entre o pensamento de Marx e o da escola clássica. Assim, por exemplo, Marx criticou a ideia de ordem natural e de harmonia de interesses postulada por ela, pois entendia que a relação de produção capitalista desencadeava a concentração de renda e a exploração do trabalho.

> (*Umwälzung*) da produção, o abalo constante de todas as condições sociais, a incerteza e agitação eternas distinguem a época burguesa de todas as precedentes. (MARX; ENGELS, 1990, p. 69).

A passagem acima demonstra um elemento distintivo da abordagem de Marx à questão tecnológica. Ele, assim como Smith, considerava a tecnologia como intrínseca (endógena) às relações produtivas e à valorização do capital. O sistema capitalista não pode ser compreendido em sua totalidade sem que se entenda a lógica da mudança técnica (TIGRE, 2006). Em *Wage-Labor and Capital*, de 1847, Karl Marx reforçou sua tese sobre a conexão entre a demanda dos empresários pelo aumento da produtividade do trabalho como forma de aumentar a acumulação de capital e a mudança tecnológica ou inovações tecnológicas. Ele explica que:

> Para vender mais barato sem arruinar a si mesmo, ele [capitalista] deve produzir mais barato, ou seja, aumentar a produtividade do trabalho, tanto quanto possível. Mas a produtividade do trabalho é aumentada acima de tudo por uma maior divisão do trabalho e por uma mais geral introdução e constante aperfeiçoamento das máquinas. (MARX, 2000, 36).

Marx muito bem notou que o processo social, sob o capitalismo, sempre se moveu para frente exatamente como as demais formas de organizações sociais que já existiram. O elemento distintivo entre ele e as demais formas que o precederam é sua maior propensão a promover rupturas com o padrão econômico e social existente. Para ele, as relações capitalistas se desenvolveram na Europa Ocidental como "resposta à expansão dos mercados e a outras oportunidades de lucro relacionadas e associadas às explorações geográficas do século XV." (ROSENBERG, 2006, p. 70-71).

> A descoberta da América, a circunavegação da África, abriram um novo campo de ação à burguesia nascente. Os mercados das Índias Orientais e da China, a colonização da América, o intercâmbio com as colônias, o aumento dos meios de troca e das mercadorias em geral deram ao comércio, à navegação, à indústria, um impulso jamais conhecido antes [...].Mas os mercados continuavam a crescer e continuavam a aumentar as necessidades. A própria manufatura tornou-se insuficiente. Em consequência, o vapor e a maquinaria revolucionaram a produção industrial. O lugar da manufatura foi ocupado pela grande indústria moderna; o estamento médio industrial cedeu lugar aos industriais milionários; aos chefes dos exércitos industriais inteiros, aos burgueses modernos. (MARX & ENGELS, 1990, p. 67-68)

Esta concepção de Marx sobre o desenvolvimento histórico das forças produtivas e da mudança tecnológica fez que ele fosse considerado um dos precursores da teoria evolucionista. O próprio Frederich Engels, no funeral de Karl Marx, engrossou a fileira daqueles que pensavam assim. Disse ele:

> Assim como Darwin descobriu a lei do desenvolvimento orgânico da natureza, Marx descobriu a lei do desenvolvimento da história humana: o simples fato de que, até então escondido pelo crescimento da ideologia, a

> humanidade deve, antes de tudo comer, beber, ter abrigo e roupas, antes que ela possa exercer a política, ciência, arte, religião, etc., que, portanto, a produção material imediata dos meios de subsistência e, consequentemente, o grau de desenvolvimento econômico alcançado por um determinado povo ou durante uma determinada época forma a base sobre a qual as instituições estatais, as concepções jurídicas, a arte, e até mesmo as ideias sobre religião, das pessoas envolvidas têm evoluído, e à luz dos quais devem, portanto, ser explicada, em vez de vice-versa, como até então tinha sido o caso (ENGELS, 1883, s.p).

Para Marx, o progresso tecnológico era um fenômeno intrínseco ao próprio sistema capitalista, e o seu motor. Bem cedo ele percebeu que não era possível entender a evolução do sistema capitalista sem compreender a lógica da mudança tecnológica. (DAZA; MALDONADO, 1999). Marx enxergava o capitalismo como uma máquina econômica altamente dinâmica em busca da mudança tecnológica e da acumulação de capital. Em Miséria da Filosofia Karl Marx reforça o caráter dinâmico do capitalismo e a sua demanda por mudanças - progresso tecnológico. Ele enfatizou que no modo de produção capitalista há "um movimento contínuo de crescimento nas forças produtivas, de destruição nas relações sociais, de formação nas ideias; de imutável, só existe a abstração do movimento - *mors immortalis*". (MARX, 2009, p. 126).

Josefh A. Schumpeter, cujas principais ideias serão detalhadas na subseção seguinte, em *History of Economic Analysis*, argumentou que no esquema de pensamento de Marx o "desenvolvimento [...] era o tema central. E ele [Karl Marx] concentrou seu poder analítico na questão de mostrar como o processo econômico [...] muda a estrutura social - a sociedade como um todo de fato". (SCHUMPETER, 2006, 546). Ademais, para Marx a "máquina capitalista" tinha capacidade de criar um aparato produtivo capaz de atender as necessidades duma forma superior de civilização humana, ressaltou Schumpeter. Tal visão corrobora para evidenciar a forte ligação entre progresso tecnológico e o desenvolvimento das forças produtivas na visão de Marx. De certo, a matriz de pensamento de Marx sobre o progresso tecnológico influenciou no esquema de pensamento de Schumpeter.

Ademais, Marx também se mostrou preocupado com o desenvolvimento interestatal desigual. No prefácio da primeira edição em inglês (1867) do O Capital, Marx empregou a palavra desenvolvimento num sentido chave à compreensão da história econômica.

> [...] a questão que se debate aqui [O capital] não é o maior ou menor grau de desenvolvimento dos antagonismos sociais oriundos das leis naturais da produção capitalista, mas estas leis naturais, estas tendências que operam e se impõem com férrea necessidade. O país mais desenvolvido não faz mais do que representar a imagem futura do menos desenvolvido. (MARX, 1989, p. 5).

É possível depreender da passagem supracitada a inquietação de Marx com um aspecto importante do debate econômico: a disparidade econômica entre nações. Em última instância, para ele, Adam Smith e, mesmo David Ricardo, a mudança tecnológica era o motor da prosperidade econômica dos povos.

Como notado nesta revisão de literatura, principalmente Smith e Marx conectaram o progresso material duma sociedade ao seu nível de progresso tecnológico. Smith, continuando com a ideia de Willian Petty, mostrou que a divisão do trabalho aumenta a produtividade. Além disso, ele mostrou que a divisão do trabalho é fruto do progresso tecnológico, que, por sua vez, depende da acumulação de capital. Portanto, na matriz de pensamento de Smith a mudança tecnológica é determinante à prosperidade material das nações. Para ele, o progresso tecnológico é endógeno no sistema econômico, o que implica em autonomia do capitalismo para gerar mudança tecnológica. Smith, de modo otimista, defendeu que a autonomia do processo inovação seria capaz de moldar a divisão de trabalho ao estoque de capital existente. Sob este olhar, o aprimoramento das forças produtivas não deixará de ocorrer por falta de conhecimento tecnológico.

Então, cabe inferir se o otimismo dele não contribuiu para sedimentar a sua percepção e a do *mainstream* sobre o papel desempenhado pelo mercado no desenvolvimento das forças produtivas. Ele atribui um importante papel à instituição mercado à transformação econômica, dando muito ênfase ao livre comércio e o *laissez-faire* como meio de melhorar o ambiente institucional, e, com isso, fomentar a prosperidade econômica das nações.

Segundo David Ricardo, outro economista clássico revistado nesta subseção, o progresso técnico foi o protagonista do desenvolvimento da sociedade moderna. Ele, assim como Adam Smith, vociferou sobre a criatividade e a engenhosidade humana materializadas em novos produtos ou processos produtivos. Mas, Ricardo não comungou do mesmo otimismo de Smith sobre a natureza do capitalismo. Ele inaugurou a discussão sobre o limite do crescimento econômico condicionado pela lei dos rendimentos decrescentes, que lhe rendeu a pecha de pessimista tecnológico.

Para Karl Marx, o progresso técnico é o mecanismo de impulsão do capitalismo. A competição, a luta pela expansão ou mesmo a sobrevivência empurra a busca por melhorias nas condições de produção, e a mudança tecnológica é o instrumento mais poderoso para superar os concorrentes. Ele via no capitalismo uma máquina econômica altamente dinâmica em busca da mudança tecnológica e da acumulação de capital. Para ele, o ritmo do crescimento econômico dependia do progresso tecnológico.

Nesta subseção destacamos, à luz dos principais pensadores da escola clássica - Smith e Ricardo - e Karl Marx a importância do progresso tecnológico ao crescimento das forças produtivas e do próprio crescimento econômico. Na subseção a seguir, nos deteremos à teoria "pura" do comércio internacional. Ela, ao contrário destes pensadores ignorou a importância do progresso tecnológico como instrumento de desenvolvimento das forças produtivas. A teoria "pura" do comércio internacional preferiu apostar no livre comércio como veículo promotor da convergência da renda no mercado internacional. Por tal abordagem, o *gap* tecnológico entre países não é um inconveniente, pois no longo prazo o comércio internacional promoverá a convergência da renda, e, portanto, do bem-estar econômico entre países. Vejamos a seguir como a teoria "pura" do comércio internacional foi estruturada.

2.1.2 Teoria "pura"[55] do comércio internacional e a promessa de repartição do progresso tecnológico pelo livre comércio

A teoria das vantagens comparativas[56] é uma ideia universalmente aceita pela grande maioria dos economistas. Ela sugere que o livre comércio é um poderoso veículo promotor do bem-estar entre as nações. Basta cada nação especializar-se na produção e comércio daqueles bens que faça com maior eficiência, trocando-os por outros bens que tenham uma desvantagem comparativa em relação os demais países. Desta forma, em situação de livre comércio, a disponibilidade de bens aumentará às nações participantes do comércio internacional em decorrência da especialização internacional.

Foi David Ricardo o fundador desta ideia. Em Princípios de Economia Política e Tributação ele introduziu a proposição de que as vantagens comparativas determinam o padrão de comércio internacional. Segundo ele, não eram as diferenças absolutas[57] na produtividade da força de trabalho que permitiam as trocas internacionais, mas sim, as diferenças relativas desta entre as nações, o fator determinante das trocas internacionais. Para validar sua proposição, Ricardo, um habilidoso construtor de modelos abstratos, supôs que o

[55] Ramo da teoria neoclássica para o comércio internacional que explica o fluxo de comércio pelas diferenças nas dotações de fatores de produção, cujos principais nomes são: Elí Heckscher, Bertil Ohlin e Paul Samuelson. Também conhecida como a versão tradicional da teoria neoclássica.
[56] Esse princípio é tão poderoso que sobreviveu ao debate acadêmico até os dias de hoje.
[57] Também embasado na teoria valor-trabalho, Ricardo iniciou sua análise pela crítica ao princípio das vantagens absolutas introduzido originalmente por Adam Smith.

trabalho era único fator de produção[58] a ser remunerado. Como a força de trabalho era o único fator de produção considerado pelo modelo analítico de Ricardo, era natural que a nação deslocasse força de trabalho para aquelas atividades onde ela fosse mais eficiente, importando mercadorias cuja produtividade da mão-de-obra fosse ineficiente[59].

No entanto, o esquema de pensamento de David Ricardo apresentava uma limitação: não explicava as razões pelas quais os custos são diferentes entre os países. Ele deixou uma lacuna que foi preenchida apenas com a publicação dos trabalhos de Elí Heckscher e de seu conterrâneo Bertil Ohlin. Por isso, a abordagem deles ficou conhecida como teoria Heckscher-Ohlin ou teoria sueca. O principal feito deles foi o fato de ligarem o padrão de comércio internacional à dotação de fatores de produção de cada país (JONES, 1979). Em sintonia com os dois economistas suecos, Harry Johnson expôs a questão da seguinte forma: "a causa do comércio internacional deve ser encontrada em grande parte nas diferenças entre dotações de fatores de diferentes países". (JOHNSON, 1979, p. 49).

A origem da teoria Heckscher-Ohlin data de 1919, quando Elí F. Heckscher publicou um pequeno artigo sobre comércio internacional. Como foi publicado originalmente em sueco, ele, de início, não produziu grande ressonância na academia. O amplo reconhecimento só ocorreu quando ele foi traduzido para o inglês sob o título *The effect of Foreign Trade on the Distribution of Income*, em 1949. Então, o artigo transformou-se na âncora da associação entre o padrão de comércio internacional e a diferença na dotação de fatores de produção entre as nações (FLAM; FLANDERS, 2000). Heckscher, ao incorporar outros fatores de produção como o capital em sua análise, ampliou o princípio das vantagens comparativas que considerava que os preços dos bens refletiam apenas a produtividade relativa da força de trabalho (GONÇALVES, 1997).

Em seguida, o modelo de Heckscher foi reformulado por Bertil Ohlin, um ex-aluno seu, que teve a ideia de combinar o modelo de equilíbrio geral "walrasiano" para apenas uma

---

[58] Além disso, supôs que: (i) a força de trabalho tinha a mesma qualidade, por isso o salário de todas as categorias no interior do país era igual; (ii) livre mobilidade dos fatores no interior da nação país e imperfeita em relação ao exterior; (iii) necessidade de trabalho por unidade de produto, sob tecnologia adotada, é tida como fixa, e, (iv) os países poderiam diferir na estrutura de preferências ou gostos, na tecnologia de produção e na extensão da força de trabalho disponível.

[59] Assim, um país dotado de grandes vantagens em maquinarias e em capacidade técnica, em que consiga, portanto, produzir certas mercadorias com muito menos trabalho que seus vizinhos, poderá importar em troca dessas mercadorias parte dos cereais necessários a seu consumo, mesmo que sua terra seja mais fértil e nela os cereais puderem ser cultivados com menos trabalho do que no país no qual são importados. Dois homens podem fabricar ao mesmo tempo chapéus e sapatos, sendo um deles superior ao outro em ambas as atividades. Mas ao fabricar chapéus, o mais capaz só pode superar seu competidor em 1/5 ou 20%, e, ao fabricar sapatos, pode superá-lo em 1/3 ou 33%. Não será interessante para ambos, que o mais capaz fabrique exclusivamente sapatos e que o outro se dedique a produção de chapéus? (RICARDO, 1982, p. 105).

economia[60]. O objetivo de Ohlin foi desenvolver um modelo analítico de equilíbrio internacional com duas economias comerciando, com as diferenças nas dotações de fatores sendo o elemento propulsor do comércio internacional (FLAM; FLANDERS, 2000). No modelo apresentado por Ohlin, a dotação de fatores de produção entre os países é o principal determinante das vantagens comparativas. As diferenças de escassez relativa dos fatores de produção afetam os custos relativos e, por conseguinte, os padrões de comércio. Em suas palavras:

> A Austrália tem mais terras agricultáveis, mas menos trabalho, capital e minas que a Grã-Bretanha; consequentemente a Austrália é melhor adaptada à produção de bens que requerem grandes quantidades de terras agricultáveis, ao passo que a Grã-Bretanha possui uma vantagem na produção de bens que requerem uma considerável quantia de outros fatores. Se ambos países produzirem para seu próprio consumo total, os produtos agrícolas deverão ser muito mais barato na Austrália, mas os artigos manufaturados deverão ser relativamente mais caro, e o reverso deverá ser o caso na Grã-Bretanha. (OHLIN, 1967, p. 7).

O terceiro grande nome da teoria pura do comércio internacional foi Paul A. Samuelson. Sua grande contribuição foi converter os artigos acadêmicos originais de Heckscher-Ohlin, sob a forma literária e diagramática à linguagem matemática. Por essa razão, a teoria "pura" do comércio internacional passou também a ser chamada, por muitos autores, de teoria Heckscher-Ohlin-Samuelson ou teoria H-O-S (GONÇALVES *et al*., 1998). Em 1941, Paul Samuelson e Wolfgang Stolper publicaram *Protection and Real*, trabalho que contribuiu ao avanço da teoria Heckscher-Ohlin. Com ele, os autores conectaram o livre comércio à distribuição de renda. O teorema Stolper-Samuelson como também é conhecido, assegurou que, com livre comércio, o preço do fator de produção relativamente abundante no interior de uma nação aumentaria, enquanto o preço do fator relativamente escasso cairia. A equalização no preço dos fatores de produção é explicada pela especialização na produção e comércio do bem que utiliza o fator de produção abundante, e, por outro lado, o abandono da produção e a importação do bem cujo fator de produção é escasso na nação.

> De acordo com a linha de pensamento associado com o nome de Ohlin, diferenças nas proporções dos vários fatores produtivos entre países são elementos importantes para explicar o curso do comércio internacional. Um país exportará aquelas mercadorias produzidas com seus fatores de produção relativamente abundantes, e importará aquelas cujos seus fatores de produção relativamente escassos são escassos (STOLPER; SAMUELSON, 1941, p. 58-59).

[60] Tal modelo foi originalmente concebido pelo também economista sueco Gustav Cassel.

A teoria "pura" do comércio internacional se amparou num conjunto de hipóteses[61] axiomáticas para estabelecer os benefícios duma economia aberta, em que parte da sua produção doméstica é exportada e uma parcela de sua disponibilidade interna de bens é atendida pelas importações. De acordo como o teorema H-O-S, o comércio internacional conduz as nações "à equalização da remuneração dos fatores de produção". (MICHALET, 1984, p. 51).

Em *The Factor Price Equalisation Myth* (1951), S. F. James e Ivor F. Pearce criticaram o postulado da equalização dos preços dos fatores. Segundo a premissa, se a nação **A** fosse abundante no fator trabalho em relação à terra, e o contrário se verificasse com a nação **B**; logo a nação **A** seria mais eficiente e, portanto, naturalmente se especializaria na produção de mercadorias cuja composição dos insumos empregasse em maior proporção o trabalho. Na nação **B** ocorrerá o mesmo, porém com as mercadorias intensivas no fator de produção terra. Com livre comércio e especialização, a demanda por trabalho aumentará na nação **A** e cairá em **B**. Na nação **A**, onde o trabalho é barato, os salários subirão, enquanto na nação **B** eles cairiam. Para eles, o teorema H-O-S deu origem ao "mito da falácia" da equalização da renda internacional por meio do livre comércio. (JAMES; PEARCE, 1951, p. 111).

Mas como o progresso tecnológico se conecta com este debate? Apropriando-se do método hipotético-dedutivo. Suponhamos a existência de duas nações: (nação **A**) abundante em capital; e (nação **B**) abundante em recursos naturais. O postulado da equalização dos preços dos fatores de produção prediz que a remuneração do capital aumentará na nação capital-abundante, e a remuneração dos bens intensivos em recursos naturais aumentará na nação recursos naturais-abundante. Desta forma, o livre comércio será o veículo promotor da convergência da renda no mercado internacional. Está implícito nesta abordagem que a questão da defasagem tecnológica entre países não é problema, já que no longo prazo ocorrerá a convergência de renda. Com isso, a questão de quem é que fará o quê não é importante**.**

[61] A validade do modelo analítico assenta-se sobre um conjunto de premissas conforme a seguir: (i) Dimensionalidade: existem apenas dois países, dois produtos e dois fatores de produção. Cada país apresenta uma distinta dotação de fatores em relação ao outro. Então, trata-se de um modelo com dois países, dois produtos e dois fatores de produção - capital e trabalho (modelo 2x2x2); (ii) Mobilidade: os fatores de produção podem ser realocados livremente sem custos entre os setores produtivos no interior de cada país, porém, são imóveis internacionalmente. Não existem custos de transportes, tampouco barreiras e outros impedimentos ao fluxo internacional de produtos. Todos os produtos são transacionáveis (*tradeables*) e bens finais; (iii) Estrutura de Mercado: existe um regime de concorrência perfeita nos mercados de fatores de produção. Os agentes são tomadores de preços (*price-takers*); (iv) Tecnologia: a tecnologia utilizada pelos dois países é idêntica, ou seja, as funções de produção dos dois países são homogêneas, resultando, portanto, em retornos constantes de escala e produtividade marginal decrescente para cada fator de produção; e (v) Preferências: os consumidores de ambos os países apresentam idênticas funções de utilidade.

Chama a atenção à negligência da teoria pura do comércio internacional com a questão do progresso tecnológico. Ela assegura que:

> [...] o país inovador não tira vantagem de seu avanço tecnológico, o qual beneficia integralmente os outros países. Com efeito, à medida que a inovação implica a baixa dos custos de produção dos bens exportados, os termos de intercâmbio do país inovador se deterioram, em relação aos países que não conhecem nenhum progresso técnico. **(**MICHALET, 1984, p. 55).

Mas, o que diz o exame dos fatos? Eles contrariam a tese da convergência da renda per capita internacional. O crescimento da renda per capita mundial, período 1000 a 1820, aumentou em aproximadamente 50%. Com a aceleração do progresso tecnológico a situação mudou radicalmente. Entre 1820 e 1998, a renda per capita mundial cresceu 8,5 vezes, mas não de maneira homogênea. Na Europa Ocidental aumentou 44,8 vezes, para América Latina e o mundo o desempenho da renda foi mais modesto, com crescimento de 14,4 e 13,1 vezes, respectivamente (MADDSON, 2001).

> Em resumo, a promessa ricardiana de que a especialização, com a produção industrial circunscrita aos países com vantagens comparativas nessa atividade, e o livre comércio seriam benéficos para todos os países revelou-se bem mais vantajosa para alguns, constatação que ajudou a enfraquecer a ideologia liberal dominante no século XIX. (BASTOS; BRITTO, 2010, p. 13).

Os dados atestam que a especialização e o livre comércio, como prediz a teoria H-O-S, não cumpriram a promessa de equalização da renda per capita internacional. A teoria neoclássica normalmente concebeu a tecnologia como um fenômeno exógeno, algo "caindo do céu". O descaso à incorporação do progresso tecnológico pelo *mainstream* em teoria econômica foi decisivo à incapacidade dele em: (i) explicar a evolução da mudança tecnológica na sociedade capitalista; (ii) definir padrões de produção e das trocas internacionais; e (iii) explicar a repartição desigual dos frutos do progresso tecnológico como prometera. Neste sentido, a teoria neoclássica deixou um vácuo a ser preenchido por outras correntes de pensamento. Na subseção a seguir revisitaremos a contribuição de Joseph A. Schumpeter, que conectou a mudança econômica na sociedade capitalista à mudança tecnológica. Em sua matriz de pensamento, a capacidade de inovação tecnológica colacada em marcha pelo empresário inovador é o elemento central de ruptura com o padrão de produção vigente na sociedade capitalista, e o grande impulsionador do processo de desenvolvimento econômico.

2.1.3 Mudança tecnológica em Schumpeter: princípio da "destruição criativa" e a natureza evolucionária[62] da mudança tecnológica

As lacunas teóricas que enfatizamos na teoria neoclássica foram preenchidas com o rico pensamento de Joseph A. Schumpeter, uma vez que não é possível entender o caráter evolucionário do sistema capitalista sem compreender as suas valiosas contribuições. Ele, seguindo a tradição de Adam Smith e, principalmente, de Karl Marx, também conectou as grandes mudanças econômicas no sistema capitalista à mudança tecnológica. Schumpeter, em outra configuração do capitalismo, já na fase oligopolista, apresentou seu esquema de pensamento sobre a dinâmica econômica ancorada no princípio da "destruição criativa"[63], conceituada por ele da seguinte forma: (i) fenômeno que se origina no interior do sistema - sua intensidade indica não se tratar apenas de uma adaptação; (ii) ocorre de forma descontínua, rompendo com os padrões de produção ou tecnologia vigente; (iii) provoca mudanças qualitativas ou revolucionárias, descolando-se do antigo equilíbrio, bem como criando as condição para o desenvolvimento econômico (ELLIOT, 1980).

Em Teoria do Desenvolvimento Econômico,[64] Schumpeter ofereceu uma ótima visão sobre a natureza evolucionária do sistema capitalista. Para ele o caráter endógeno da mudança tecnológica é protagonizado pelo setor produtivo no seio do próprio sistema econômico:

> [...] as inovações no sistema econômico não aparecem, via de regra, de tal maneira que primeiramente as novas necessidades surgem espontaneamente nos consumidores e então o aparato produtivo se modifica sob sua pressão. Não negamos a presença deste nexo. Entretanto, é o produtor que, via de regra, inicia a mudança econômica, e os consumidores são educados por ele, se necessário; são por assim dizer, ensinados a querer coisas novas, ou coisas que diferem em um aspecto ou outro daquelas que tinham o hábito de usar. (SCHUMPETER, 1982, p. 48).

Nesta passagem, em sintonia com o item (i) supracitado, Schumpeter conecta a mudança tecnológica à natureza dinâmica do setor produtivo, disse ele: "é o produtor que, via de regra, inicia a mudança econômica." (SCHUMPETER, 1982, p. 48). Em seu esquema de

---

[62] A expressão economia evolucionária normalmente é empregada em diversos sentidos. Como em *Evolutionary and competence-based theories of the firm* de Geoffrey M. Hodgson. Nesta pesquisa, ele será empregado para dar sentido à evolução da mudança tecnológica em analogia a biologia evolutiva (HODGSON, 1998).

[63] A abordagem Schumpeteriana enfatiza que a inovação tecnológica em sua fase inicial é radicalmente diferente das tecnologias tradicionais existentes, ela funciona como uma reserva de mercado à empresa inovadora, que será "premiada" com uma taxa de lucro muito acima da média e se mantendo até a entrada de novos concorrentes. Na fase de estabilização, o mercado torna-se mais competitivo pela entrada de novas empresas que também passam a dominar a tecnologia, então a taxa de lucro cai. Por fim, na fase descendente a tecnologia, outrora inovadora, torna-se tradicional. O número de empresas que dominam a tecnologia no mercado aumenta ainda mais, isso provoca um excesso de oferta e a compressão das margens de lucro. A queda acentuada dos lucros prenuncia mais uma ruptura na base técnica, que deflagrará novo ciclo.

[64] Publicado originalmente na Alemanha em 1912, com a versão em inglês sendo publicada apenas em 1934 (WITT, 2002).

pensamento, o empresário é o responsável pela introdução de inovações nos métodos de produção.

Em *Capitalism, Socialism and Democracy*, Schumpeter explica que o "impulso fundamental que põe e mantém em funcionamento a máquina capitalista procede dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados e das novas formas de organização industrial criadas pela empresa capitalista". (SCHUMPETER, 2003, p. 82-83). Entretanto, antes, em A Teoria do Desenvolvimento Econômico, Schumpeter já havia delineado a natureza evolucionária do sistema capitalista ao descrever aspectos da sua dinâmica, tal como segue.

> [Faz parte da natureza do capitalismo sempre] mudar o estado de satisfação de nossas necessidades, de mudar a relação recíproca entre as coisas e forças, de unir algumas e separar outras. Considerando-se tanto econômica quanto tecnologicamente, produzir significa combinar as forças e coisas ao nosso alcance. Todos os métodos significam algumas dessas combinações técnicas. [...] Todo ato concreto de produção incorpora, a nosso ver, certa combinação. Este conceito pode ser estendido até aos transportes e outras áreas, em suma, a tudo que for produção no sentido mais amplo. Também consideramos como "combinações" uma empresa como tal, e mesmo as condições produtivas de todo o sistema econômico. Esse conceito exerce um papel importante em nossa análise. (SCHUMPETER, 1982, p. 16).

Uma medida objetiva do impacto das inovações tecnológicas no processo produtivo pode ser verificada no processo de inovações organizacionais incorporadas pela indústria automotiva norte-americana, no início do século XX.

> [...] entre 1908 e 1913, Henry Ford cria e aperfeiçoa a linha de montagem, reduzindo, em 1914, o tempo necessário à montagem de automóvel de doze horas e oito minutos para uma hora e trinta e três minutos. Com ela, Ford pôde vender o carro mais barato do mundo, pagar os salários mais altos do mundo e tornar-se um dos homens mais ricos e poderosos do mundo. (TEIXEIRA, 1999, p. 166-7).

Sobre a natureza descontínua da mudança tecnológica ou ruptura com os padrões tecnológicos vigentes (item ii), Schumpeter, numa nota de fim de página, ofereceu uma explicação valiosa para enfatizar o papel desempenhado pela inovação à sociedade capitalista: "o que estamos prestes a considerar" é um tipo de mudança que surge no interior do sistema produtivo, e "desloca de tal modo o seu ponto de equilíbrio que o novo [método de produção ou tecnologia] não pode ser alcançado a partir do antigo mediante passos infinitesimais." Pode-se adicionar sucessivamente "quantas diligências quiser, com isso nunca terá uma estrada de ferro[65]". (SCHUMPETER, 1982, p. 47).

[65] Em Ascenção do "Resto", Alice H. Asmden fez uma crítica à predição de Schumpeter - ascensão de novos setores empresariais inovadores e a decadência de velhos setores. Para ela, as empresas responsáveis pelas inovações nas indústrias de média e alta tecnologia dos países do Atlântico Norte no fim do século XIX também

No item (iii), Schumpeter estabeleceu sua distinção entre desenvolvimento e crescimento econômico. Diz ele: não "será designado aqui como um processo de desenvolvimento o mero crescimento da economia, demonstrado pelo crescimento da população e da riqueza". Sob tal circunstância não ocorre nenhum fenômeno novo, apenas ocorrendo "adaptação da mesma espécie [...]", com, neste caso, a economia permanecendo num estado estacionário. Na prática, Schumpeter condicionou o processo de desenvolvimento econômico à inovação tecnológica. Em seu esquema de pensamento ela é a responsável pela disrupção com o padrão tecnológico vigente e o surgimento de novas oportunidades de negócios.

Ele baseou-se no principio do fluxo circular[66] para demonstrar um sistema econômico em situação de equilíbrio estacionário. Nele, verifica-se a ocorrência de adaptações ou pequenas mudanças externas que são absorvidas pelas empresas, mas sem provocar rupturas com o padrão de produção e crescimento econômico vigente. Schumpeter se apropriou da noção de equilíbrio geral[67] apenas para demonstrar que o desenvolvimento econômico deriva da introdução de novas combinações de meios de produção (inovações tecnológicas). Em outras palavras, o equilíbrio geral é apenas um referencial teórico para explicar o salto ou a ruptura com os métodos de produção vigentes (HAGEDOORN, 1996). Cláudio Napoleone enfatiza a natureza do continuísmo do estado estacionário:

> [...] a característica do estado estacionário walrasiano a que se deve dar destaque é o fato de que ele é imagem de um processo de contínua repetição das mesmas coisas, seja no campo da produção, seja do consumo: uma vez que a concorrência tenha impelido o sistema para a posição de máximo rendimento, atinge-se uma configuração que se repete indefinidamente em ciclo sempre idêntico a si mesmo. A consequência particular que isto acarreta para o mundo da produção é o fato que a gestão da unidade produtiva, da firma se reduz a uma gestão de pura rotina: cada firma deve produzir sempre os mesmos tipos e as mesmas quantidades de bens,

---

foram as grandes responsáveis pelas inovações no fim do século XX, portanto, contrariando a tese de descontinuidade nas inovações tecnológicas de Schumpeter, para quem os novos empreendimentos são responsáveis pela ruptura com o método de produção vigente. Alguns exemplos delas: Hoechst, Bayer, Dow, Dupont, Dunlop, Pirelli, Goodyear, Firestone, Ford, General Motors, Siemens, entre outras (AMSDEN, 2009). Além disto, a predição de destruição criativa também foi seriamente criticada em *Creative Destruction and Partial Obsolescence in American Economic Development* de W. Paul Strassmann, para quem, no período 1850-1914 nos Estados Unidos, métodos de produção obsoletos sobreviveram e até cresceram pacificamente com novas tecnologias (STRASSMANN, 1959).

[66] Ele se baseou na ideia seminal de François Quesnay - o principal mentor da Escola Fisiocrata -, quem representou o funcionamento do sistema econômico segundo o funcionamento do corpo humano.

[67] Schumpeter não se conformava com o modelo de Equilíbrio Geral - economia estática - desenvolvido por Walras (1874) e formalizado por Marshall (1890). Embora tenha começado seu trabalho seguindo o modelo, logo se afastou dele pela sua natureza estática. Schumpeter sentiu a presença de elementos endógenos responsáveis pela ruptura e a mudança econômica. Portanto, tal ideia não era compatível com o modelo de Walras, no qual a economia apenas reagia aos choques externos (SPENCER; KIRCHHOFF, 2006).

> combinando sempre dos mesmos fatores necessários à produção. (NAPOLEONE, 1979, p. 50-51).

Complementado, Schumpeter, ao desenvolver sua tese do empresário inovador[68], ofereceu contribuição vital à compreensão da dinâmica da economia capitalista. Ele identificou dois ambientes econômicos antagônicos: (i) ambiente em cuja dinâmica predomina a atividade mecânica e repetitiva - estado estacionário; e (ii) ambiente em cuja dinâmica predomina a atividade inovadora e criativa - condição para o desenvolvimento econômico (SWEDBERG, 2000). Schumpeter, de forma objetiva, associou o desenvolvimento econômico à atitude do empresário inovador, resumindo-as em:

> 1) Introdução de um novo bem - ou seja, um bem com que os consumidores ainda não estiverem familiarizados - ou de uma nova qualidade de um bem. 2) Introdução de um novo método de produção, ou seja, um método que ainda não tenha sido testado pela experiência no ramo próprio da indústria de transformação, que de modo algum precisa ser baseada numa descoberta cientificamente nova, e pode consistir também em nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria. 3) Abertura de um novo mercado, ou seja, de um mercado em que o ramo particular da indústria de transformação do país em questão não tenha ainda entrado, quer esse mercado tenha existido antes, quer não. 4) Conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados, mais uma vez independentemente do fato de que essa fonte já existia ou teve que ser criada. 5) Estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio (por exemplo, pela trustificação) ou a fragmentação de uma posição de monopólio. (SCHUMPETER, 1982, p. 48-49).

No esquema de Schumpeter os protagonistas do desenvolvimento econômico eram: (i) as novas combinações de meios de produção; (ii) o banqueiro ou financiador das inovações; e (iii) o empresário inovador, o principal responsável pela introdução pelas novas combinações de meios de produção, e, a quem Schumpeter conferiu o papel central no desenvolvimento econômico (SCHUMPETER, 1982).

Em *The Instability of Capitalism* (1928) Schumpeter argumentou que a inovação não era apenas endógena, mas um fenômeno intrínseco da sociedade capitalista, um componente essencial do processo competitivo. Com a entrada e saída de firmas do mercado, as empresas sofrem continuamente ameaça competitiva de outras empresas capazes de produzir a custos mais baixos, seja pelo acesso a fatores de produção mais baratos ou por tecnologias de produção mais eficientes (SCHUMPETER, 1928).

---

[68] Schumpeter, em seu esquema de pensamento, reservou um lugar central ao empresário. Ele é o principal agente da mudança econômica: inovação, novas plantas industriais e novas firmas, com o desenvolvimento econômico sendo condicionado pela existência de grupos empresarias com capacidade de empreender novos projetos negócios. Em nossa pesquisa, em função do recorte adotado - Estado e política industrial em energias renováveis, optamos por não investigar o papel do empresário schumpeteriano no desenvolvimento do setor. Contudo, em conformidade com a matriz de pensamento schumpeteriano, estamos cientes da importância desta abordagem de pesquisa à formação de uma visão holística.

Diferenças nos produtos e nos processos de produção, e, em consequência, nos custos e preços, é a característica central no esquema de competição Schumpeteriano. Nele, empresas heterogêneas competem por meio de produtos ou de serviços que oferecem, com algumas empresas crescendo, outras declinando, outras saindo do negócio e outras nele ingressando na crença que serão bem sucedidas. No esquema evolutivo Schumpeteriano, o processo de competição e seleção é continuamente alimentado pelo processo de inovação, adaptação e imitação pelas firmas já instaladas, assim como as entrantes (DOSI; NELSON, 2010). Com isso, a abordagem Schumpeteriana de concorrência intercapitalista proporciona uma comparação à competição biológica, com empresas tendo que enfrentar constantes batalhas pela sobrevivência em diferentes mercados.

Na subseção a seguir revisitaremos a contribuição da escola de pensamento latino-americana à compreensão do subdesenvolvimento da região. O foco dela foi o atraso econômico da região e a explicação ao fato era o padrão de especialização internacional e consequente defasagem tecnológica da região.

2.1.4 O estruturalismo Cepalino, dualidade "Centro-Periferia" e a crítica à Teoria "Pura" do Comércio Internacional

Como variação das contribuições de Marx, Keynes e Schumpeter, surge na América Latina a escola de pensamento estruturalista ou teoria cepalina, que nasceu com um propósito específico: analisar as tendências econômicas e sociais dos países latino-americanos no médio e longo prazo *vis-à-vis* às promessas das teorias clássicas sobre a difusão e equalização da renda e da tecnologia por meio da especialização produtiva no comércio internacional.

Em meados do século XX, ela desenvolveu "uma interpretação para o subdesenvolvimento" destes países que transitavam de "formas pré-capitalistas ou mercantis para o capitalismo industrial", e apresentou "a seus dirigentes uma estratégia coerente de desenvolvimento". (PEREIRA, 2001, p. 20). Do ponto de vista metodológico, ela é resultado da interação do método histórico-indutivo[69] com um referêncial abstrato-teórico próprio. O desenvolvimento de metodologia própria foi fundamental à compreensão do lugar da América

[69] Trata-se da doutrina metodológica que assegura que qualquer objeto de análise deve ser logicamente baseado na evidência experimental, partindo de relatos da observação particular ou singular. Tal método de análise deve justificar seu conhecimento apenas por meio de observações verificáveis que tenham ocorridas na prática (BOLAND, 2003).

Latina no sistema econômico internacional, já que permitiu combinar a visão do processo histórico com as especificidades da região.

O berço de nascimento da abordagem estruturalista[70], como já mencionado, é a América Latina do final dos anos 1940. A paternidade à ideia é atribuída ao economista argentino Raúl Prebisch[71] e a Comissão Econômica para a América Latina-CEPAL. Durante a depressão dos anos 1930, Raúl Prebisch ocupou postos importantes na condução da política econômica argentina como subsecretário de Finanças e depois como presidente do Banco Central. No exercício de suas atribuições ele usou instrumentos de políticas ortodoxas para enfrentar o déficit fiscal e o processo inflacionário, mas, de modo pragmático, também percebeu que era necessário deixar a ortodoxia[72] de lado para enfrentar o grave desequilíbrio do balanço de pagamentos, quando, então, passou a empregar medidas para fomentar a industrialização como meio para enfrentar o problema do balanço de pagamentos. De certo, tal contexto contribui à formulação de importantes indagações: (i) o lugar da América Latina na economia mundial; e (ii) o papel a ser desempenhado pelo Estado no ordenamento do desenvolvimento econômico latino-americano. Em suas palavras:

> Por que se separar repentinamente das minhas crenças arraigadas? Por que parecia ser necessário que o Estado desempenhasse um papel ativo no desenvolvimento? Por que as políticas formuladas nos Centros não podiam ser aplicadas na Periferia? (PREBISCH, 1996, p. 772).

Num segundo momento (já na fase cepalina - 1949-1959), Prebisch formulou suas teses mais conhecidas: sistema Centro-Periferia e a deterioração dos termos de trocas (COUTO, 2007). No início dos anos 1950, no auge da maturidade intelectual, e na contramão do pensamento ortodoxo, Raúl Prebisch interessou-se por diagnosticar e propor soluções aos

---

[70] Outro personagem importante ao pensamento estruturalista (Escola de Pensamento Cepalino) foi Celso Furtado. Ele acrescentou três importantes contribuições ao esquema de pensamento: (i) perspectiva histórica de longo prazo à dualidade Centro-Periferia, mostrando, durante séculos, os impactos econômicos e sociais da inserção da economia brasileira na divisão internacional do trabalho; (ii) iniciou o debate sobre as dificuldades dos setores urbanos modernos de incorporar o grande contingente de força de trabalho que se deslocavam do campo às cidades na América Latina; e (iii) aprofundou a análise da conexão entre crescimento e distribuição de renda. Para ele, a concentração de renda e da propriedade predeterminava a composição setorial dos investimentos e das escolhas tecnológicas. O emprego inadequado do padrão tecnológico resultava em desemprego, compressão dos salários e da renda. (BIELSCHOWSKY, 2010).

[71] Celso Furtado também advogou sobre o papel do Estado como empresário. No caso do Brasil, se não fosse ele não haveria alguns setores industriais no país, com o ele suprindo o papel do empresário schumpeterino, seja pela falta de interesse ou de recursos por parte dos empresários. Os anos 1930 muito bem materializam tal abordagem, já que a falta de capacidade empresarial para impulsionar as grandes mudanças econômicas obrigou o Estado Nacional assumir a responsabilidade de acelerar o desenvolvimento econômico, incorporando o papel de Estado empresário, inovador e de banqueiro (FONSECA, 2003).

[72] Nesta fase de sua carreira, Prebisch dedicou-se a afastar-se da ortodoxia econômica, escola de quem, em início de carreira, fora seguidor (PREBISCH, 1996).

problemas do desenvolvimento econômico latino-americano, especialmente no tocante ao problema de defasagem do progresso tecnológico:

> [...] meu interesse se viu atraído em particular pela questão da difusão internacional do progresso técnico e a distribuição de seus frutos, já que os dados empíricos revelavam uma desigualdade considerável entre os [países] produtores e os exportadores de bens manufaturados, por uma parte, e os [países] produtores e exportadores de bens primários, por outra parte. Tratei de entender a natureza, as causas e a dinâmica desta desigualdade e estudei algumas de suas manifestações tais como a disparidade da elasticidade da demanda por importações entre Centro e Periferia e a tendência que havia na deterioração das condições de troca das exportações de produtos primários, as que poderiam ser contra restadas pela industrialização e outras medidas de política econômica. (PREBISCH, 1996, p. 772-73).

Prebisch enxergou uma importante mudança na hierarquia de poder no sistema internacional, com os Estados Unidos[73] ocupando o lugar da Grã Bretanha como o novo centro[74] cíclico e a América Latina ocupando uma posição periférica.

> Os Estados Unidos são agora o principal centro cíclico do mundo, como foi em outros tempos a Grã Bretanha. Sua influência econômica sobre outros países é manifesta. E essa influência, o grande desenvolvimento da produtividade daquele país, tem desempenhado um papel importantíssimo. Tem afetado intensamente o comércio exterior e, por meio de suas variações, o ritmo do crescimento econômico do resto do mundo, e a distribuição internacional do ouro. (PREBISCH, 1949, p. 60).

A dualidade Centro-Periferia[75] dificultava a industrialização, o progresso técnico e o desenvolvimento econômico da região. A superação requeria a liderança do Estado na condução de políticas estratégias, já que o mercado, por conta própria, não seria capaz de impulsionar a mudança tecnológica. Prebisch questionou a validade da lei das vantagens comparativas à América Latina: distribuição dos frutos do avanço do progresso técnico do Centro à Periferia. Isto se daria pelo aumento da produtividade no setor industrial nas nações do Centro, levando a uma redução nos preços dos produtos manufaturados. Com isso, num regime de livre comércio, os produtos primários oriundos da Periferia, ainda que com menor

---

[73] A hegemonia conquistada pelos Estados Unidos na "nova ordem internacional" catapultou-os a uma condição assimétrica: sua política econômica doméstica - especialmente a monetária - passou a ser determinante à política dos demais países participantes do sistema internacional, sem que o contrário ocorresse (LOVE, 2007).

[74] Prebisch empregou a terminologia Centro-Periferia pela primeira vez, ao menos na forma impressa, em 1946 na Cidade do México num encontro hemisférico com autoridades de bancos centrais (LOVE, 2007).

[75] Na prática, com a tese Centro-Periferia Prebisch contestou a lei das vantagens comparativas, principal pilar do *mainstream* econômico ao comércio internacional. Sua tese não era inovadora. Friedrich List no século XIX, mais tarde seguido por Mihail Manoilescu, Gustav Cassel e Hans Singer e economistas marxistas já havia chamando atenção às falhas da tese livre cambista da teoria clássica e neoclássica para o comércio internacional. No Brasil, antes de 1930, a crítica ao *mainstream* era encontrada em discursos de políticos, militares e empresários, tais como: Getúlio Vargas, Serzedelo Correa, Alcindo Guanabara e Jorge Street. Mas, o eco produzido pelo trabalho de Prebisch obrigou o *mainstream* econômico a procurar uma resposta às críticas de Prebisch. É talvez o único programa de pesquisa cuja ideia surgiu na periferia do sistema capitalista e irradiou em direção ao centro (FONSECA, 2011).

produtividade, teriam um ganho de poder de compra com o avanço do progresso nos países do centro. Entretanto, Raúl Prebisch negou o pressuposto da distribuição do progresso técnico. (COUTO, 2007).

> Se houvesse ocorrido, êsse fenômeno teria sido de profunda significação. Os países periféricos teriam aproveitado, com a mesma intensidade que os países cêntricos, a baixa dos preços dos produtos finais à indústria. Assim, os frutos do progresso técnico ter-se-iam repartido, igualmente, em todo o mundo, segundo a premissa implícita no esquema da divisão internacional do trabalho, e a América Latina não teria nenhuma vantagem econômica em sua industrialização. Pelo contrário, sofreria uma perda efetiva, enquanto não alcançasse eficácia produtiva igual à dos países industriais (*sic*). (PREBISCH, 1949, p. 55).

E ele prosseguiu argumentado que os fatos desmentem tal proposição:

> [...] desde os anos setenta do século passado até antes da segunda guerra mundial, a relação de preços se moveu constantemente contra a produção primária. [N]os anos trinta [1930] só se podiam comprar 63% dos produtos finais da indústria que se compravam nos anos setenta do século passado com a mesma quantidade de produtos primários; ou seja: necessitava-se, em têrmo médio, 58,6% mais de produtos primários para comprar a mesma quantidade de artigos finais da indústria (*sic*). (PREBISCH, 1949, p. 55).

Para Prebisch a causa da deterioração do termo de troca[76] era explicada: (i) pela rigidez dos salários no Centro durante o período do ciclo econômico de baixa[77]; (ii) pela tendência de desequilíbrio estrutural no balanço de pagamentos das nações da periferia[78]; (iii) pela elevada elasticidade-renda por importações de produtos manufaturados pela periferia; e (iv) pelo poder de monopólio dos preços no centro. Em consequência, com base na experiência de industrialização das economias mais avançadas da região no período entre guerras, Prebisch propôs a política de substituição de importação para superar os entraves ao desenvolvimento da região. (LOVE, 2007). Nesta perspectiva, Raúl Prebisch contribui à formulação de uma explicação latino-americana para o atraso econômico da região. Ele defendeu o projeto de industrialização como solução do subdesenvolvimento dos países latino-americanos, uma questão totalmente inexplorada pelo *mainstream* em teoria econômica.

---

[76] Em *The Distribution of Gains between Investing and Borrowing Countries* (1950), Hans W. Singer, economista das Nações Unidas, de forma independente, chegou a conclusões semelhantes à de Prebisch: que o progresso tecnológico nos bens manufaturados aumentou a renda per capita nos países desenvolvidos, enquanto que a produção de alimentos e matérias-primas comprimiu a renda nos países subdesenvolvidos (SINGER, 1950).

[77] No ciclo econômico de alta, os preços dos produtos primários sobem mais que o dos produtos manufaturados, mas caem de forma mais aguda no ciclo de baixa. O nível de organização dos trabalhadores - sindicalização - no Centro e na Periferia é determinante à questão. Parte importante do custo de produção, os salários no Centro e na Periferia faziam que os preços dos produtos primários e manufatores tivessem trajetórias distintas.

[78] Os Estados Unidos, novo centro dinâmico da economia mundial em substituição à Inglaterra, tendiam a exportar mais à América Latina do que importar, pressionando estruturalmente o balanço de pagamentos da região.

Na subseção a seguir revisitaremos o esforço do *mainstream* em teoria econômica de incorporar o progresso tecnológico em sua análise econômica. O progresso tecnológico já havia sido originalmente objeto de escrutínio de Adam Smith e Karl Marx, e, posteriormente, no século XX, retomado por Joseph A. Schumpeter, assim como pela escola estruturalista latino-americana. Contudo, na escola neoclássica, pelo menos na versão tradicional, ela ignora a importância do progresso tecnológico à prosperidade econômica, sendo considerado meramente um fenômeno puramente exógeno. Entretanto, o *gap* tecnológico e econômico entre as economias maduras e as em desenvolvimento obrigou o *mainstream* a rever a questão do progresso tecnológico, bem como incorporá-lo em seu referencial analítico. Na subseção a seguir, revisitaremos a literatura acerca do esforço de revisão do *mainstream* para incorporar o progresso tecnológico em sua análise.

2.1.5 Revisionismo[79] e incorporação do progresso tecnológico pelo *mainstream*

A esta altura do desenvolvimento de nosso trabalho já deve ter ficado evidente o fato do *mainstream* ignorar a importância do progresso tecnológico como força motora da mudança econômica. A ausência de um esquema analítico capaz de explicar com clareza a complexidade e a importância da mudança tecnológica ao desenvolvimento econômico, de modo intencional ou não, ofusca a devida compreensão do fenômeno.

Como já apresentado no capítulo 1, os economistas neoclássicos alteraram profundamente a análise econômica em pelo menos dois aspectos que ora sucintamente relembramos: (i) a mudança da ênfase do custo de produção[80] - teoria valor-trabalho - à teoria da oferta e da demanda; e (ii) o trabalho e capital passando a serem considerados como os principais fatores de produção, e, portanto ao mesmo nível. Outro ponto importante da abordagem neoclássica à compreensão do crescimento econômico, conforme tradição ricardiana, é a premissa de rendimentos decrescentes de escala. Tal pressuposto fragiliza a capacidade preditiva do esquema analítico neoclássico, bem como deixou os estudiosos desta corrente de pensamento numa situação desconfortável. A natureza contraditória do esquema

[79] Termo empregado por Giovanni Dosi, Keith Pavitt e Luc Soete para designar os economistas neoclássicos "heréticos" que passaram a considerar que: (i) as preferências e as funções de produção são semelhantes apenas entre países com mesmo nível de renda e a mesma estrutura econômica; (ii) o progresso tecnológico como um elemento endógeno da economias capitalista (DOSI; PAVITT, SOETE, 2002). Por isso, a contribuição deles passou a ser conhecida como a moderna teoria neoclássica.

[80] A mudança livrou o lucro da mácula de ser visto como fruto da exploração pela distribuição desigual da riqueza entre os dois fatores de produção, como Karl Marx, entre outros bem o perceberam.

de pensamento é evidente, e o cerne da questão é que é difícil, se não impossível, descrever o crescimento econômico num contexto de retornos decrescentes. A saída foi empregar o progresso tecnológico como variável explicativa exógena, e, portanto, não incorporada diretamente pelo modelo de análise. Paul Samuelson[81] expôs a questão da seguinte maneira: "Onde se verificam rendimentos crescentes substanciais", eles serão mais facilmente compreendidos se considerados como "advindos da tecnologia". (SAMUELSON, 1997, p. 255).

Mas como os economistas neoclássicos efetivamente conectaram o progresso tecnológico ao crescimento econômico? A ideia de progresso tecnológico endógeno foi introduzida originalmente por Adam Smith e Karl Marx, e, posteriormente, no século XX, aprofundada por Joseph A. Schumpeter - princípio da "destruição criativa". Na escola neoclássica, pelo menos na versão tradicional, o progresso tecnológico foi reduzido a um fenômeno puramente exógeno. O modelo neoclássico de crescimento econômico foi construído sobre os seguintes pressupostos: (i) que a razão capital trabalho depende da razão de preços dos fatores de produção (substituição); (ii) que os mercados operam sob concorrência perfeita; (iii) que a mudança tecnológica é exógena e aumenta a produtividade do trabalho. Como resultado, o modelo prediz que a taxa de crescimento da produção e do estoque de capital são equivalentes à taxa de crescimento da força de trabalho mais a taxa do progresso tecnológico (VERSPAGEN, 1992).

Robert Solow[82] foi o grande responsável por moldar o pensamento neoclássico moderno sobre o crescimento econômico[83], por isso, pode ser considerado o precursor do revisionismo neoclássico. Ele formalizou matematicamente o processo de produção por meio duma função

[81] Laureado com o prêmio Nobel em Economia em 1970 por sua contribuição ao desenvolvimento da teoria econômica estática e dinâmica.

[82] Laureado com o prêmio Nobel em Economia em 1987 por sua contribuição ao desenvolvimento da teoria do crescimento econômico.

[83] Seu artigo foi um divisor de águas à contabilidade do crescimento econômico. Entretanto, não foi o primeiro a fazer a decomposição das fontes de crescimento econômico. Por exemplo, em *Resource and Output Trends in the United States since 1870* publicada originalmente em 1956, Moses Abramovitz, empregando metodologia distinta a de Solow, chegou praticamente a mesma conclusão. Posteriormente, John W. Kendrick, por meio *Productivity Trends in the United States* (1961), constatou que 80% do crescimento da produtividade do trabalho no período 1869-1953, e 88,5% e no período 1909-1948, respectivamente, era explicada pela produtividade total dos fatores de produção (PTF) ou TFP no inglês (CRAFTS, 2009). A TFP é um parâmetro empregado para medir a mudança tecnológica numa da economia. Ela parte do princípio de que a produção total da economia é determinada pelo estoque de capital físico (máquinas, equipamentos, edifícios e demais instrumentos utilizados na produção) e força de trabalho (quantidade de pessoas em idade laboral ponderada pelo nível de escolaridade média dessa força de trabalho). Então, quando o crescimento da produção total da economia não for explicado pelo crescimento físico dos insumos capital e trabalho, infere-se que decorre do progresso tecnológico.

de produção agregada[84], que representa uma economia produzindo um único bem homogêneo (Y) com dois fatores de produção: capital físico ou material (K); força de trabalho (L).

$$Y_t = f(K_t, A_tL_t) \quad (1)$$

No modelo de Solow, a contribuição da força de trabalho ao crescimento econômico depende do crescimento físico do número de trabalhadores assim como do progresso técnico (ou parâmetro **A** da função de produção). A evolução tecnológica é considerada uma variável exógena. Então, um aumento em **At** provocará um deslocamento para cima da função de produção **Yt**, aumentando a quantidade total produzida.

A firma, por outro lado, é vista como uma organização que transforma fatores de produção em produtos à venda, e que obtém lucro por meio da diferença entre a receita das vendas de sua produção e os gastos com insumos. Para ela, a tecnologia nada mais é que a simples descrição do processo em que os insumos são transformados em produtos. Há uma infinidade de maneiras de descrevê-la, mas todas elas, de uma forma ou de outra, expressam os níveis de produção possíveis com uma dada combinação de insumos. Dito de outra forma, a tecnologia descreve o conjunto de resultados da produção possível para um determinado conjunto de fatores de produção (insumos), ao se empregar um dado método ou processo de produção.

Com o exposto, é possível estabelecer mais uma crítica à teoria neoclássica sobre a questão tecnológica: o "resíduo" ou o progresso tecnológico é responsável por grande parte do crescimento econômico sustentado, e isto é ignorado pela teoria neoclássica. Como foi possível tal "distração"? Como bem observou Joan Robinson, na visão neoclássica o progresso técnico nos é dado como um maná do paraíso, fornecido por Deus e os engenheiros (BUTTER; HOFKES, 2006). Na prática, a teoria neoclássica se mostrou incapaz de explicar a persistência do crescimento econômico, sobretudo pela incorporação contínua de progresso tecnológico. Em sintonia com Joan Robinson, Giovanni Dosi manifestou sua insatisfação com a teoria neoclássica, que lhe causava uma "sensação de irritação intelectual diante de articuladas construções repletas de abstrações incorretas e de inaceitáveis fantasias ideológicas". (DOSI, 2006, p. 13). Corrobora para esta crítica o fato de que:

> [...] não mais do que 15% do crescimento medido no produto dos EUA ao final do século XIX e na primeira parte do século XX podiam ser atribuídos ao crescimento dos insumos medidos de capital e trabalho. O "resíduo" de 85%, notavelmente elevado, sugeriu que o crescimento econômico da

[84] Nossa preocupação neste trabalho não é com o rigor matemático do modelo de crescimento de Solow. A formulação matemática será apenas empregada para apresentar a estrutura básica do modelo. Isto significa que a nossa análise não se ocupará das soluções matemáticas do modelo. Ao contrário, nossa preocupação central é de como o progresso técnico contribui com o desenvolvimento econômico.

> economia norte-americana no século XX resultou predominantemente da extração de mais produto de cada unidade de insumo na atividade econômica, ao invés do mero uso de mais insumo. (MOWERY; ROSENBERG, 2005, p. 14).

Em outro esforço para vencer as limitações da abordagem neoclássica tradicional à conexão entre mudança técnica e crescimento econômico, Kenneth J. Arrow[85] (1962) publicou *The Economic Implications of Learning by Doing*, com o qual assumiu a existência de importantes externalidades ou transbordamentos decorrentes do progresso tecnológico - conhecimento tecnológico empregado para desenvolver novos métodos de produção. Ele, "seguindo o modelo de Solow" assumiu que "o progresso técnico é completamente incorporado em novos bens de capital". (ARROW, 1962, p. 157). Então, as novas unidades de bens de capital eram melhores e mais fortes que as velhas, e, por isso, mais eficientes - produziam mais empregando menos força de trabalho; logo eram preferidas em detrimentos das velhas.

Arrow[86] concluiu que o conhecimento técnico era uma consequência não intencional da experiência do processo de produção de novos bens de capital, num processo por ele denominado de "aprender fazendo". Este processo foi assumido por ele como puramente externo às firmas (AGHION; HOWITT, 1999). Tal fato é de suma importância à análise econômica. Ele, ao deixar de explicar os meios de obtenção de tecnologia pelas firmas, deixou subentender que ela pode ser comprada livremente no mercado por intermédio da aquisição de bens de capital. Tal hipótese é tão irreal quanto supor que uma firma que tivesse descoberto um método de produção poupador de insumos fosse vendê-lo para qualquer concorrente.

Arrow simplesmente ignorou a questão da apropriação (internalização) da tecnologia. Ele considerou uma indústria operando com uma curva de demanda negativamente inclinada, com custo unitário de produção constante graças ao fato da tecnologia ser livremente apropriada pelas firmas no interior da indústria. Em tal contexto, caso um inventor introduzisse uma nova técnica permitindo redução no custo de produção, com um nítido potencial de benefício social à indústria (WINTER, 2006).

Com isso, Arrow ofereceu suporte teórico à hipótese de que a tecnologia fosse considerada um bem público ou bem livre. Deste modo, as firmas usuárias de tecnologia poderiam confiar o seu desenvolvimento a outras firmas; não era necessário desenvolvê-la,

---

[85] Em 1972, ele e John Hicks foram laureados com o prêmio Nobel em Economia em 1972 pela contribuição pioneira no campo do equilíbrio geral e bem-estar econômico.

[86] Um aspecto inovador da análise de Arrow foi admissão da possibilidade de retornos crescentes de escala no processo produtivo, já que o modelo neoclássico tradicional assumia a hipótese de retornos constante de escala (VERSPAGEN, 1992).

bastava, para tanto, comprá-la ou copiá-la de alguém. Diante do exposto, é possível levantar uma questão perturbadora: sendo a tecnologia um bem puramente público, haverá incentivo econômico para um agente econômico produzi-la e vendê-la? A resposta para tal indagação exige a ponderação de três questões relevantes: (i) Schumpeter explicou que o poder de monopólio era o principal meio de apropriação dos frutos da inovação - lucro extranormal; (ii) o sistema de patentes pode criar uma proteção legal à imitação; e (iii) o tempo de espera deve oportunizar ao inovador o tempo suficiente para recuperar os custos com inovação. Desta forma, mesmo considerando a tecnologia como de fato transferível ao mercado, é claro que há uma defasagem entre o surgimento da inovação e o tempo que as firmas queiram efetivamente disponibilizá-las. A defasagem é justamente o período de tempo que a firma entende como necessário para recuperar o capital investido mais os lucros com a inovação. Então haveria sim uma barreira econômica à convergência tecnológica (VERSPAGEN, 1992).

Outra contribuição que buscou superar as limitações da abordagem neoclássica tradicional à questão do progresso técnico emergiu de modelos empíricos mais sofisticados para tornar endógeno o progresso técnico, os quais incorporavam: (i) o investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D); e (ii) o investimento em capital humano por meio do processo de aprendizado (BUTTER; HOFKES, 2006). Os principias responsáveis pelo desenvolvimento de modelos de crescimento endógeno foram Paul Romer e Robert Lucas nos anos 1980. Paul Romer expressou sua inconformidade com o instrumental analítico da teoria neoclássica tradicional em explicar a contribuição do progresso técnico ao crescimento econômico da seguinte maneira:

> Meu trabalho original sobre o crescimento (Romer, 1983, 1986) foi motivado principalmente pela observação de que no amplo movimento da história, economistas clássicos como Malthus e Ricardo chegaram a conclusões completamente erradas sobre as perspectivas de crescimento. Com o tempo, as taxas de crescimento vêm aumentando, não diminuindo. Lucas (1988) enfatizou o fato de que os padrões internacionais de migração e diferenciais de salários são muito difíceis de conciliar com o modelo neoclássico. Se a mesma tecnologia estivesse disponível em todos os países, o capital humano não passaria de lugares onde ela é escassa para lugares onde ela é abundante e o mesmo trabalhador não iria ganhar um salário mais alto depois de se mudar das Filipinas para os Estados Unidos. (ROMER, 1994, p. 11).

O modelo de Romer foi segmentado em três setores: setor de pesquisa - emprega trabalho e produção de pesquisas (desenhos, esquemas e licenças), sendo as licenças pelo uso de suas criações vendidas ao setor produtor de bens intermediários. Por fim, o setor de bens de consumo final combina o insumo trabalho com os bens intermediários para obter bens finais. O transbordamento - *Spillovers* / externalidades - se origina no setor de pesquisa, já que

o conhecimento incorporado não é excludente. Uma vez que o projeto é desenvolvido, todos os demais pesquisadores poderão vê-lo, bem como facilmente desenvolver novos projetos a partir de modelo conceitual existente. O crescimento decorre da investigação, logo é positivamente relacionado com o estoque de projetos, que cresce ao longo do tempo. Quanto maior o número de investigadores, maior o ritmo de crescimento econômico (MARÉ, 2004).

A despeito do esforço revisionista da teoria neoclássica de incorporar importantes aspectos da dinâmica econômica contemporânea: pesquisa e desenvolvimento, aprendizado tecnológico, transferência tecnológica, e *spillovers* tecnológicos, por exemplo. A nosso ver, ela continua oferecendo um referencial analítico inadequado à compreensão e a incorporação da inovação tecnológica na esfera econômica. A discussão teórica sobre o tema da inovação tecnológica não se restringe às correntes anteriormente discutidas. Por conta de seu papel na construção teórica de nossa tese, optamos por discutir a teoria evolucionária numa seção a parte, juntamente com o debate sobre política industrial. É o que faremos a seguir.

2.2 Teoria evolucionária[87]: a teoria da assimilação[88] e sua contribuição à reformulação da compreensão do comportamento da firma

A abordagem evolucionária é o esforço mais bem elaborado com vistas à construção de um arcabouço teórico compatível com o comportamento da firma, assim como do processo de aprendizado e emulação tecnológica. Nesse sentido, duas obras contribuíram à sua elaboração: A Economia da Inovação Industrial (1974) de Cris Freeman e Luc Soete, e Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica (1982) de Richard Nelson e Sidney Winter. A primeira obra ganhou tal importância por continuar às ideias de Schumpeter, especialmente em: (i) defender o progresso técnico como motor do processo evolucionário da firma e do mercado; (ii) e aperfeiçoar a teoria dos ciclos de Schumpeter, colocando a difusão da inovação tecnológica no centro dos ciclos da economia mundial. Já a obra de Nelson e Winter, amparada pelos trabalhados de Schumpeter e Hebert Simon, ampliou a ideia da biologia econômica para reformular a teoria da firma (SANTOS; FERREIRA; REIS, 2011).

[87] Também conhecida como abordagem neoschumpeteriana.
[88] Expressão originalmente empregada por Nelson e Pack (1999) para enfatizar a ideia da metáfora da biologia econômica no processo cognitivo de aprendizado tecnológico da firma. A ideia é utilizada como antônimo da noção de teoria da acumulação neoclássica, que explicam o processo de aprendizado tecnológico como consequência automática da elevação no investimento em capital físico e humano numa sociedade.

Ela revigora e renova a abordagem Schumpeteriana, permanecendo fiel na crença de que as inovações e a mudança tecnológica são o núcleo do desenvolvimento econômico.

Desde há muito tempo, os economistas aventaram a ideia de considerar a economia como uma ciência evolucionária, mais precisamente no fim do século XIX. Por exemplo, Karl Marx, pela sua contribuição à compreensão do desenvolvimento histórico das forças produtivas e da mudança tecnológica, foi considerado um dos precursores da teoria evolucionista. Em 1883, numa homenagem em seu funeral, Frederick Engels comparou a teoria do desenvolvimento da história humana à lei do desenvolvimento orgânico da natureza de Charles Darwin.

Pouco depois, em 1898, Thorstein Veblen levantou a seguinte questão: "Porque é que a economia não é uma ciência evolutiva?" (VEBLEN, 1998, p. 373). Com isso, ele argumentou que a teoria econômica deveria ocupar-se em explicar a evolução e a mudança, em vez de se debruçar sobre a ilusão de um equilíbrio estático, como se preocupavam os neoclássicos. Alfred Marshall também flertou com a natureza evolucionária do capitalismo. Ele argumentou que a "Meca do economista está antes na Biologia econômica do que na Dinâmica econômica". (MARSHALL, 1996, p. 62). Além do mais, "os economistas muito têm a aprender com as recentes experiências da biologia". (MARSHALL, 1996, p. 118).

Schumpeter foi outro a flertar com a ideia de biologia econômica. Ele, ao destacar a importância do princípio da "destruição criativa" ao desenvolvimento das forças produtivas e da própria acumulação de capital, como outrora já enfatizado por Karl Marx, deu grande contribuição à compreensão da natureza dinâmica do sistema capitalista. Para Schumpeter, o impulso fundamental que mantém a máquina capitalista em movimento decorre das inovações: novas mercadorias, novos métodos de produção, novas formas de organização capitalista, novos mercados para a empresa capitalista. Em *Business Cycles* (1939), Schumpeter afirmou que as "mudanças no processo econômico trazida pela inovação, juntamente com todos os seus efeitos" deve ser chamada de "evolução econômica". (SCHUMPETER, 1939, p. 83).

Já Friederich A. Hayek, com um olhar institucionalista enxergou o mundo evolucionista baseado em regras que orientam os indivíduos num processo de aprendizado social e coletivo (GANEM, 2012). Para Haeyk, a ordem espontânea é produto das regras. Assim, a ordem social só é possível porque os indivíduos seguem regras.

Nos anos 1950 e 1960, Milton Friedman, Armen Alchian e Gary Becker buscavam incorporar elementos evolucionários na teoria neoclássica. Eles, amparados pela simples

analogia da seleção natural, procuravam deslocar a crítica da premissa de maximização de lucros pelas firmas do nível individual para o agregado, mas sem romper com o *mainstream*.

Entretanto, o esforço efetivo à incorporação de elementos evolucionários pela teoria econômica foi dado por Richard Nelson e Sidney Winter, por meio do livro Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica (POSSAS, 2008). Nas palavras de Mario Possas:

> [...] uma característica central dessa contribuição é a articulação, a meu ver bastante bem dosada, entre elementos extraídos - em princípio, por analogia - da biologia evolucionária e uma forte presença de ingredientes de teoria econômica que os autores denominam não-ortodoxos (não-neoclássicos), pelo abandono deliberado dos pressupostos tradicionais de maximização e de equilíbrio, em benefício de comportamentos e estratégias mais realistas sob incerteza e racionalidade limitada [...]. (POSSAS, 2008, p. 281).

A compreensão da mudança econômica não é tarefa fácil. A isto, acrescenta-se o fato da inadequação do arcabouço teórico disponibilizado pelo *mainstream* econômico em oferecer uma explicação satisfatória à questão. Isto abriu espaço ao surgimento de novas abordagens econômicas para explicar a mudança econômica, e a saída foi encarar o desenvolvimento econômico como um processo evolucionário, com o aprendizado tecnológico alçado a condição de protagonista central no processo de mudança. Pesquisas empíricas nos anos 1950 e 1960 sobre as fontes de crescimento econômico mostraram que o progresso tecnológico foi o seu grande propulsor (ABRAMOVITZ, 1956; KENDRICK, 1961; SOLOW, 1957). Isto aguçou o interesse acadêmico pelo assunto, assim como o de revistar o assunto inovação tecnológica, como realizado por Schumpeter algumas décadas antes (NELSON, 2006).

Em geral, o *mainstream* em teoria econômica tem se mostrado incapaz de oferecer uma explicação adequada ao fenômeno. Exceção à regra, merecem destaque, como já apresentado na seção anterior, os esforços de Keneth Arrow, Paul Romer e Robert Lucas que procuraram incorporar o progresso tecnológico na análise econômica neoclássica. A despeito destes esforços, Richard Nelson e Sidney Winter expressam sua insatisfação com o instrumental analítico da ortodoxia econômica à questão. Dizem eles:

> Os melhores livros-texto são notavelmente insistentes a respeito do valor científico de conceitos abstratos e da teorização formal, e costumam pedir poucas desculpas pelo emprego de fortes simplificações e extremas abstrações. (NELSON; WINTER, 2005, p. 22).

Os autores apresentaram uma teoria formal da atividade econômica impulsionada pelo progresso tecnológico. Eles tinham como propósito compreender o progresso técnico, suas fontes e seus impactos na atividade econômica. Para isso, comprometeram parte da obra para desenvolver uma abordagem alternativa do comportamento da firma consistente com as ideias

de Schumpeter, e, na outra parte, procurou afastar-se da ortodoxia econômica (NELSON, 1994). A passagem abaixo dá o tom do desapontamento deles com a ortodoxia econômica:

> Achamos que essa concepção está errada, e seriamente errada. Na teoria ortodoxa da decisão, a capacidade de processar a informação é invariavelmente tratada como sem custos e ilimitada. [...] o homem econômico é um matemático perfeito. Entre outras e mais consequentes implicações, isso significa que os atores representados na teoria econômica já conhecem todos os teoremas [...] que os teóricos lutam para provar. Essa afronta à realidade não é inócua. Ela abre a porta para a dependência completa de uma noção de comportamento pré-planejado [...]. (NELSON; WINTER, 2005, p. 107).

Os motivos que levaram ao aparecimento da teoria evolucionária decorrem da convergência de três fatores básicos: (i) reconhecimento da incapacidade da abordagem neoclássica - teorias do equilíbrio geral e racionalidade dos agentes econômicos - de explicar importantes fenômenos econômicos, tais como: geração da mudança tecnológica e diversidade de padrões de crescimento; (ii) rica literatura empírica sobre a natureza do processo de inovação e das instituições mostram que a perspectiva da teoria evolucionária pode ser útil no campo da pesquisa aplicada; e (iii) o desenvolvimento de equipamentos computacionais mais sofisticados que permitiram tratamento analítico mais rigoroso ao processo evolutivo - sistemas dinâmicos (DOSI; NELSON, 1994).

Sob a perspectiva metodológica, a insatisfação da teoria evolucionária com o *mainstream* assenta-se em dois argumentos. O primeiro busca rechaçar o equilíbrio como norma - a teoria evolucionária flerta com o desequilíbrio, o qual é visto não apenas como um fenômeno intrínseco da sociedade capitalista, mas também como um evento gerador de impulsos microeconômicos por força da ação dos empresários. Mantendo-se fiel à tradição de Schumpeter, na teoria evolucionária o empresário é a entidade responsável pela inovação e pela consequente mudança estrutural. Tal comportamento, por sua vez, resulta na instabilidade dinâmica da estrutura econômica capitalista. “Esta é uma - talvez a divergência teórico-metodológica fundamental em relação aos modelos do *mainstream* [...]”. (POSSAS, 2002, p. 127). Para o *mainstream,* amparado pelo princípio da “mão invisível” de mercado de Smith, o empresário é uma entidade oculta. A microeconomia descreve a sociedade capitalista como composta apenas por consumidores, produtores, firmas e governo, mas sem lugar claro ao empresário.

No segundo argumento, a teoria evolucionária contesta a premissa de perfeita racionalidade nas escolhas do homem econômico neoclássico. Amparada em *From substantive to procedural rationality* de Hebert A. Simon (1976), a teoria evolucionária adota

a premissa de racionalidade limitada (*procedural rationality*) dos agentes econômicos em contraposição à ideia de racionalidade maximizadora (*substantive rationality).* Hebert Simon repreendeu a premissa de racionalidade maximizadora defendida pelo *mainstream,* que prediz que os agentes econômicos sejam dotados de capacidade irrestrita para escolher e atingir os seus objetivos. Segundo tal premissa, os agentes econômicos são oniscientes de suas decisões econômicas, isto é, são sábios conhecedores de suas escolhas, e sempre selecionarão a melhor de acordo com seu objetivo.

> Comportamento é substantivamente racional quando é apropriado à realização de determinados objetivos, dentro dos limites impostos por determinadas condições e restrições. Note-se que, por esta definição, a racionalidade do comportamento depende do ator em um único aspecto - seus objetivos. (SIMON, 1976, p. 130-1).

Na perspectiva da firma, a regra maximizadora é inapropriada porque pressupõe uma série de hipóteses que não podem ser conhecidas pelas firmas. Em contraposição, a teoria evolucionária aponta a necessidade de desenvolver uma concepção de firma, considerando que os empresários sejam dotados de características cognitivas próprias. A diversidade de comportamento dos agentes econômicos não pode, a priori, ser definida *ex ante*, já que depende do processo de aprendizado no decorrer das interações com o mercado e com as novas tecnologias (TIGRE, 1998).

> Precisamos de uma descrição do processo de escolha, que reconheça que as alternativas não são dadas, mas deve ser buscada, e uma descrição que leve em conta a árdua tarefa de determinar quais as consequências que se seguirão de cada alternativa. (SIMON, 1959, p. 272).

Em conformidade com Simon, a suposição de racionalidade maximizadora impede a compreensão adequada do processo decisório, bem por isso, ele propõe a substituição dela pelo conceito de racionalidade limitada (processual). Na prática, os agentes econômicos não possuem informações precisas sobre os demais agentes que compõem o mercado, portanto operando num ambiente permeado por incertezas[89].

Sob contexto de incertezas, o conceito de racionalidade limitada sugere que os agentes econômicos[90] busquem: (i) soluções satisfatórias e não otimizadoras; e (ii) substituir os objetivos abstratos e globais por sub objetivos alcançáveis, que possam ser observados e mensurados (SBICCA; FERNANDES, 2005). Mas o que os agentes sabem sobre o futuro? De modo geral, eles possuem conhecimento insuficiente para prever o futuro, e, com isso,

[89] É possível identificar uma convergência da ideia de incerteza proposta por Hebert Simon no plano microeconômico à noção de incerteza desenvolvida por John M. Keynes no plano macroeconômico.

[90] Além os objetivos supracitados, os agentes econômicos também devem dividir processo decisório entre diversos especialistas, coordenando seu trabalho através de uma estrutura de comunicação e relações de autoridade (SBICCA; FERNANDES, 2005).

controlar o resultado de suas ações. Para analisar como os agentes se comportam em condições de incertezas, é necessário entender como eles podem minimizar o problema da falta de conhecimento no processo de aprendizado. Em consequência da racionalidade limitada dos agentes econômicos, a teoria evolucionária atribuiu um importante papel às experiências passadas de aprendizado e ao caráter adaptativo do processo de tomada de decisão (DOSI; EGIDI, 1991).

Para teoria evolucionária, as firmas continuam comprometidas com o lucro e com as maneiras de aprimorá-lo. Entretanto, ela não supõe que as ações das firmas sejam para maximizar seus lucros por meio de um conjunto de escolhas bem definidas. Ao contrário, a teoria evolucionária flertou com a tendência de as firmas mais lucrativas expulsarem as mais débeis, mas sem empregar premissas hipotético-dedutivas não verificáveis no mundo real: (i) ideia de "equilíbrio coletivo" num mercado em competição perfeita; (ii) firmas deficitárias sendo banidas do mercado; e (iii) firmas competitivas com o mesmo tamanho (NELSON; WINTER, 2005). Dessa forma, na perspectiva evolucionária o desenvolvimento da firma e da sua capacidade de responder às mudanças - principalmente tecnológica - depende de quatro elementos fundamentais: (i) aprendizagem e rotina; (ii) *path dependency*; (iii) ambiente e seleção; e (iv) competência central (*core competence*) (TIGRE, 1998).

O primeiro elemento à compreensão do desenvolvimento da firma, diferentemente da teoria neoclássica da firma, é que na teoria evolucionária a firma é pensada como uma entidade dotada de memória organizacional que se esforça para aprender. O conhecimento e a informação são ingredientes centrais à teoria. A empresa é percebida como um agente econômico combinando recursos tecnológicos, trabalhadores habilidosos e regras de decisão, que, juntos, resultarão num conjunto de rotinas reproduzidas por meio da atividade prática - conhecimento econômico. Nestes termos, a rotina é entendida como o esforço passado de aprendizado (memória organizacional da firma), que tende a ser incorporado ao processo de produção de bens ou processamento de informações, e, a empresa é o agente processador de informações com capacidade para se adaptar e processar novas informações (HÖLZL, 2005). Nelson e Winter deram o seguinte sentido à palavra rotina:

> Utilizamos esse termo para incluir características das firmas que variam de rotinas técnicas bem especificadas para a produção de coisas, procedimentos de contratações e demissões, encomendas de novos estoques, ou aumentar a produção de itens de alta demanda [...]. Em nossa teoria evolucionária, essas rotinas assumem a função que os genes apresentam na teoria evolucionária biológica. (NELSON; WINTER, 2005, p. 32-33).

As rotinas são processos de decisão que requerem diferentes níveis de processamento de informação: de baixo ou de alto nível de informação repetitiva (HÖLZL, 2005). Desta perspectiva, as firmas aprendem por meio do processo de repetição e experimentação, os quais, ao longo do tempo, permitem que as tarefas sejam mais eficientes (rapidez e qualidade). Nelson e Winter mostram que o aperfeiçoamento da habilidade decorre do processo rotineiro:

> [...] uma sequência regular de comportamento coordenado que em geral é eficiente em relação aos seus objetivos, dado o contexto em que normalmente ocorre. Desse modo, a capacidade de sacar bem uma bola de tênis constitui uma habilidade, assim como a capacidade de elaborar um trabalho de carpintaria competente, de dirigir um automóvel, de operar um computador [...]. (NELSON; WINTER, 2005, p. 116-17).

Os autores também identificam três fatores importantes relacionados à habilidade: (i) são programáticas - a atual depende da anterior; (ii) parte do conhecimento contido nela é tácito - o ator executa determinadas rotinas sem plena consciência dos detalhes envolvidos na operação, logo ela não é facilmente articulada e reproduzível; e (iii) parte das escolhas inerentes ao exercício da habilidade são automáticas - opções selecionadas automaticamente sem a total consciência destas escolhas.

Dentre os três elementos sugeridos por eles, o segundo, de acordo com o propósito de nossa pesquisa, é o mais relevante, e, portanto merecedor de maior atenção. Mas, em que sentido os autores empregaram a ideia de conhecimento tácito? Uma resposta satisfatória a indagação é encontrada em *Personal Knowledge*, publicado originalmente em 1958 por Michael Polanyi. Para ele, existe um tipo de conhecimento que não é capturado pela linguagem ou pela matemática, por isso, só pode ser percebido por meio da ação prática. O conhecimento tácito é o conhecimento acumulado pelo ator, mas que ele próprio não é capaz de descrevê-lo na íntegra. Nesta perspectiva, a habilidade é consequência da observação de um conjunto de regras que não são conhecidas como tal pelas pessoas que buscam compreendê-la. A forma como Michael Polanyi descreve um conjunto de regras é esclarecedora:

> Regras da arte podem ser úteis, mas elas não determinam a prática duma arte, que são máximas, que podem servir como um guia para uma arte apenas se elas podem ser integradas ao conhecimento prático da arte. Elas não podem substituir esse conhecimento. (POLANYI, 2005, p. 52).

Com isso, a abordagem evolucionária proposta por Nelson e Winter supõe que o processo de aprendizagem da firma seja cumulativo, bem como dependente de rotinas organizacionais tácitas. Estas não são facilmente explicáveis, pois, na prática, se conhece mais

do que se pode transmitir, tanto na esfera do conhecimento científico como na organizacional. A teoria evolucionária assume que a transmissão do conhecimento é um processo gradual que depende de conhecimento e habilidades anteriores. A construção de uma habilidade requer o desenvolvimento de uma sequência de eventos ou ações a fim de transformar-se em conhecimento útil (TAPIA; CAPDEVIELLE, 1999). Por isso, os autores propuseram que:

> [...] a rotinização das atividades de uma organização constitui a forma mais importante de estocagem de conhecimento específico da organização. Basicamente, reivindicamos que a organização lembra fazendo [...]. (NELSON; WINTER, 2005, p. 153-54).

O segundo elemento à compreensão ao desenvolvimento da firma é a dependência da trajetória *(path dependence*[91]). O conceito incorpora a ideia de que a mudança tecnológica tem uma íntima ligação com o passado. De fato, a dependência da trajetória não separa as inovações tecnológicas do presente com os desenvolvimentos passados, mas, ao contrário, pressupõe uma conexão intertemporal - continuidade no processo de mudança tecnológica. O principal argumento do conceito é que as inovações tecnológicas e sua base de conhecimento são dependentes de antecedentes históricos do progresso tecnológico. (SCHIENSTOCK, 2011). Giovanni Dosi descreve a trajetória da inovação tecnológica da seguinte forma:

> É provável que o "progresso" numa trajetória tecnológica conserve certos aspectos cumulativos: nesse caso, a probabilidade de futuros avanços também se relaciona com a posição que uma empresa ou país já ocupam vis-à-vis a fronteira tecnológica existente. (DOSI, 2006, p. 46-47).

Visto desta perspectiva, o desenvolvimento tecnológico da firma depende de escolhas passadas, com o avanço tecnológico condicionado pelas escolhas tecnológicas tomadas no passado. Deste ponto de vista, a análise histórica da evolução das forças produtivas importa, já que a firma adquire experiência por intermédio de conhecimento acumulado desde o passado. A forte abordagem da trajetória da dependência reside na importância atribuída à sequência específica de eventos históricos do passado. Por ela, as escolhas técnicas podem influenciar o conhecimento e tecnologia no futuro (RUTTAN, 1997).

Na perspectiva da dependência da trajetória (*path dependence)* uma ideia inovadora sempre tenderá ter ligação com uma ideia passada. O automóvel é um bom exemplo dessa abordagem. O princípio do motor de combustão interna que hoje impulsiona os veículos foi inventado a mais de um século, a roda então é uma invenção bem mais antiga ainda. Esta ligação intertemporal proposta pela dependência da trajetória (*path dependence*) tem duas

[91] Inspirado no trabalho de Brian Arthur sobre *path dependence*, Paul David (1985), por meio do trabalho sobre a adoção do padrão QWERTY para máquinas de escrever, procurou mostrar como as escolhas tecnológicas podem ser determinadas pelo domínio de mercado e pela aprendizagem acumulada, mesmo que o padrão tecnológico preponderante não fosse o mais eficiente (DAVID, 1985).

implicações importantes: (i) a mudança tecnológica presente tem potencial de influenciar as tecnologias futuras; e (ii) o processo de mudança tecnológica tende a ocorrer de modo cumulativo. Nelson e Winter ao se pronunciarem sobre a dependência da trajetória de aprendizagem o fizeram da seguinte maneira:

> Uma vez que temas como esses são levantados e parcialmente resolvidos mediante um processo sequencial e contingente de escolha, há um sentido segundo o qual os objetivos da organização são um fenômeno histórico dependentes de certa trajetória. (NELSON; WINTER, 2005, p. 111).

Por este motivo, a trajetória tecnológica assume um componente inercial, em que as mudanças tecnológicas subsequentes dependem de escolhas tecnológicas anteriores, bem como sedimentam a liderança de tecnologias já consolidadas (PESSALI; FERNANDEZ, 2006).

O terceiro fator importante à compreensão do desenvolvimento da firma é o ambiente de seleção. Muito popular na segunda metade do século XIX, ele foi tomado emprestado de Charles Darwin e Hebert Spencer que, em sintonia com as ideias de Malthus - crescimento populacional - desenvolveram o mecanismo de seleção natural da sobrevivência das espécies mais aptas (RESCHKE, 2005).

Do ponto de vista econômico, num contexto de disputa, a concorrência de mercado cria um ambiente semelhante à seleção natural biológica, com as empresas mais eficientes sobrevivendo e as menos perecendo. Em *Uncertainty, Evolution, and Economic Theory* (1950), Armen Alchian propôs que o processo de seleção natural das firmas em diferentes mercados dependia do comportamento e dos resultados delas, e não das motivações. E, mesmo que as firmas nunca realmente tentassem maximizar os lucros, o processo de seleção e imitação iria garantir a sobrevivência das empresas mais rentáveis. De modo conciliatório, Alchian percebeu a ideia de seleção evolutiva não como antagônica à hipótese de maximização de lucro pelas firmas (ALCHIAN, 1950). Procurando estabelecer uma fusão entre o *mainstream* em teoria econômica e a visão evolucionária do comportamento econômico, ele concluiu que, no longo prazo, aquelas firmas com desempenho econômico negativo (rentabilidade negativa) tenderiam a ser banidas do mercado (RESCHKE, 2005).

Na contramão, Edith Penrose, em *Biological Analogies in the Theory of the Firm* (1952) refutou o uso de analogias biológicas para explicar o comportamento econômico das firmas. Ela criticou a ideia de ciclo de vida às firmas: no longo prazo as firmas nascem, crescem, amadurecem e morrem. Para ela, o crescimento das firmas depende de decisões humanas que

se orientam por estratégias em busca do crescimento organizacional (PENROSE, 1952). Disse ela:

> [...] temos todas as razões para crer que o crescimento duma empresa é determinado por aqueles que tomam as decisões da empresa e [...] a prova disso está no fato de que ninguém pode descrever o desenvolvimento de uma determinada empresa ou explicar como ela veio a ser do tamanho que é, exceto em termos de decisões tomadas por homens individuais. Tais decisões, com certeza, são limitadas pelo ambiente e pela capacidade dos homens que as tomam, mas nós não conhecemos "leis" gerais predeterminantes das escolhas dos homens [...]. (PENROSE, 1952, p. 808).

Penrose também criticou o esforço de Armen Alchian de conciliar a premissa de maximização de lucro neoclássica com a visão evolucionária do comportamento das firmas, para quem a explicação do *mainstream* sobre os processos econômicos era desconectada da motivação humana. Assim como Schumpeter, ela defendeu a tese de que as empresas buscam o lucro, mas não procuram maximizá-lo como principal objetivo. Afastando-se do *mainstream*, Penrose focou sua análise na inovação como fonte de lucros, e o meio para tanto era o processo de aprendizagem para desenvolver novas aplicações - mudança tecnológica. Em sintonia com Schumpeter, Penrose também preferiu olhar à inovação como a única base sólida ao crescimento das empresas, em contraposição à estratégia de curto prazo de ganhos decorrentes de práticas monopolistas ou poder de mercado (CANTWELL, 2000). Para Penrose, os "exemplos de crescimento por longos períodos passíveis de serem atribuídos exclusivamente a tal proteção são raros, embora elementos dessa proteção possam ser encontrados em quase todas as grandes firmas". (PENROSE, 2006, p. 181).

A despeito de sua crítica às analogias biológicas para explicar o comportamento econômico das firmas, Edith Penrose contribui decisivamente ao debate sobre a função objetivo da firma. Ela, assim como Schumpeter, enfatizou que as firmas utilizam-se das inovações tecnológicas para aperfeiçoar seu desempenho econômico. Tal conexão é muito útil à compreensão da relação da mudança econômica com o desenvolvimento econômico. Penrose, como já feito por Schumpeter, também contribui à introdução da inovação como critério de seleção do desempenho das firmas. De certo, tal ideia contribui para fundamentar o processo de transformação das forças produtivas.

Sob o jugo do capitalismo contemporâneo, o processo de seleção das firmas é ativado por um conjunto de rotinas que formam a base de conhecimento da firma, materializado em mudanças nos produtos e processos produtivos que resultam em vantagem competitiva às firmas. Com isso, é comum elas buscarem disponibilizar ao mercado coisas diferentes e de melhor qualidade que seus rivais para manterem ou alcançarem a liderança de mercado

(METCALFE, 1998). Logo, não há um único critério de seleção. Por exemplo, as firmas também podem ser avaliadas pelo critério: (i) do mercado financeiro: fluxo de caixa, lucro contábil, expectativas que os investidores têm sobre os lucros futuros da firma; ou (ii) mercado de produtos: qualidade relativa dos seus produtos, seus preços, pós-venda de manutenção, atrasos na entrega, redes de comercialização. Assim, o critério de seleção das firmas é multidimensional, evolvendo mudanças tecnológicas ou econômicas que interferem nas oportunidades de crescimento e sobrevivência das firmas (DOSI; NELSON, 1994).

Por fim, o último fator à compreensão do desenvolvimento da firma é a competência central (*core competence*). Trata-se do agregado de competências tecnológicas, ativos secundários e rotinas que proporcionam uma vantagem competitiva à firma em relação aos seus rivais. Ela normalmente é tácita e, portanto, não facilmente transferível. Na prática, a competência é um parâmetro da capacidade da firma tanto para resolver problemas técnicos como organizacionais (TEECE, 1994).

Até agora vimos o esforço de aprendizado na perspectiva da firma. Mas como esta questão perpassa ao plano macro - o país? A resposta para tal indagação é preliminarmente encontrada em *Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation* de Giovanni Dosi (1998). Nessa obra, ele desenvolve a noção de paradigma tecnológico, o qual define como "um padrão de solução de problemas tecnoeconômicos selecionados, baseados em princípios" derivados das "ciências naturais", assim como o conjunto de regras "específicas à aquisição de novos conhecimentos e a sua proteção, sempre que possível", de sua rápida propagação para os seus concorrentes (DOSI, 1988, p. 1127). Dito de outro modo, o paradigma tecnológico pode ser definido como todas as técnicas usadas para criar, desenvolver, produzir e vender um produto ou serviço. Com isso, o autor defende a ideia de que há uma estrutura (paradigma) na qual existe um problema, um método de pesquisa e a solução para o mesmo, sendo que o esforço de inovação para resolver "problemas" é a chave do progresso. Desta forma, a evolução de diferentes tecnologias materializadas em produtos e processos empregados para resolver problemas no sistema produtivo resultaria na "trajetória tecnológica" (COHEN, 2006).

Em *The Convergence of Productivity, Its Significance, and Its Varied Connotations* (1994), Richard Nelson, William Baumol e Edward Wolff discutem, com ênfase nas instituições, a natureza das limitações ao crescimento econômico interestatal. Para eles, a instituições têm a capacidade de antecipar e lidar com as mudanças sistêmicas na atividade econômica, assim como de determinar a eficiência econômica. Esta ideia contém o germe da

teoria evolucionária. A mudança tecnológica, por meio da transformação da base material de existência, produz tensões sobre as instituições (práticas, formas de organização e relações sociais) que promovem o surgimento de inovações institucionais (NELSON; BAUMOL; WOLFF, 1994).

Desta forma, a concretização da mudança tecnológica requer o apoio de uma ampla gama de instituições principalmente por intermédio da oferta de conhecimentos e habilidades com intuito de apoiar o esforço de aprendizado tecnológico das firmas individuais (METCALFE, 1994). Mas, quem deve estimular a capacidade tecnológica nacional? Antes de responder tal questão é necessário explicar o sentido desta ideia.

> A capacidade tecnológica nacional é o conjunto de habilidades, experiências e esforços que permitem que as empresas de um país adquiram, utilizem, adaptem, aperfeiçoem e criem tecnologias com eficiência. Embora a empresa individual continue sendo a unidade fundamental da atividade tecnológica, a capacidade nacional é mais que a soma de aptidões das empresas individuais. Ela abrange o sistema extra-mercado das redes e vínculos entre empresas, os estilos de fazer negócios e a rede de instituições de apoio. Estas afetam de modo significativo a maneira pela qual as empresas interagem entre si e a eficácia com a qual trocam informações requeridas para coordenarem suas atividades e beneficiarem-se do aprendizado coletivo. (LALL, 2005, p. 26).

Do ponto de vista metodológico, como já enfatizado na primeira parte deste capítulo, o *mainstream* não aborda a questão tecnológica de maneira satisfatória. Ela a considera um fenômeno exógeno que "perturba temporariamente o equilíbrio geral. Depois de um processo de ajuste que reflete o mecanismo de preços, é estabelecido um novo estado de equilíbrio". (LUNDVALL, 2009, p. 18). Em termos práticos, a teoria neoclássica assume que a tecnologia: (i) é facilmente transferível entre organizações, sem nenhuma restrição à dimensão transfronteiriça; e (ii) pode ser gerenciada pelos mecanismos de mercado. Visto desta perspectiva, não seria necessário, então, que os países com menor desenvolvimento tecnológico despendessem recursos e tempo com a geração e a gestão de competência tecnológica.

Nas sociedades capitalistas modernas a prosperidade material é fruto do conhecimento e de sua aplicação prática. Diferenças no padrão de vida no plano internacional, regional ou inter-regional são facilmente explicáveis pelas diferenças no domínio do padrão tecnológico vigente. De fato, historicamente o conhecimento foi distribuído de forma desigual entre indivíduos e nações. Como já observado por Simon Kuznets, em Crescimento Econômico Moderno: Ritmo, Estrutura e Difusão (1966), o aumento no estoque útil de conhecimento, sua extensão e aplicação são a essência do crescimento econômico moderno. Não importa o lugar

onde as inovações tecnológicas apareceram, o crescimento econômico de qualquer nação é dependente da sua capacidade de adoção (TEECE, 1981).

Independentemente da discussão sobre a predisposição das firmas e países detentores de conhecimento em transferi-lo, uma questão também muito importante no debate acadêmico é a capacidade de absorção de conhecimento pelas firmas dos países tecnologicamente menos desenvolvidos. Ela é geralmente entendida como a capacidade da firma para se apropriar de informações e conhecimentos disponíveis por meio da interação com outras firmas, usuários ou ofertantes de conhecimento (como por exemplo, instituições de pesquisa). Isto requer a capacidade da firma de: (i) reconhecer o valor da informação ou do conhecimento necessário ao processo de aprendizado; e (ii) ser capaz de adquiri-la, assimilá-la, transformá-la e explorá-lo (SZOGS; CHAMINADE; AZATYAN, 2008).

A capacidade da firma de engajar-se no processo de aprendizagem interativo é fundamentalmente dependente da acumulação de capital humano qualificado. Em geral, as firmas dos países em desenvolvimento têm acesso limitado ao capital humano e a competência na gestão. Com isso, sua capacidade de absorção de conhecimento é insuficiente (SZOGS; CHAMINADE; AZATYAN, 2008). Sobre a dificuldade de absorção de conhecimento pelos países em desenvolvimento, Sanjaya Lall argumenta que:

> A máquina (*hardware)* está disponível igualmente para todos os países, mas os elementos não-incorporados igualmente da tecnologia não podem ser adquiridos ou transferidos como produtos físicos. É difícil localizar o conhecimento tecnológico, assim como fixar seu preço e avaliá-lo; sua transferência não pode ser inteiramente incorporada em equipamentos, instruções, patentes, projetos ou esquemas. (LALL, 2005, p. 28).

Na prática, a abordagem neoschumpeteriana é a mais apropriada à compreensão da mudança tecnológica e do processo de aprendizado tecnológico, já que ela pode "proporcionar perspectivas muito mais profícuas a respeito de como e por que alguns países administram o desenvolvimento e a mudança tecnológica melhor que os outros." (LALL, 2005, p. 27).

A razão disto reside no fato dela descrever o ambiente econômico permeado por relações interdependentes entre as empresas e o conjunto das instituições: universidades, institutos públicos de pesquisa, agências públicas e privadas de fomento ao investimento em inovação e o sistema educacional. Bengt-Åke Lundvall denomina este processo interativo de sistema nacional de inovação[92], no qual o recurso fundamental à sociedade moderna é o

[92] Não se trata de uma ideia original, ela já havia sido abordada por outros autores. Assim, por exemplo, guardada as devidas proporções, no século XIX Georg Friederich List usou a expressão Sistema Nacional de Economia Política no título de sua mais célebre obra, na qual defendeu o fortalecimento da unidade nacional para o fortalecimento das forças produtivas, bem como, em crítica direta a Adam Smith e David Ricardo,

conhecimento, e consequentemente o processo mais importante é o de aprendizado (LUNDVALL, 2009). Então, num contexto de aceleração e destruição do conhecimento:

> [...] os indivíduos e as instituições precisam renovar suas competências mais frequentemente do que antes, pois os problemas que enfrentam mudam mais rapidamente. [...] em uma gama de atividades econômicas, o que conta não é tanto o acesso a um estoque de conhecimento especializado. A chave do sucesso está no rápido aprendizado e esquecimento (quando formas ultrapassadas de realizar atividades atrapalham o aprendizado de novas formas). (JOHNSON; LUNDVALL, 2005, p. 85-86).

Em *Co-evolution of Industry Structure, Technology and Supporting Institutions, and the Making of Comparative Advantage* (1994), Richard Nelson abordou a questão da interdependência entre os diversos atores responsáveis pela mudança econômica. Ele demonstrou que a coevolução[93] de tecnologias e estruturas industriais depende da interação das firmas e instituições de fomento à indústria tais como universidades, institutos públicos de pesquisa, agências públicas e privadas de fomento ao investimento em inovação e o sistema educacional. A coevolução é complexa e diferente entre países, portanto o nascimento e o desenvolvimento de indústrias serão determinados pela dinâmica coevolutiva das instituições de cada país (NELSON, 1994).

A partir do exposto, a teoria neoschumpeteriana "fornece melhores abordagens sobre as imperfeições de mercado em tecnologia e informação do que a convencional [...]." (LALL, 2005, p. 26). A perspectiva evolucionária indica que o esforço de absorver e utilizar a tecnologia é algo bem mais complexo do que o previsto pela teoria neoclássica. Neste sentido, cabe indagar o papel do Estado neste processo? A racionalidade teórica do enfoque neoschumpeteriano cria as condições ao emprego da política industrial para estimular a:

> [...] mudança tecnológica e também ao ambiente econômico e institucional como um todo, que condiciona a evolução das estruturas de empresas e indústrias e da organização institucional, inclusive a formação de um sistema nacional de inovação. Isto determina a competitividade sistêmica da indústria e impulsiona o desenvolvimento econômico. (SUZIGAN; FURTADO, 2006, p. 165).

A abordagem neoschumpeteriana apresenta-se mais apropriada para justificar a adoção da política industrial como estratégia de desenvolvimento, pois é o instrumento de articulação

---

negando o uso de políticas liberais como forma de desenvolvimento dos países industrialmente atrasados. Já no século XX, Paul David definiu o sistema nacional de um país como a capacidade de desenvolver uma trajetória baseada nas características locais e no efeito aprendizado. Cris Freeman, por sua vez, ampliou a ideia num sentido das diferenças internacionais na capacidade das instituições para adaptar a mudança tecnológica (COHEN, 2006).

[93] Conceito emprestado da biologia para analisar o desenvolvimento das organizações e das relações econômicas. Num contexto de coevolução os atores - "espécies - agem de maneira recíproca de tal sorte que são conectadas ao longo do tempo. A relação entre eles criam: (i) potencialidades; (ii) dependência; e (iii) competição (MAMMANA, 2005).

e coordenação do sistema de instituições públicas e privadas para que essas interajam em prol da mudança técnica. Mas qual é o significado de política industrial? Ela, na literatura econômica, tem muitos significados, mas é geralmente empregada para dar sentido à ideia de política de industrialização - esforço de transformação das forças produtivas.

Muitos foram os pensadores que identificaram a correlação positiva entre o progresso tecnológico e o desenvolvimento econômico. Entre eles destacamos: Adam Smith, Karl Marx, Joseph A, Schumpeter, Robert Solow, Richard Nelson e Sidney Winter. O avanço tecnológico foi a principal fonte propulsora do crescimento econômico dos países industrializados. Na segunda metade do século passado, chama atenção o processo de mudança econômica nos países de industrialização tardia da Ásia. Países como a Coreia do Sul, Taiwan, Cingapura e a cidade de Hong Kong e, mais recentemente a China, mudaram sua base econômica. Em comum, tais países incentivaram o aparecimento de firmas[94] com notável capacidade de aprendizado tecnológico, que num curto período de tempo já acumulavam competência tecnológica para rivalizar em setores de alta complexidade tecnológica com os países avançados.

Numa perspectiva convencional, o fenômeno pode ser facilmente explicado pela alteração na função de produção destes países, com o aumento do capital físico e humano, os quais trouxeram consigo, de modo automático, a tecnologia moderna, com a mudança econômica sendo explicada pela "teoria da acumulação". Nelson e Pack explicam:

> Como observamos, outros economistas [especialmente os pertencentes ao *mainstream*] propõem que o investimento maciço em capital físico e humano realizados pelos novos países industrializados asiáticos é uma explicação suficiente ao "milagre". Não há necessidade de dar crédito especial ao empreendedorismo, inovação e aprendizagem, exceto na medida em que

[94] Na esfera empresarial, um ótimo exemplo de aprendizado tecnológico é a Samsung. Fundada em 1938 por , Lee Byung-Chul com o propósito de atuar na área de comércio internacional, primeiro como importadora, e, depois, operando como exportadora em meados dos anos 1970. Nos anos 1950 ela já figurava entre as dez maiores firmas da Coreia do Sul. Neste mesmo período ela ingressou na atividade manufatureira. Em 1953 ela passou a produzir açúcar e tecidos em 1956. Em 1969, por meio da incorporação da Samsung Co, ela ingressou na indústria eletrônica. O desembarque da firma na indústria eletrônica foi impulsionado por quatro características importantes: (i) produção em massa; (ii) dependência externa de tecnologia; (iii) imitação; e (iv) apoio do Estado. Com base na abordagem *Path Dependence,* o conhecimento acumulado com a produção de açúcar e têxtil influenciou no fortalecimento da atividade eletrônica da firma, especialmente em relação à escala de produção. A Samsung começou o negócio de eletrônicos usando tecnologia estrangeira - japonesa. Educado no Japão, Lee Byung-Chul foi capaz de estabelecer contatos informais para fortalecer o negócio. Inicialmente ele havia considerado a possibilidade de cooperação com firmas norte-americanas, mas acabou preferindo a Sanyo e a NEC *(Nippon Electric Company*) como parceiras pela barreira de aprendizado da tecnologia norte-americanas em função da língua. A Samsung começou suas atividades explorando o mercado interno, ela seguiu a Goldstar Eletrical (atual LG), que havia iniciado, em 1959, a montagem do tubo a vácuo para rádios para uma empresa dos EUA, e com isso desenvolvido capacidade de exportação 10 anos antes de a Samsung ingressar neste negócio. Por fim, a Samsung desfrutou de apoio governamental para sua expansão do setor eletrônico. Em 1968, o governo sul-coreano introduziu a lei de promoção à indústria eletrônica (KIM, 1997). Atualmente a empresa opera na fronteira tecnológica no desenvolvimento de *smartphones* e televisores, por exemplo.

> estes são termos usados à mudança no modo de produção, mais capital intensivo, que foram quase consequência automática dos investimentos. (NELSON; PACK, 1999, p. 424).

Entretanto, os economistas ligados à abordagem evolucionária têm considerado em suas explicações à mudança econômica o processo de aprendizagem de novas tecnologias e a maneira de domá-las. Não resta dúvida de que absorção de tecnologias dos países ricos exige elevadas taxas de crescimento do capital físico e humano, mas requer também espírito empreendedor com predisposição ao risco, e um aprendizado eficaz, que resultam num esforço de "assimilação" (KIM; NELSON, 2005).

Tabela 1 - Exportações sul-coreanas: período selecionado, em bilhões US$.

Descrição	1962	1970	1980	1990	2000	2010	2012
Alimentos e animais vivos	0,02	0,07	1,15	2,01	2,40	3,92	4,96
Bebidas e tabaco	0,00	0,01	0,12	0,12	0,21	1,01	1,33
Materiais brutos, não comestíveis,	0,02	0,10	0,33	0,99	1,83	5,58	7,39
Combustíveis minerais, lubrificantes	0,00	0,01	0,03	0,66	9,33	31,86	56,60
Óleo vegetal e animal e gorduras	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,06	0,10
Químicos	0,00	0,01	0,78	2,58	13,80	49,15	61,46
Bens manufaturados	0,01	0,22	6,24	14,67	30,49	60,89	76,34
Maquinários e transporte	0,00	0,06	3,45	23,93	97,30	262,88	287,07
Obras diversas	0,00	0,35	5,30	19,83	15,31	47,78	49,11
Commodities não classificadas	-	0,00	0,06	0,04	0,06	0,26	0,39
Total	0,06	0,84	17,48	64,84	170,74	463,39	544,76

Fonte: UNCONTRADE/ONU. Elaboração própria.

Para ilustrar a mudança econômica alcançada pela Coreia do Sul a partir da segunda metade do século XX, empregamos como indicador o valor e a composição da pauta das exportações daquele país (ver tabela 1 na página anterior). Independentemente do recorte teórico, chama atenção o espetacular crescimento do volume das exportações sul-coreanas. Em 1962, ela exportou US$ 56 milhões, 38% foi à rubrica de alimentos e animais vivos, 37% à de matérias brutos e outros 10% de bens manufaturados. Com isso, conclui-se que mais de 70% das exportações sul-coreanas concentrou-se em produtos de baixa agregação de valor e pouco intensivo em tecnologia. Em 1970, o valor das exportações saltou para US 840 milhões, um crescimento de mais de 14 vezes. Neste ano, já era perceptível a mudança tecnológica nas exportações sul-coreanas, somente possíveis com a diversificação do parque produtivo do país. Alimentos e animais vivos e matérias brutas tiveram sua participação nas exportações reduzidas a 20%, com as exportações de bens manufaturados saltando para 26%. Os dados evidenciam o esforço do país em aumentar suas exportações de bens mais intensivos em recursos tecnológicos. Os demais anos analisados atestam o esforço da assimilação de competência tecnológica sul-coreana. Por exemplo, em 2012, o país exportou US$ 544

bilhões, sendo 52% de maquinários e materiais de transporte, 14% de bens manufaturados e 11% de produtos químicos. Com isso, aproximadamente 78% de suas exportações foram de bens oriundos da indústria manufatureira. Linsu Kim e Richard Nelson dão bem a dimensão do esforço do aprendizado tecnológico sul-coreano. Ela:

> [...] começou a exportar tecidos, roupas, brinquedos, perucas [...]. Dez anos mais tarde, os navios, o aço, os produtos eletrônicos de consumo e os serviços de construção pesada da Coréia do Sul desafiavam os fornecedores estabelecidos nos países industrialmente avançados. Em meados da década de 1980, os computadores, os semicondutores, os circuitos de memória, os videocassetes, os sistemas eletrônicos de comutação, os automóveis, as instalações industriais e outros produtos intensivos em tecnologia foram agregados à pauta de exportação sul-coreana. [...] país algum se esforçou tanto quanto a Coréia do Sul e chegou tão longe de modo tão rápido: do artesanato à indústria pesada, da pobreza à prosperidade, de imitadores inexperientes a moderno planejadores, administradores e engenheiros. (KIM; NELSON, 2005, p. 13).

Ao contrário da abordagem neoclássica para qual a expansão das aptidões tecnológicas é algo automático, isso é mera consequência da elevação no investimento em capital físico e humano duma sociedade. Em contraposição, os teóricos da assimilação, assim como são chamados os teóricos da economia evolucionária, acreditam que o aprendizado, o espírito empreendedor e o processo de inovação são essenciais à mudança econômica numa economia. Portanto, a compreensão de como uma sociedade alcançou tal êxito é fundamental à formulação de políticas públicas com o objetivo de estimular a mudança técnica (KIM; NELSON, 2005).

Nos países em desenvolvimento, o processo de mudança tecnológica depende mais do aperfeiçoamento de aptidões tecnológicas do que da capacidade de inovação na fronteira. Isto é, depende da capacidade deles de compreender e utilizar as tecnologias disponíveis nas economias maduras. Como os países têm acesso ao mesmo conjunto de conhecimentos técnicos e de equipamentos no mercado internacional, então o progresso tecnológico é condicionado pelo grau de aprendizado tecnológico entre distintos países (LALL, 2005).

A contribuição central da teoria evolucionária[95] é conceber a firma como uma entidade inclinada ao aprendizado. Nestes termos, a teoria evolucionária apresenta o progresso

[95] Segundo Coriat e Dosi (2002), é inegável a contribuição da teoria evolucionária econômica à compreensão do comportamento da firma, que incorporou a mudança tecnológica e organizacional como elementos determinantes da competitividade empresarial no contexto pós-fordista. Contudo, ela também apresenta algumas limitações, pois não considera: i) os condicionantes históricos e sociais, que são a base das inovações organizacionais, das competências e rotinas; (ii) a relação conflitante entre os interesses dos gestores e dos acionistas - problema de gerência; (iii) adequadamente a dimensão social e institucional da firma, ao priorizar a análise cognitiva e a metáfora da biologia econômica. Expandido a crítica, Tigre (1998) argumenta que a firma só pode ser compreendida se for considerada como uma instituição social portadora dum conjunto de competências organizacionais, que diferem umas das outras.

tecnológico materializado em inovações (produtos ou processos produtivos) como motor do desenvolvimento da firma. Se o progresso tecnológico se espraiar por toda a indústria ou para economia como um todo, a mudança econômica e o desenvolvimento econômico estarão assegurados.

A abordagem neoschumpeteriana não permite prever o futuro. Para ela, o processo de evolução do conhecimento é acidental e cumulativo, bem como segue uma trajetória estável por um longo período de tempo. Tal constatação respalda duplamente na intervenção estatal: (i) acompanhar o progresso tecnológico seguindo as trajetórias existentes - isso é o que se espera da política industrial; e (ii) empreender a tarefa de incentivar a mudança de trajetória em direção à outra trajetória tecnológica (LUNDVALL; JOHNSON; DALUM, 2011).

Fiel ao pensamento de Schumpeter, a teoria evolucionária fez grande esforço de revisão da teoria microeconômica. Em contraposição a teoria neoclássica, ela procurou desenvolver um arsenal analítico mais consistente com o mundo real. Ela procurou esmiuçar as causas da evolução econômica das forças produtivas, com especial atenção ao processo de construção de competência tecnológica. Além disso, a teoria evolucionária também se mostra útil para contrapor a predominância abusiva das políticas macroeconômicas de curto prazo - estabilizadoras: inflação, emprego, taxa de câmbio - de inspiração liberal. A nosso ver, países com atraso tecnológico ou aqueles que sofrem com desindustrialização não podem pautar sua agenda de política econômica apenas por políticas macroeconômicas estabilizadoras. É necessário que a política microeconômica volte a ocupar um lugar de destaque na agenda da política econômica nacional, especialmente no emprego da política industrial como instrumento de mudança tecnológica. Levando em consideração tal aspecto, na seção a seguir abordaremos a discussão teórica sobre política industrial.

2.2.1 Fundamentos de política industrial: racionalidade teórica sob distintos enfoques

Nesta pesquisa, o enfoque dado à política industrial seguirá o mesmo esquema metodológico utilizado na maioria das pesquisas sobre o tema: discutir o conceito, apresentar suas motivações e os instrumentos para pô-la em prática. O emprego dela é economicamente justificável em determinadas circunstâncias. Do ponto de vista metodológico, existem três enfoques teóricos que justificam a sua adoção. Na perspectiva desenvolvimentista ela é vista como o instrumento adequado para reduzir a distância econômica e, por consequência, social entre os países desenvolvidos e os não, com especial atenção ao desenvolvimento do esforço

de industrialização e de desenvolvimento tecnológico para os países em desenvolvimento acompanharem os países industrialmente avançados. Já na perspectiva neoclássica, a ação de política industrial é justificada apenas para corrigir as falhas de mercado na alocação eficiente de recursos. Já na perspectiva pela competência para inovar, a política industrial foi revigorada nos 1980 e 1990 com o florescimento das novas teorias baseadas no conhecimento e no comportamento das firmas, cuja ideia força é o enfoque neoschumpeteriano.

Nesta seção nos ocuparemos da racionalidade teórica da política industrial sob diversos enfoques. Para isso, ela foi estrutura da seguinte forma. Na primeira subseção discutiremos o conceito de política industrial e as suas motivações. Na subseção seguinte apresentaremos a taxonomia de política industrial e os seus instrumentos de operacionalização.

2.2.2 Política industrial: conceitos e motivações

> [...] houve um tempo em que política industrial, tanto para os países desenvolvidos como em desenvolvimento, era um palavrão que não deveria ser pronunciada nem em público ou privado por pessoas respeitáveis. (CIMOLI; DOSI; STIGLITZ, 2007, p. 1).

Com a epígrafe citada ao fim da página anterior busco enfatizar que a política industrial por um período de tempo saiu do escopo de política econômica. Com a era Reagan-Thatcher e o recrudescimento das ideias liberais, a política industrial tornou-se *démodé.* Entretanto, a crise financeira global (2007/2008) contribuir para reacender o interesse pelo tema. Mesmo antes dela, dois outros eventos contribuíram para lançar luz sobre o assunto: desapontamento com os resultados das reformas liberais dos anos 1990 nos países latino-americanos, e o "milagre" econômico dos países do leste asiático. A conexão entre eventos espacialmente distantes é a política industrial. Os países do leste asiático, por um lado, não a abandonaram para seguir a cartilha liberal. Os países latino-americanos, por outro lado, em maior ou menor grau, seguiram os ditames do credo liberal. Com isso, a "sorte" das duas regiões também pautou-se pela "escolha" de agenda de política econômica que colocaram em prática.

Embora a política industrial[96] tenha ocupado a agenda de debate sobre política econômica por várias décadas, ela é um tema controverso para o qual não existe uma clara

[96] A política industrial difere da maioria dos outras áreas de política econômica por três motivos. Primeiro, em contraposição à política monetária, fiscal, ela não tem uma estrutura institucional estabelecida e permanente, em geral, não existe uma estrutura legal para assuntos de política industrial. Segundo, novamente em contraste com a maioria das outras áreas de política econômica, a política industrial não tem um conjunto de metas universalmente bem definidas para alcançar. Ela tem metas como, apoiar a inovação ou proteção para setores em

racionalidade na teoria econômica. É consensual que a intervenção estatal deve ser utilizada para corrigir imperfeições de mercado: (i) barreiras de entrada e saída de novos competidores; (ii) externalidades que impeçam a alocação eficiente de recursos; (iii) abuso de poder por empresas monopolistas e oligopolistas; (iv) *gap* de informação sobre o potencial de mercado ao lançamento de novos produtos; (v) problemas de coordenação, como por exemplo, quando a criação ou desenvolvimento de um novo setor de atividade exige o desenvolvimento conjunto de uma cadeia de suprimentos - situação que vai muito além da capacidade da firma individual. Nestas circunstâncias, a política industrial é uma valiosa ferramenta para regular mercados, fornecer infraestrutura pública, corrigir assimetrias de informação, apoiar à pesquisa e desenvolvimento de novos produtos ou de projetos com longo prazo à recuperação do capital investido.

É difícil a missão de encontrar uma definição clara e inequívoca sobre o apoio público à atividade empresarial, e a academia frequentemente tem preferido empregar a expressão política industrial em vez de ajuda pública. Por exemplo, Dani Rodrik a entende como uma "reestruturação das políticas em favor das atividades mais dinâmicas em geral, independentemente de se localizarem ou não na indústria ou no setor manufatureiro propriamente dito." (RODRIK, 2011, p. 152). Já em *The Political Economy of Capabilities Accmulation: The Past and Future of Policies for Industrial Development* (2007), Mario Cimoli, Giovanni Dosi e Joseph Stiglitiz apresentam-na com escopo de atuação muito mais abrangente. Para eles, ela é composta:

> [...] por políticas que afetam o apoio a indústria nascente de vários tipos, mas também as políticas de comércio, ciência e tecnologia, contratos públicos, políticas que afetam investimentos estrangeiros diretos, direitos de propriedade intelectual, e a alocação de recursos financeiros. Políticas industriais, neste sentido amplo, vêm juntamente com processo de 'engenharia de institucional' moldando a própria natureza dos atores econômicos, os mecanismos de mercado e as regras sob as quais eles operam, e as fronteiras entre o que é governado pela interação do mercado, e que não é. (CIMOLI; DOSI, STIGLITIZ, 2007, p. 1-2).

Neste sentido, a política industrial deve ser entendida como toda intervenção ou política governamental com o propósito de melhorar o ambiente de negócios, ou de mudar a estrutura econômica em direção a setores, e tecnologias capazes de melhorar as perspectivas de desenvolvimento socioeconômico, mais do que na ausência delas (WARWICK, 2013). Desta forma, a expressão política industrial pode ser associada ao conjunto de instrumentos

---

declínio, mas essas metas mudam ao longo do tempo e de país para país. E finalmente, a política industrial não possui um claro e identificável conjunto de ferramentas ou de instrumentos devotados para alcançar exclusivamente metas de políticas industriais (VÄLILÄ, 2006).

(principalmente incentivos, regras e formas de participação direta da atividade econômica) por meio dos quais o Estado cria, desenvolve e reestrutura atividades econômicas específicas ou agentes econômicos (ou um grupo deles) com base nas prioridades nacionais de desenvolvimento (PEREZ, PRIMI, 2009).

Em alusão ao título da célebre de obra de Karl Polanyi - A grande transformação, a expressão política industrial foi empregada principalmente como vetor de transformação, como, por exemplo, de um país tradicional (normalmente rural) a um país cuja atividade econômica preponderante fosse industrial, e, atualmente serviços em áreas avançadas. O êxito da mudança conecta-se à imprescindível capacidade de apreender como implantar e, eventualmente, como gerar novas formas de produção e novos produtos sob as condições de retornos crescentes de escala. Então, "a grande transformação" é um fenômeno impulsionado pela acumulação de conhecimento e capacidade ao nível individual e das organizações (CIMOLI; DOSI; STIGLITIZ, 2007). Mas quais são as motivações ou por que o Estado deve intervir na atividade econômica? A resposta a tal indagação pode ser estruturada por meio de três abordagens teóricas distintas: desenvolvimentista, neoclássica e neoschumpeteriana.

A primeira delas é a perspectiva da escola de pensamento desenvolvimentista. A ideia força predominante é o argumento de proteção à indústria nascente (indústria infante) postulado por Alexander Hamilton e Friederich List, como já apresentado no capítulo 1 desta pesquisa. A proteção para um setor manufatureiro emergente foi apresentada por eles como elemento chave ao desenvolvimento da vantagem comparativa na atividade manufatureira (BUIGUES; SEKKAT, 2009). Este argumento também é conhecido na literatura específica como desenvolvimentista. Segundo esta abordagem, é legítima a intervenção do Estado para promover e sustentar o desenvolvimento econômico nacional, o qual é sinônimo de crescimento econômico sustentado - a altas taxas - e pela transformação estrutural nas forças produtivas nacionais (FERRAZ; MENDES DE PAULA; KUPFER, 2002).

O argumento de proteção à indústria infante (modelo de substituição de importação) é um dos argumentos mais antigos à proteção comercial, e talvez o único que não seja descartado pelos economistas. Ele, em sua versão mais simples, sustenta que os custos de produção à indústria doméstica iniciante é maior que os custos dos competidores estrangeiros muito bem estabelecidos, e, portanto, com muito mais experiência. Com o passar do tempo os produtores domésticos também podem reduzir os custos na medida em que forem aprendendo a fazer (eles podem aproveitar economias de escala dinâmicas), a ponto de rivalizarem com

seus competidores estrangeiros. Contudo, se a indústria nacional nascente não for inicialmente protegida da concorrência estrangeira ela não se firmará (PACK; SAGGI, 2006).

Em conformidade com o acima exposto, três argumentos são empregados para justificar a adoção da política industrial: (i) o processo de aprendizado é determinante para superar a desvantagem histórica, para isso é necessário emparelhar-se (*catching up*) tecnologicamente com o nível de eficiência das economias industrialmente avançadas; (ii) a proteção comercial à industrial infante dos países em desenvolvimento é legítima, já que permite o acúmulo de conhecimento tecnológico pelo aprender fazendo (*learning by doing*), que tende a ser disseminado (*spillovers*) à produção de outros bens; e (iii) os benefícios dinâmicos podem exceder os custos estáticos das restrições comerciais. Isto é especialmente verdadeiro para os países em desenvolvimento por possibilitar o emparelhamento (*catching up*) tecnológico com os países industrialmente mais avançados, aumentando o crescimento potencial dos primeiros (BUIGUES; SEKKAT, 2009; FERRAZ; MENDES DE PAULA; KUPFER, 2002). Os três argumentos formam a base de sustentação para que os países em desenvolvimento lancem mão de políticas públicas para reduzir o hiato tecnológico em relação aos países na fronteira tecnológica.

Outra motivação ou justificativa à adoção de política industrial são as falhas de mercado. Ao contrário dos argumentos anteriores que são defensáveis apenas aos países em desenvolvimento, as falhas de mercado são aplicáveis também aos países desenvolvidos. Em termos de ambiente econômico, na visão neoclássica, um mercado perfeitamente competitivo é alocador eficiente de recursos. Nele, num contexto de perfeita informação os agentes racionais fazem escolhas que maximizam o bem-estar coletivo. A plena mobilidade dos fatores de produção e o atomismo dos agentes garantem que as forças de mercados determinem o preço de equilíbrio ótimo ao bem do serviço transacionado. Se todos os ambientes econômicos fossem competitivos não haveria necessidade da intervenção do Estado neles. Logo, a política industrial não seria apenas desnecessária, mas também indesejável por provocar distorções no mercado (FERRAZ; MENDES DE PAULA; KUPFER, 2002).

Entretanto, tal ambiente econômico é apenas uma categoria analítica, uma abstração da realidade da teoria microeconômica neoclássica que não se verifica na prática, exceto com o exercício do relaxamento de premissas fundamentais de sua validade. De fato, os mercados não são capazes de alocar eficientemente os recursos produtivos. Tal situação foi

diagnosticada pela literatura econômica neoclássica como falhas de mercado, as quais são sumarizadas a seguir (FERRAZ; MENDES DE PAULA; KUPFER, 2002; COHEN, 2006):

- Estrutura de mercado ou poder de mercado: em mercados não concorrenciais, o poder de mercado de agentes econômicos lhes permite capturar excesso de renda, logo será desejável a intervenção governamental para melhorar o poder de barganha da população. Nesta perspectiva, os instrumentos de regulação da concorrência e de concentração de mercado são meios para aperfeiçoar o funcionamento de mercado e melhorar a relação entre os agentes econômicos.
- Externalidade: ela ocorre quando a ação isolada de um agente econômico repercute positivamente ou negativamente em outros agentes econômicos, podendo levar a decisões subótimas - a intervenção governamental poderá melhorar o funcionamento do mercado.
- Assimetria de informação e mercados incompletos: um mercado é considerado incompleto quando os bens ou serviços demandados não estão disponíveis, mesmo que os consumidores estão dispostos a pagar um preço mais elevado por eles. Ademais, os consumidores não são capazes de avaliar perfeitamente a qualidade dos produtos ofertados nos mercados porque neles predomina a informação assimétrica entre os agentes econômicos, podendo provocar dois tipos de comportamentos: (i) seleção adversa; e (ii) risco moral. Seleção adversa caracteriza uma situação que é impossível avaliar individualmente a qualidade dos produtos ofertados, a qual é avaliada com base na qualidade média de bens ou serviços comparáveis. Nesta situação, há risco de que as empresas que ofereçam mercadorias acima da qualidade média sejam expulsas do mercado. Já o risco moral caracteriza uma situação em que não é possível observar o comportamento de um agente contratante, criando as condições ao comportamento oportunista - o agente não executa os termos do contrato com precisão. A teoria neoclássica identifica tais fatores como as imperfeições de mercado. Na prática, muitas empresas não têm igual acesso à informação, e existem muitas tecnologias que podem restringir a concorrência. Neste contexto, as autoridades públicas têm duas opções de intervenção: política de concorrência para restabelecer as condições ideais de competição ou a política industrial incentivar o comportamento não oportunista nos setores que enfrentam o problema.
- Bens públicos[97]: bens cujas principais características são a não exclusividade e a não rivalidade. A primeira delas impede que um determinado bem seja de propriedade exclusiva

[97] São exemplos clássicos utilizados pelos manuais de microeconomia: segurança pública, segurança nacional, sistema judiciário, iluminação pública, saneamento público.

de um único agente econômico. A segunda característica indica que o incremento de novos consumidores para o produto não implicará em custos adicionais. A ocorrência de tais características deu origem ao fenômeno batizado pela teoria microeconômica de comportamento do carona (*free rider)* - permite ao consumidor usar sem ter que pagar. Com isso, o mercado tende a afastar-se do provimento de bens públicos pela falta de recompensa econômica pelo esforço. Neste caso, o próprio Estado deve ofertá-los ou repassá-lo a outrem por meio de concessão.

- Bens ou recursos de propriedade comum[98]: bens cuja principal característica é a não exclusividade. Ao contrário do bem público, para o qual não há rivalidade. O problema fundamental com a utilização individual deste tipo de bem ou recurso é o dilema de "usá-lo ou perde-lo", levando ao excesso de uso. O fato do direito de propriedade não ser apropriado individualmente tende a desestimular a conservação ou melhoria dos recursos comuns.
- Diferenças nas preferências intertemporais sociais e privadas: ocorre quando houver uma divergência entre os agentes privados e a sociedade sobre o consumo presente e consumo futuro de um bem. A pesquisa básica é um bom exemplo de tal divergência de interesses ou prioridade. Como a maturação deste tipo de investimento é muito demorada, muito embora seja de extrema relevância à sociedade como um todo, ela tende a ser relegada pelos agentes privados.

Portanto, nos mercados onde tais eventos ocorrerem, a alocação eficiente de recursos pelos agentes privados falhará; isto abrirá margem à intervenção corretiva do Estado. Entretanto, na perspectiva neoclássica, intervenção pública apenas é justificada se as "falhas de governo" não provocarem um resultado ainda pior que os mecanismos de mercado (BUIGUES; SEKKAT, 2009).

O último enfoque trata da política industrial pela ótica da competência para inovar[99]. Tal abordagem centra sua análise em três importantes categorias analíticas: estrutura de mercado, estratégia empresarial e progresso tecnológico.

> A competição é um processo dinâmico, o mercado é o *locus* das interações estratégicas, da rivalidade entre as empresas - o principal agente. Elas

[98] São exemplos clássicos utilizados pelos manuais de microeconomia: água (especialmente a subterrânea), florestas, ar limpo, área de produção de pescado.

[99] O campo de estudo de política industrial foi revigorado e ampliado durante os anos 1980 e 1990 com o florescimento de novas teorias. Este passou também a basear-se, por um lado, na economia do conhecimento, em novas teorias do comércio internacional e no comportamento empresarial, por outro, em questões de competitividade, especialização e integração regional. Entre as forças que estimularam tal processo está o processo de Integração da União Europeia, que contribui para o aparecimento de questões tais como: incentivo à cooperação, papel desempenhado pela pesquisa e desenvolvimento na organização do sistema produtivo (COHEN, 2006).

> investem na formação de competências para criar assimetrias competitivas, diferenciar produtos e ganhar posição no mercado; e esse é o ânimo que move as empresas a crescer à frente de seus concorrentes. (FERRAZ; MENDES DE PAULA; KUPFER, 2002, p. 556).

A apropriada compreensão da política industrial pela ótica da competência para inovar exige considerar quatro aspectos chave: (i) concorrência por inovação tecnológica: ao contrário da visão neoclássica que centra atenção na competição via preços, na abordagem neoschumpeteriana a firma busca capturar o mercado pela introdução de novos produtos ou novos processos; logo a competição pela inovação tecnológica ao nível da firma é a força motora no capitalismo contemporâneo; (ii) inter-relações entre agentes econômicos: em um ambiente interativo, as firmas buscam tirar vantagens da cooperação com outras empresas, com universidades, centro de pesquisas e até mesmo os consumidores em um processo chamado aprendizado por interação; (iii) estratégia, capacitação e desempenho: em decorrência do nível de competição, as firmas se esforçam para fortalecer sua capacitação tecnológica - determinante à eficiência produtiva e diferenciação de produtos; e (iv) importância do ambiente e processo seletivo: as tecnologias superiores são preferidas e rapidamente introduzidas, tornando-se parâmetro às firmas que atuam no setor (FERRAZ; MENDES DE PAULA; KUPFER, 2002).

Como o processo de inovação tecnológica é cercado de incertezas, isso abre espaço à política pública para incentivar as firmas para "experimentar, descobrir, e introduzir produtos, serviços e processos superiores aos existentes em um mercado específico". (FERRAZ; MENDES DE PAULA; KUPFER, 2002, p. 557). Ao contrário do *mainstream* que defende que o Estado deveria ocupar-se em proporcionar um ambiente macroeconômico estável: transparência nas regras do jogo, abertura econômica internacional para os produtos e o fluxo de capital; na abordagem de política industrial pela ótica da inovação, o Estado tem a incumbência de criar, manter e desenvolver um sistema de inovação moderno. Até porque, como a única agência responsável pela coerência do sistema de inovação, ele tem um importante papel a desempenhar. Em sintonia à didática moderna, "os estudantes aprendem melhor quando buscam soluções a problemas que consideram importantes; é preferível que contem com uma ampla margem para organizar seu aprendizado" do que sempre ser tutelado pelo seu professor (LUNDVALL; JOHNSON; DALUM, 2011, p. 345). Por outro lado, é imprescindível a figura do Estado para direcionar o processo de aprendizado e desenvolver um marco de apoio ao processo de aprendizado.

Sintetizando os três enfoques à política industrial (ver tabela 2), o pensamento liberal ancorado nas ideias de Adam Smith atribui um papel preponderante à instituição mercado no fomento prosperidade econômica das nações. Em seu modelo de análise econômica, o Estado tem um papel limitado na economia, cuidar da: defesa nacional, da segurança interna e da justiça. O crescimento econômico é dependente das livres forças de mercado e do espírito empresarial dos indivíduos. O envolvimento do governo em qualquer área, exceto as mencionadas, deverá ter efeito negativo sobre o crescimento econômico. Por esta abordagem não há espaço à política industrial.

Tabela 2 - Diferentes enfoques à Política Industrial

A Política Industrial é necessária?	Abordagem	Razões para intervenção / não intervenção do Estado na economia
Não	Liberal/*Laissez-faire*	O mercado seleciona automaticamente setores e empresas a fim de assegurar alocação eficiente de recursos.
Sim	Neoclássica revisionista - correção das falhas de mercado	A ação pública é necessária para corrigir falhas de mercado (concentração, ausência de concorrência perfeita, as externalidades) e garantir a provisão de bens públicos. Um equilíbrio deve ser encontrado entre falhas de mercado e a de governo.
Sim	Desenvolvimentista / Evolucionária	A ação pública introduz assimetrias e permite explorar oportunidades tecnológicas. Ela considera as diferenças setoriais e visa promover a acumulação de conhecimento e capacidades.

Fonte: Adaptada de PEREZ; PRIMI, 2009, p. 20.

Por muito tempo a teoria neoclássica insistiu na tese de mercado ideal - equilíbrio de mercado. Primeiro com a ideia de equilíbrio parcial e mais tarde com a ideia equilíbrio geral, que assegurava a tese de mercados perfeitamente competitivos - alocação eficiente de recursos numa sociedade, segundo o ótimo de Pareto. A partir da segunda metade do século XX, a "nova microeconomia" introduziu em seu arsenal analítico a hipótese de falhas de mercado. É digno de nota que, por exemplo, Arthur Cecil Pigou já havia antecipado tal questão quase meio século antes. Na prática, a teoria das falhas de mercado negou a retórica da "mão invisível" de Adam Smith sobre o bom funcionamento de mercado, bem como explicitou a importância da "mão visível" do Estado para corrigir as falhas de mercado. Se, por um lado, o *mainstream* demorou em admitir analiticamente as falhas de mercado, ele, por outro, foi rápido em incorporar o princípio da "falha de governo" em seu arsenal analítico. Então, a política industrial só é justificada se não provocar um resultado ainda pior que os mecanismos de mercado.

Na contramão dos enfoques alicerçados pelo *mainstream* temos os enfoques heterodoxos. No enfoque desenvolvimentista o Estado é convidado a empregar a política industrial para proteger a indústria nascente. Sem o apoio estatal, muitas firmas ou indústrias não se consolidariam. Por fim, o enfoque neoschumpeteriano de competência para inovar também exige uma ação abrangente do Estado. A política industrial deverá ser empregada para construir um sistema nacional moderno de inovação, com capacidade de incentivar a estratégia empresarial e o progresso tecnológico, e com isso garantir a competitividade de indústrias e setores empresariais importantes ao desenvolvimento econômico nacional.

2.2.3 Taxonomia de política industrial e seus instrumentos

Na seção anterior apresentamos, segundo três distintas abordagens teóricas, as justificativas à adoção de política industrial. Nesta, nos ocuparemos dos principais tipos de política industrial e os instrumentos à sua operacionalização.

Em *European Industrial Policy*, Jacques Pelkmans (2006) estabeleceu uma ampla taxonomia dos instrumentos de política industrial agrupando-os em quatro categorias (PELKMANS; 2006).

1) Políticas que afetam a indústria, mas que não foram formuladas com tal objetivo. Jacques Pelmans seccionou a categoria em dois conjuntos de instrumentos de políticas econômicas que afetam a indústria, mas que não fazem parte da política industrial. O primeiro conjunto é formado por políticas não destinadas à indústria: políticas macroeconômicas[100] fiscal e monetária; política de distribuição de renda; política agrícola e de serviços; política energética e políticas de uso da terra. O segundo conjunto é formado por políticas que ajudam ou atrapalham a atividade industrial, mas que não foram implantadas exclusivamente à indústria: política de controle de preços; política de compras governamentais; política de apoio ao desenvolvimento; política de promoção das exportações; e políticas ambientais específicas.

2) Políticas para criar uma infraestrutura adequada. Os instrumentos desta categoria têm como objetivo criar as condições básicas necessárias ao desenvolvimento das atividades produtivas:

[100] Há uma ligação em duplo sentido entre a política industrial e a política macroeconômica. Por um lado, a política macroeconômica interfere na política industrial pelo: (i) canal de preços, já que ela determina o nível de preços dos bens transacionáveis e dos não transacionáveis por meio da taxa de câmbio; (ii) canal da taxa de juros e a interferência nos investimentos produtivos; (iii) sinal de estabilidade nos preços das contas públicas, permitindo que o Estado tenha condições de implantar a política industrial. No sentido inverso, se bem sucedida, a política industrial pode contribuir à gestão da política macroeconômica "por meio do aumento da eficiência e da produtividade na economia". (FERRAZ; MENDES DE PAULA; KUPFER, 2002).

criação de empresas, serviços públicos eficientes, liberalização de serviços, políticas econômicas regionais, políticas de concorrência (auxílio estatal, subsídios), criação de um mercado interno, tributação de empresas, financiamento à empresa, política ambiental com impacto econômico direto, transporte e logística, fornecimento de energia à indústria, desenvolvimento de competências e capital humano.

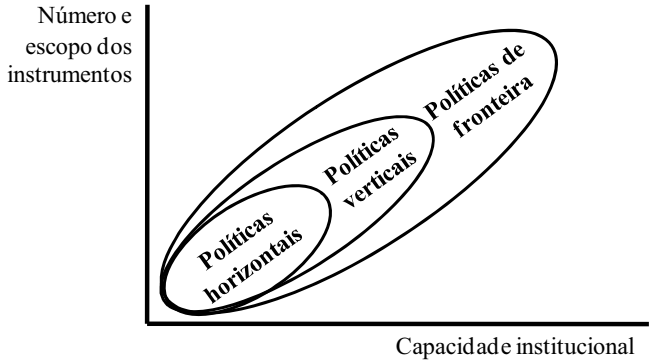
3) Política industrial horizontal industrial (PIH). Os instrumentos de PIH buscam apoiar ativamente a atividade industrial por meio da: pesquisa e desenvolvimento, inovação, padronização, promoção do empreendedorismo, compras públicas, política comercial, infraestrutura industrial (parques industriais, centro de incubadoras, revitalização de áreas industriais). A PIH tem como propósito interferir no ambiente de negócios de modo geral, isto é, aprimorar, de forma implícita, as condições estruturais da economia. Por este enfoque, a orientação da política direciona-se ao aperfeiçoamento da infraestrutura física, educação, concorrência, ciência e tecnologia, e, até mesmo a política macroeconômica. Desta forma, ela procura interferir no desempenho da economia em sua totalidade, sem discriminar ou dar tratamento preferencial a uma indústria ou setor de atividade específico.

4) Política industrial vertical (PIV). É o mais intervencionista entre as ferramentas de promoção de política industrial. Ela é composta por: (i) roteiros estratégicos e planos de ação para setores específicos, (ii) roteiros estratégicos e planos de ação para cadeias de valor, as políticas setoriais estão sendo cada vez mais utilizadas para fortalecer vínculos e criar sinergias entre os elementos que formam a cadeia de suprimentos; (iii) roteiros estratégicos e planos de ação para novas tecnologias (plataformas tecnológicas, iniciativas tecnológicas conjuntas); (iv) políticas transversais: tecnologia de informação, área de defesa, tecnologias essenciais, eficiência energética, setores intensivos em energia; e (v) ações para promover a indústria de baixo carbono. Então, na PIV a ação é seletiva e deliberada, tendo como propósito apoiar empresas, indústrias ou cadeias produtivas específicas.

Em *Theory and Practice of Industrial Policy.Evidence from the Latin American Experience*, Wilson Peres e Annalisa Primi (2009) propuseram uma taxonomia de política industrial um pouco diferente da metodologia proposta por Jacques Pelkmans. Eles dividem-na em apenas três categorias: PIH, PIV - como já apresentado nesta tese -, e política de fronteira. A política industrial de fronteira conecta-se com uma visão de desenvolvimento nacional mais ambiciosa. Ela prioriza a criação de competência em ciência e tecnologia e em áreas tecnológicas chave, exigindo, para isso, o emprego de estratégias ainda mais complexas que as políticas horizontal e vertical (ver figura 1). Além disso, o desempenho da política de

fronteira é fortemente condicionado à capacidade de gestão institucional e à coordenação eficaz das diferentes partes interessadas no processo (PERES; PRIMI, 2009). O desempenho da política industrial de fronteira é diretamente ligado à capacidade do Estado de criar e desenvolver um sistema nacional de inovação

Figura 1 - A abrangência da política industrial



Fonte: Adaptado de PERES; PRIMI, 2009, p. 17.

No último quarto do século XX a dinâmica produtiva internacional ingressou em um novo padrão tecnológico (a exemplo do setor de tecnologia de informação) ainda mais intensivo em conhecimento. Isto exigiu que o *setup* de instrumentos de política industrial também fosse alterado, criando espaço para ações ainda mais abrangentes. Sanjaya Lall nos oferece uma boa medida da intensidade destas transformações no sistema produtivo internacional:

> Agora a competição surge com grande intensidade a partir de praticamente qualquer lugar do mundo, baseada num amplo arranjo de novas tecnologias, força de trabalho qualificada e sofisticada cadeia de suprimentos e técnicas de distribuição. Para sobrevir a isto, todos os produtores devem usar novas tecnologias ou algo próximo de 'boas práticas'. (LALL, 2013, p. 788).

Neste contexto, emergiu a necessidade de desenvolver uma nova ofensiva produtiva baseada na inovação, com o ganho de produtividade atrelado à economia do conhecimento. O modelo de produtividade tradicional chegou ao seu limite, cedendo lugar a firmas com capacidade de criação de soluções de alto valor agregado. Para tanto, as firmas deverão ter: (i) forte capacidade de inovação; (ii) orientação para o cliente e o trabalho em rede; (iii) tecnologias eficientes no uso de energia e materiais (cada vez mais escassos e caros); e (iv) potencial humano criativo.

Diante de tamanho esforço, não nos parece que o mercado sozinho seja capaz de dar conta de tantas demandas, assim como o Estado sozinho também não o seja. Isto abre espaço ao uso da política industrial de fronteira para fomentar novos negócios ou facilitar a transformação ou reestruturação de setores enfraquecidos em detrimento da acirrada

competitividade internacional. Ao nosso juízo, diante de tal desafio, quanto maior o número de instrumentos de política industrial melhor estará o Estado para enfrentá-lo. Não se trata de "escolher os vencedores", mas sim de criar a infraestrutura adequada para que eles possam aparecer. Esse é o papel do Estado e da política industrial no século XXI.

3 O MODELO FÓSSIL ESTÁ SUPERADO? REFLEXÕES SOBRE O ESFORÇO TECNOLÓGICO DE DESENVOLVIMENTOS DE NOVAS TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS

A energia sustenta a civilização e vem impulsionando uma radical mudança econômica que transformou o mundo ao longo dos últimos dois séculos; as tecnologias vapor e petróleo, por exemplo, afiançam isto. Assim como a civilização vem mudando, as fontes de energia também. O desenvolvimento das forças produtivas trouxe consigo duas importantes questões: (i) crescimento na demanda por energia - aproximadamente 18 vezes nos últimos 200 anos; e (ii) demanda por novas fontes de energia.

Diante de tal quadro, a discussão sobre transição energética ganha maior relevância. No passado, a transição energética ocorreu por uma confluência de fatores. Ao longo dos últimos 250 anos, a fonte de energia primária na matriz energética migrou da biomassa para o carvão e, depois, para o petróleo. De algum modo, a introdução da nova fonte de energia foi melhor, mais rápida, mais barata, e mais adequada do que sua antecessora. A inovação tecnológica trouxe novos usos aos combustíveis que transformou o sistema de energia; o carvão impulsionou a industrialização e os transportes; o petróleo impulsionou a mobilidade e o desenvolvimento de novas cadeias produtivas como o setor petroquímico, por exemplo. A eletricidade proporcionou uma nova forma de transportar e usar energia. Além disso, repetidamente o preço da nova fonte de combustível e de seus concorrentes foi o elemento crítico para guiar a mudança energética.

Mas, no alvorecer do século XXI dois fatores têm chamado atenção e estimulado o debate sobre uma possível nova transição energética. Por intermédio do *Energy Transitions: Past and Future,* o Fórum Econômico Mundial enumerou os dois fatores[101] que pressionam

[101] Um terceiro fator a ser considerado é a questão geopolítica do abastecimento de energia. Os conflitos pela posse de recursos energéticos não são um fenômeno recente. Por exemplo, Roma se apropriava de madeira da floresta da Núbia (norte da África, atual deserto de Saara) para alimentar seu sistema produtivo e suas necessidades domésticas. A velocidade no consumo da madeira da floresta de Núbia levou-a à exaustão, e romanos tiveram que procurar lenha, energia, na Europa onde se depararam com os povos bárbaros. Com o conflito e a decadência de Roma, é possível vincular a decadência do Império Romano ao colapso energético (VIDIGAL, 2005). No século XX, o petróleo tornou-se preponderante na matriz energética, bem como fonte de conflitos internacionais. Ele, antes mesmo do seu valor econômico, passou a ter valor estratégico na corrida bélica antes da primeira guerra mundial. Winston Churchill, no início da segunda década do século XX e à época do Primeiro Lorde do Almirantado da Marinha Britânica, passou a defender que sua frota, que tinha como fonte propulsora o carvão, fosse substituída por barcos movidos por petróleo. Os Estados Unidos também não tardariam a emular tal estratégia. O motivo desta reorientação decorre da Alemanha ter tido que migrar para o petróleo como fonte de energia propulsora de sua marinha uma década antes. A reação britânica e norte-americana em direção da mudança tecnológica é facilmente explicada pela combinação de eventos que resultaram em maior eficiência às embarcações: menos força de trabalho, mais espaço interno, maior velocidade

para uma nova transição energética. O primeiro fator a impulsionar a transição energética é o deslocamento do centro de gravidade do mundo na direção dos mercados emergentes, acompanhado do aumento da demanda por energia. Em 2000, o mundo desenvolvido (tendo os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE como *proxy*) consumia 52% da energia primária disponível, em 2010 a proporção era de 42%, e com projeção de cair para 32% em 2035. Em contrapartida, no mundo em desenvolvimento, como consequência do maior ritmo do crescimento populacional e da renda, a demanda por energia cresceu rapidamente, ultrapassando a demanda dos países desenvolvidos. Ao redor do mundo, aproximadamente 1,3 bilhões de pessoas estão excluídas do acesso a fontes modernas de energia. Erradicar a pobreza energética é um importante veículo de integração de pessoas e países na moderna economia, com o consequente aumento no padrão de vida que isto provocará. Entretanto, a quantidade de energia necessária para atender tal meta, talvez 30% mais em duas décadas, tem despertado dúvidas sobre a capacidade das fontes de energia tradicional (principalmente fóssil) em atendê-la. Por isso, o evento tem suscitado nos formuladores de política econômica a preocupação sobre uma nova transição energética, a qual tende ser sedimentada em energias de baixo carbono e de fontes renováveis à matriz energética (WORLD ECONOMIC FORUM, 2013).

O segundo fator tem haver com a profunda preocupação com a mudança climática e as repercussões políticas do tema, que é objeto da atenção de três influentes atores na arena internacional. A preocupação é muito claramente refletida no relatório da União Europeia sobre mudança climática, especificamente no que tange a transição energética para economia de baixo carbono. Ela também faz parte da preocupação norte-americana, que se materializou em incentivos e regulações para energia de baixo carbono. Assim, por exemplo, avaliações do The National Renewable Energy Laboratory predizem que 80% da energia elétrica produzida nos Estados Unidos em 2050 poderá vir de fontes renováveis. E com a mesma orientação, pode ser encontrado no *12th Five Year Plan*, a preocupação chinesa com a necessidade de redução da emissão de *greenhouse gas*[102] (CHG). Além disso, o décimo segundo plano

---

e autonomia, e menos ruído. Esta corrida gerou outra para garantir fontes de abastecimento de petróleo. No fim deste mesmo século, Saddam Hussein, em 2 de agosto de 1990, invadiu o Kwait, país vizinho. O objetivo não era apenas conquistar um estado soberano, mas principalmente apropriar-se de suas riquezas. Caso tivesse êxito, o ditador iraquiano dominaria tanto o mundo árabe quanto o Golfo Pérsico, onde se concentram as maiores reservas mundiais de petróleo. Como indicador da importância do petróleo na geopolítica internacional, a Organização das Nações Unidas (ONU) decretou embargo contra o Iraque e mundo ocidental e árabe somaram forças para defender a vizinha Arábia Saudita contra as pretensões do ditador iraquiano (YERGIN, 1992).

[102] Gases de efeito estufa.

quinquenal chinês chama atenção à necessidade de aumentar a participação dos combustíveis não fósseis na matriz energética (WORLD ECONOMIC FORUM, 2013).

Com base no exposto, este capítulo tem duas premissas básicas: (i) na primeira seção trataremos de maneira mais detalhada os questionamentos da matriz energética baseada na energia fóssil; e (ii) na segunda seção realizaremos uma análise exploratória das novas tecnologias na direção da economia de baixo carbono e o papel do Estado neste processo.

3.1 - O modelo fóssil está em xeque?

A fim de discutir o questionamento da continuidade do consumo de energia baseado numa matriz energética principalmente dependente de combustíveis fósseis, esta seção será estruturada da seguinte forma: na primeira subseção revisitaremos, em perspectiva histórica, a transição da era da energia solar à era da energia fóssil, que predomina até os dias atuais. Noutra subseção buscaremos analisar, como apontado pelo *World Economic Forum*, a tendência de deslocamento da demanda por energia na direção do mundo emergente - especialmente da China e da Índia -, bem como a pressão que ela tenderá a exercer no mercado global de energia. Por fim, na última subseção da primeira seção nos ocuparemos doutra fonte de pressão da matriz energética ancorado nos combustíveis fósseis: preocupação com as mudanças climáticas e a demanda social e ambiental para uma economia de baixo carbono.

3.1.1 O lugar central da energia no desenvolvimento da humanidade

Para que haja crescimento e o desenvolvimento econômico é imprescindível que a energia e outros recursos sejam extraídos do meio ambiente para produzir bens e serviços. Por isso, é possível afirmar com segurança que existe uma estreita ligação entre o uso de energia e a evolução do homem em sociedade (ARCHER; BARBER, 2004). Neste sentindo, duas tecnologias contribuíram para facilitar a vida e aumentar a longevidade da espécie humana: (i) o desenvolvimento de utensílios perfuro-cortantes - permitiu que os seres humanos explorassem uma ampla variedade de recursos animais (apropriação indireta de energia) para fins de alimentação e a retirada da pele para fins de proteção; e (ii) o uso do fogo por meio da queima de madeira permitiu que os humanos explorassem ainda mais a disponibilidade de

recursos para fins de alimentação, para fundir metais e para cozinhar cerâmica. Além disso, a técnica impulsionou espacialmente a exploração de regiões inóspitas pelas baixas temperaturas (HALL et al*.,* 2003).

Sob a perspectiva do uso da energia, a história da humanidade pode ser divida em duas eras: (i) energia solar[103] que se estende até o ano 1800; e (ii) energia fóssil que se inicia a partir daí e segue até o presente. Não por acaso que neste período a revolução industrial na Europa estava fervilhando (BURKE III, 2009).

Tabela 3 - Regimes energéticos ao longo história por fonte primária de combustível

ERA DA ENERGIA SOLAR	
Caçadores-coletores (mestre do fogo)	2,5 milhões a.C. - 10.000 a.C.
Agricultura primitiva	10.000 a.C. - (Diversos)*
Início da era de agrarização de impérios regionais	5.000 a.C. - 1.400 d.C
Posterior era da agrarização sob condições de globalização	1.400 d.C - 1.800 d.C
ERA DA ENERGIA FÓSSIL	
Início da era dos combustíveis fósseis; carvão (produção de vapor)	1.800 d.C. - Presente**
Era seguinte dos combustíveis fósseis: petróleo, gás natural e energia nuclear	1.800 d.C. - Presente

Fonte: Adaptado de Burke III, 2009, p. 36.
* Os caçadores-coletores continuaram seu estilo de estilo de vida em localidades isoladas.
** O carvão continua sendo uma importante fonte de energia primária.

Na primeira era os homens usavam apenas a energia do próprio músculo ou de animais. O emprego de ferramentas, ainda que rudimentares, contribuiu para aumentar e amplificar a potência da energia muscular. Os homens utilizavam também a força mecânica da água e do vento para movimentar moinhos e processar grãos. A tecnologia do vento também se mostrou muito útil à fundição de metais (McNEILL, 2000). A tecnologia do fogo[104] foi o primeiro grande passo dado pelo homem na corrida pela produção de energia. A competência humana de manipular o fogo permitiu a exploração da energia solar armazenada na madeira, além de

[103] Todo dia; com o por do sol restavam-lhes apenas a luz da lua e das estrelas, então, eles se abrigavam em cavernas para protegerem-se do escuro e do frio. A luz solar é fonte primária de todas as formas de energia do planeta. Por intermédio da fotossíntese, plantas, algas e certas bactérias transformam luz solar em energia. Os homens se apropriam desta energia pelo consumo direto destes organismos ou, então, indiretamente, pelo consumo de animais que se alimentam deles, dessa forma os seres humanos se apropriam da energia solar por via indireta (ARCHER; BARBER, 2004).

[104] Não é consensual entre os especialistas o exato momento em que os primeiros vestígios de uso de fogo pelos humanos foram encontrados. Entretanto, é consensual entre eles que os homens tenham sido capazes controlar o fogo no período compreendido entre 400.000-1.400.000 anos atrás. Muitos estudiosos contemporâneos entendem que o domínio do fogo não seja uma questão importante para história da sociedade humana, pois acreditam que a história da civilização inicia-se, a cerca de 10.000 anos atrás, com o surgimento da agricultura, seguido pelo aumento do tamanho das cidades e da invenção da escrita. Entretanto, a domesticação do fogo teve consequências de longo alcance e, portanto, merece ser classificada como a primeira grande transformação no meio ambiente provocada pelos seres humanos, a qual foi sucedida, mais tarde, por outras duas transformações de mesma ordem: o surgimento da agricultura e da pecuária (agrarização) cerca de 10.000 anos atrás, e o aumento da produção industrial em grande escala (industrialização) cerca de dois séculos atrás (GOUDSBLOM, 1992).

transformar o meio ambiente. O uso disseminado do fogo[105] abriu clareiras na floresta, criando as condições propícias ao surgimento de atividades agrícolas, inclusive com profundas implicações no processo civilizatório (BURKE III, 2009).

Na segunda fase - era dos combustíveis fósseis, a humanidade transitou do sistema de energia não comercial ao comercial (ver tabela 3). O ponto de ruptura foi o domínio, no século XVIII, da tecnologia do vapor[106]. Ela permitiu suplantar a dependência da água como principal força matriz. A tecnologia provocou duas importantes mudanças no processo de industrialização: (i) deslocalização da produção - a nova tecnologia permitiu o espraiamento da indústria para além do leito de rios, mudando a dinâmica de crescimento espacial das cidades e regiões; e (ii) constância no ritmo de produção - a tecnologia eliminou as paralisações no processo de produção motivada por fenômenos climáticos: estiagens, inundações e gelo. Então, a tecnologia a vapor[107] possibilitou um maior controle do homem sobre as forças da natureza (WILLIAMS, 2006).

A tecnologia a vapor trouxe consigo a necessidade por combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural). Estes se formaram ao longo de milhões de anos pela decomposição de plâncton, plantas e animais. Com o tempo, estes materiais orgânicos soterrados, pressionados por condições de temperatura e pressão, transformaram-se em grandes quantidades de combustíveis. Dito de outra forma, há muito tempo, abaixo da superfície terrestre onde a decomposição de materiais orgânicos é mais lenta pela falta de oxigênio, uma grande quantidade de carcaças de plantas e animais foi se acumulando abaixo de camadas de sedimentos, transformando-se em combustíveis fósseis (ESCOBAR, 2008).

A mudança na fonte de energia primária do sol aos combustíveis fósseis conecta-se diretamente à revolução industrial. Ao fim e ao cabo, ocorreu um salto na capacidade de produção de energia (mecânica). Duas transformações muito bem sintetizam tal mudança

---

[105] Ele tinha várias aplicações produtivas, sendo as duas principais formas de uso: (i) cozinhar; e (ii) limpar a terra. Com o cozimento - exposição de substâncias orgânicas ao fogo sem queimá-las - os homens começaram destruir as fibras duras e compostos tóxicos, que de outra forma não seriam apropriadas ao consumo humano. Cozinhar, em outras palavras, ampliou a disponibilidade de alimentos aos seres humanos. Sob a segunda forma, a utilização do fogo para fins de desmatamento pode parecer puramente destrutiva, contudo ela contribui substancialmente à prática da atividade agrícola (GOUDSBLOM, 1992).

[106] Desenvolvida por Thomas Savery, Thomas Newcomen e James Watt.

[107] Ao longo do tempo a máquina a vapor foi aperfeiçoada para torná-la mais eficiente. Assim, por exemplo, as primeiras máquinas eram extremamente ineficientes desperdiçando aproximadamente 99% da energia gerada. Mas, por volta de 1800, as inovações incrementais nas máquinas a vapor permitiram aproveitamento de 5% de energia e uma capacidade de geração de 20 *quilowatts* de força por máquina, que equivale a força muscular de 200 homens. Por volta de 1900, os engenheiros já haviam dominado a tecnologia da máquina a vapor de alta pressão, um salto tecnológico que multiplicou o poder de geração por trinta. A adoção da tecnologia do vapor em trens e navios resultou numa revolução nos transportes e num círculo virtuoso à sociedade. Ela permitiu o transporte de carvão em grande escala, aumentando mais ainda a disponibilidade do mesmo à geração do vapor. Entre 1800 e 1900 a produção mundial de carvão aumentou 110 vezes (McNEILL, 2000).

tecnológica: (a) possibilidade de realizar diversas rotinas de trabalho com máquinas capazes de transformar energia térmica em energia mecânica para produzir bens e serviços; e (b) possibilidade de alimentar essas novas máquinas por meio de combustíveis fósseis. A combinação destes dois fatores resultou num avanço tecnológico sem precedentes que mudou a história da civilização (CASCIO; MALAMINA, 2006).

Seguindo com a ideia de mudança tecnológica no uso de fontes de energia, antes do ano 1800 o carvão já havia se tornado preponderante no abastecimento de máquinas a vapor na Inglaterra e nos países europeus. Nos Estados Unidos, em meados do século XIX, o carvão da região da Appalachia[108] também já havia substituído a madeira como fonte de energia na costa leste do país. Na costa do Pacífico, os produtores e transportadores continuaram usando-a, mas logo a substituíram pelo carvão importado da Austrália a um custo mais elevado. Então, escassez e alto custo do carvão na costa do Pacífico combinado à descoberta de petróleo resultaram na introdução do óleo na produção de vapor. Já na primeira metade do século vinte, o petróleo já havia ultrapassado o carvão como fonte de energia para obter o vapor (WILLIAMS, 2006).

Tabela 4 - Consumo global de energia: 1800-2000, em unidade exajoule

ANO	Carvão	Petróleo	Gás Natural	Hidroeletricidade	Energia Nuclear	Biocombustíveis	Total
1800	0,35	-	-	-	-	20,00	20,35
1850	2,05	-	-	-	-	26,00	28,05
1900	20,62	0,65	0,23	0,06	-	22,00	43,56
1950	45,37	19,60	7,53	1,20	-	27,00	100,70
2000	87,83	129,02	86,46	9,55	24,55	45,00	382,41

Fonte: Adaptado de Smill, 2010, Appendix.

O período entre 1867 e 1914 foi um divisor de água para o sistema de produção. As inovações tecnológicas introduzidas – eletricidade, turbina a vapor, motor a combustão interna, aço, fertilizantes entre outras – fundaram as bases de uma sociedade moderna, mas altamente dependente do uso de energia (SMIL, 2006). Junto com a mudança técnica na base de produção e nas fontes de energia ocorreu expressivo aumento no consumo de combustíveis fósseis. Com isto, a manutenção do padrão de vida existente à época só foi possível com o aumento expressivo no crescimento do uso dos combustíveis fósseis.

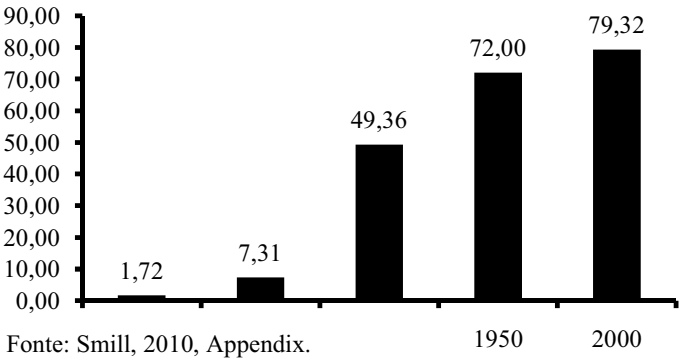
A tabela 4 afiança a ideia de transição da era da energia solar à de energia fóssil. Ao longo de dois séculos o consumo global de energia em exjoule[109] aumentou substancialmente

[108] Conjunto de cordilheiras que se estendem principalmente pelos estados do Kentucky, Tennessee e Carolina do Norte nos Estados Unidos.
[109] Um exjoule é igual ao calor da queima de 23.884.589.663 toneladas de petróleo equivalente-TEP.

a partir do século XVIII. Em 1800, o consumo global de energia foi 20,3 exjoule, saltando para 43,5 em 1900. Cem anos mais tarde ele já era de 382,4 exjoule, um acréscimo superior a 18 vezes em duzentos anos.

Do ponto de vista da fonte de abastecimento para atender o crescimento global de energia é possível notar o despontar do carvão como principal fonte primária de energia. Em 1800, o carvão respondia por apenas 1,7% do consumo global, em 1850 respondia por 7,3%, saltando para 47,3% em 1900. Ao longo do século seguinte, de forma global, em 1950 sua participação subiu para quase 20% e saltando para quase 33,7% em 2000. De forma semelhante ao petróleo, a participação do consumo de gás natural no consumo global de energia também aumentou ao longo do século XX. Ele representava apenas 0,5% em 1900, crescendo para 7,4% em 1950 e 22,6% do consumo global de energia em 2000.

Figura 2 - Parcela dos combustíveis fósseis no consumo global de energia



Fonte: Smill, 2010, Appendix.

Corroborando a ideia de transição da era solar para os combustíveis fósseis como fonte de energia, ao se agregar a participação do carvão, do petróleo e do gás natural no consumo global de energia encontramos um bom indicador da dependência da humanidade por combustíveis fósseis (ver figura 2). Em 1800 - ponto de transição - os combustíveis fósseis representavam apenas 1,7% do consumo global de energia; em 1850 representavam 7,3%. Com o deslanchar da revolução industrial no século XVIII e o domínio da tecnologia do vapor, uma grande quantidade de combustível fóssil têm sido empregada na produção de uma quantidade sem precedentes de bens e serviços à humanidade. A locomotiva e máquina de tear, ambas impulsionadas pelo vapor, representam o símbolo da mudança tecnológica capitaneada pela revolução industrial. Com isso, o carvão mineral tornou-se a fonte de combustível preponderante, substituindo a lenha e o carvão vegetal, já em falta. Com isso, em 1900 os combustíveis fósseis já representava quase 50% do consumo global de energia do planeta.

A revolução industrial também aumentou a pressão por uma fonte mais barata e conveniente de lubrificação, bem como de óleo para iluminação. A energia já havia sido produzida pelos músculos humanos e de animais, e posteriormente de combustíveis sólidos, tais como madeira e carvão, coletados e transportados com considerável esforço para o local onde eram consumidos. Em contrapartida, o petróleo[110] mostrou-se a fonte de energia mais fácil de ser transportada, assim como mais concentrada e flexível (CURLEY, 2012). A descoberta do motor a combustão interna e seu uso no automóvel deu novo impulso ao consumo de petróleo, e, portanto, a demanda por combustíveis fósseis. Desta forma, em 1900 eles já representavam quase 50% do consumo global de energia, em 1950 eles representavam 72%, chegando ao limiar do século XXI - ano 2000 - com quase 80% do consumo do global.

3.1.2 Crescimento econômico versus consumo de energia: deslocamento da demanda de combustíveis fósseis em direção dos mercados emergentes

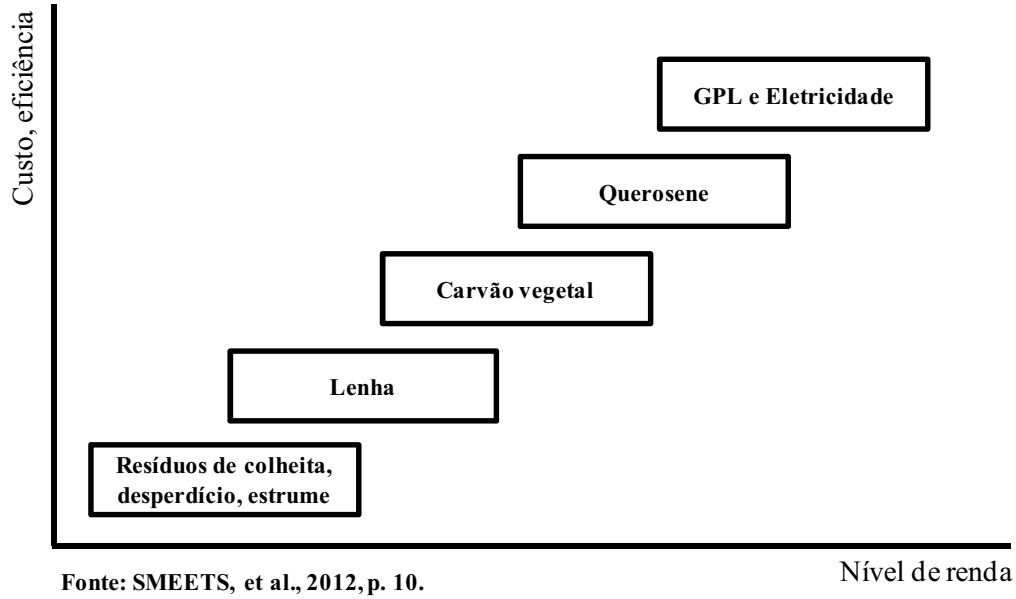
Como mencionado na subseção acima, o petróleo foi responsável por 1/3 da produção global de energia primária (dados de 2000) e o carvão e gás natural (combustíveis fósseis) contribuíram, cada um deles, com outros 22% na produção primária de energia. Cabe ressaltar que os combustíveis fósseis são os principais protagonistas da oferta global de energia primária. Pelo lado da demanda, vimos também que o consumo de energia aumentou mais de 18 vezes em duzentos anos (1800-2000). Bem por isso, as análises sobre o crescimento no uso da energia, em grande medida, utilizam o consumo de petróleo equivalente como parâmetro. Diante do exposto, nesta subseção procuraremos demonstrar: (i) a ligação existente entre o crescimento econômico e a demanda por energia; e (ii) que o crescimento econômico-demográfico mais acentuado nos mercados emergentes (principalmente na China e Índia) tende a deslocar o centro dinâmico do consumo global de energia na direção deles.

A escada de demanda por combustíveis é uma forma intuitiva e eficaz de mostrar a relação entre crescimento econômico e a demanda por energia. Considerando o uso da energia apenas para fins domésticos, a observação da realidade mostra que é possível prever que, se houver uma elevação do poder aquisitivo das famílias, as fontes de combustíveis tradicionais

[110] As condições à expansão pelo lado da oferta estavam dadas. O primeiro poço de petróleo para fins comercial foi perfurado por Edwin L. Drake, no noroeste da Pensilvânia em agosto de 1859. Com isso, ele estabeleceu as bases à indústria de petróleo. Num breve período de tempo, o petróleo retirado do subsolo era processado nas refinarias de óleo de carvão existentes. Ao fim do século, outros campos de petróleo foram descobertos em 14 estados norte-americanos. No mesmo período, campos de petróleo foram encontrados na Europa e Ásia oriental (CURLEY, 2012).

serão gradualmente substituídas por outras mais eficientes e limpas - mais modernas (ver figura 3). A teoria sugere que existe uma correlação positiva entre nível de renda e os combustíveis mais eficientes e limpos. Então, o aumento de renda impulsiona as famílias a avançar degrau acima na escada da preferência por fonte de combustível. No primeiro degrau, as famílias dependem unicamente da biomassa sólida para fins de cocção, aquecimento e iluminação. Nos degraus intermediários, as famílias migram para combustíveis mais eficientes, mas, assim mesmo, com significativa emissão de gás de efeito estufa (GEE). No último degrau, as famílias migram para combustíveis comerciais mais convenientes e mais limpos, principalmente o gás liquefeito de petróleo (GLP) e eletricidade.

Figura 3 - Representação esquemática da escada de combustíveis

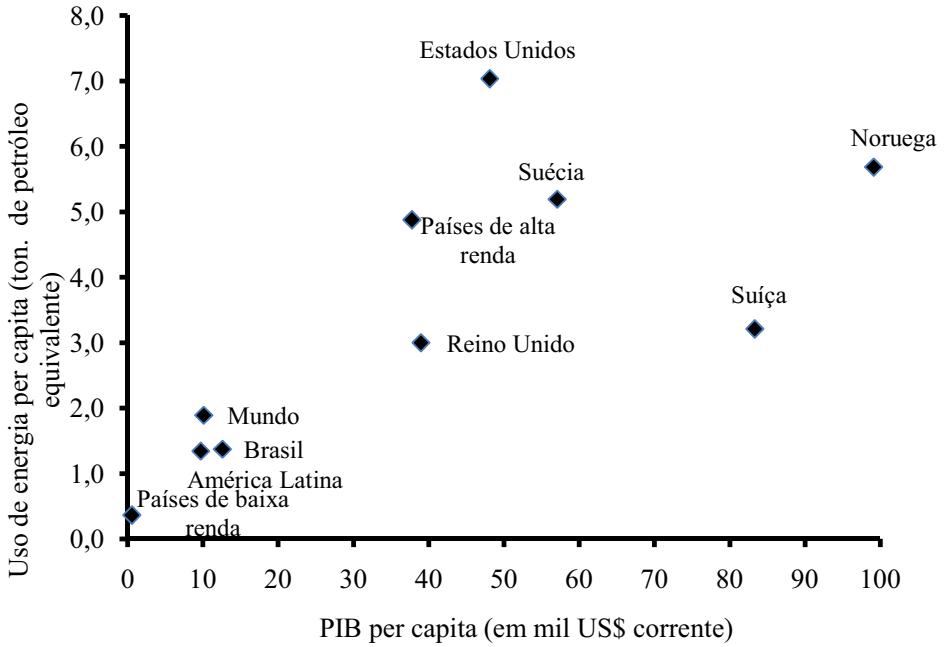


Fonte: SMEETS, et al., 2012, p. 10.

Em termos macroeconômicos, a relação crescimento econômico e demanda por energia pode ser demonstrada de modo empírico pelo cruzamento da renda per capita dos países e do consumo per capita deles (ver figura 4). Para tanto, comparamos, para o ano de 2011, os dados de uso per capita de energia em tonelada de petróleo equivalente versus o PIB per capita (em mil US$ corrente) de um conjunto selecionado de países. Desta comparação é possível extrair duas constatações importantes. Primeira, existe uma relação diretamente proporcional entre crescimento econômico e a demanda por energia. Segunda, é verdade que o nível mais alto de renda dos países desenvolvidos exigiu maior consumo de energia, contudo nem sempre na mesma proporção. Por exemplo, a Noruega alcançou renda per capita de US$ 99,1 mil, com consumo per capita de energia de 5,6 toneladas de petróleo equivalente. Em contrapartida, nos Estados Unidos, cujo PIB per capita é quase metade do PIB norueguês,

o consumo per capita de energia é de 7 toneladas de petróleo equivalente por habitante. Então, os dados afiançam a ideia de correlação entre as duas variáveis, mas a proporção entre crescimento da renda per capita e o consumo não é a mesma a todos os países.

Figura 4 - Relação uso de energia capita x Produto Interno Bruto (PIB) per capita em 2011, países selecionados



Fonte: The World Bank, Indicators, 2013. Elaboração própria.

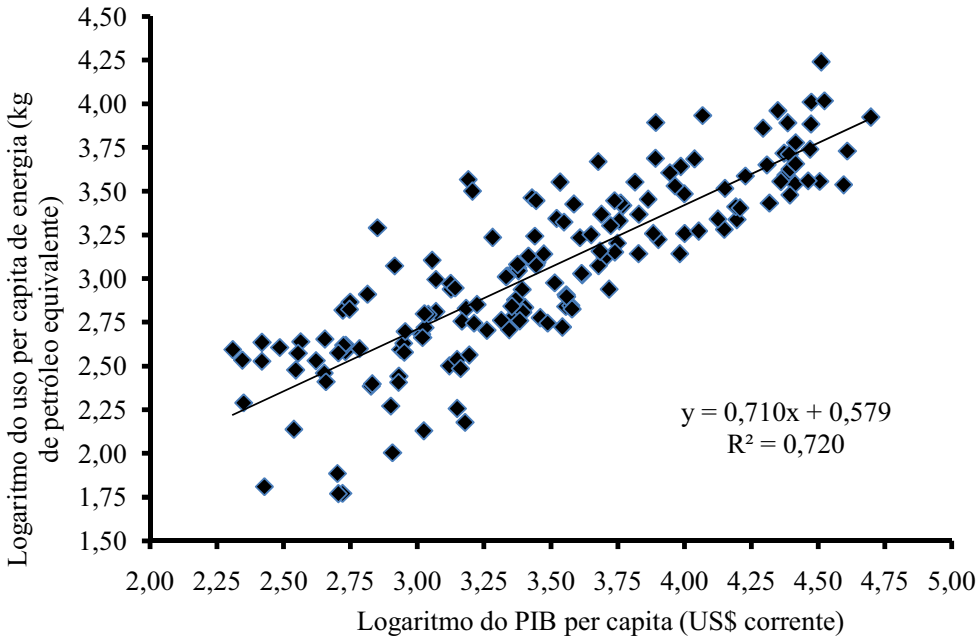
Tal questão foi originalmente discutida em *Energy in the world economy: a statistical review of trends in output, trade, and consumption since 1925* (1971). Joel Darmstadter, Perry Teitelbaum e Jaroslav G. Polach constataram a correlação entre consumo de energia[111] e PIB, mas o coeficiente de determinação não era igual a 1 - variação do consumo de energia na mesma proporção da variação da renda como se o coeficiente de elasticidade-renda fosse próximo de 1, e, com isso, concluíram que a renda não era o único vetor a interferir no consumo de energia. Ademais, os autores também diagnosticaram dispersão significativa entre diferentes países em decorrência do nível de desenvolvimento econômico (PINTO JR, 2007). Em *Energetic limits to economic growth* (2011), James Brown e outros destacaram que a taxa de consumo per capita de energia das economias desenvolvidas, principalmente as de grande porte econômico, aumenta menos proporcionalmente que o crescimento na renda. Como explicação ao fato, eles argumentam que elas possuem vantagem competitiva

[111] É possível inferir que o nível de consumo de energia de um país também se relacione com sua localização espacial no planeta. Assim, por exemplo, países localizados em zonas tropicais, cujas temperaturas sejam mais quentes devem usar menos energia para fins de aquecimento que países localizados em áreas temperadas.

decorrente de: (i) economias de escala; e (ii) novas tecnologias no uso de energia. Em consequência, elas logram usar a energia de modo mais eficiente (BROWN, 2011).

A fim de demonstrar estatisticamente a relação crescimento econômico versus consumo de energia faremos uma regressão linear simples com uma amostra de 166 países - período 1980-2011 - fornecida pelo Banco Mundial (BM) (ver figura 5). A variável independente (X) da análise será o logaritmo[112] da média do PIB per capita do período - *proxy* do crescimento econômico, e a variável dependente do modelo será o logaritmo da média do uso de energia (kg de petróleo equivalente) do período - *proxy* do consumo de energia.

Figura 5 - Relação consumo de energia versus crescimento econômico



Fonte: The World Bank, Data, Energy & Minning, 2013. Elaboração própria.

A regressão linear das duas variáveis apresentou um coeficiente de determinação (R^2) = 0,7203. Isto indica que 72% da variação no uso per capita de energia (*proxy* do consumo) no período pode ser explicada pela variação do PIB per capita. Para medir a intensidade da relação entre as variáveis empregamos a correlação de Pearson (R). O resultado encontrado foi R = 0,8487, indicando uma forte correlação entre as duas variáveis. Entretanto, cumpre salientar que a análise de regressão é uma técnica estatística útil para fazermos previsão, mas não podemos perder de vista que a técnica mostra a relação matemática entre as duas

[112] Técnica estatística empregada para contornar o problema da não homogeneidade dos dados originais utilizados na análise de regressão. No caso específico da relação consumo de energia versus crescimento econômico, a transformação logarítmica das *proxys* do consumo de energia e o do crescimento econômico teve o propósito de estabilizar a variância e aproximar os dados da normalidade. Isto tornou o modelo de regressão simples apropriado aos dados transformados, bem como melhorou sua capacidade preditiva do modelo.

variáveis que, na prática, pode não ser válida a todos os países. Dito de outra forma, não há um único padrão[113] de relação entre crescimento do consumo de energia e crescimento econômico para toda a economia, contudo isto não invalida sua utilização.

Ao também se debruçar sobre o tema, o Fundo Monetário Internacional-FMI, por meio do *World Economic Outlook 2011*, apontou que os países desenvolvidos têm conseguido sustentar o crescimento econômico com pouco ou nenhum crescimento na demanda primária per capita de energia. De fato, o estudo evidenciou que o comportamento da curva de demanda por energia de países da OCDE se mostrou estável (plana). Em contrapartida, a taxa de crescimento global do consumo primário de energia nos países em desenvolvimento, especialmente no leste asiático é fortemente correlacionado com o crescimento econômico, com destaque à China (INTERNATIONAL MONETARY FUND, 2011).

Após evidenciarmos a ligação entre crescimento econômico e a demanda por energia de modo geral, passaremos, a partir da questão levantada pelo FMI, a demonstrar empiricamente a relação crescimento econômico versus consumo de energia de uma perspectiva geoeconômica. Para tanto, reaplicaremos a regressão linear simples para uma amostra de 37 países fornecida pelo BM, período 1980-2011. Os países foram seccionados em três grupos, com o critério de seleção sendo o nível de desenvolvimento econômico. O primeiro grupo é composto por vinte países que formam a OCDE - geograficamente dispersos pela América do Norte, pela América do Sul, pela Europa e pela Ásia. O segundo grupo é composto por dez países sul-americanos, e o terceiro é composto por sete países do leste asiático.

Uma primeira questão identificada pelo teste, assim como já apontado pelo relatório do FMI, é a estreita relação entre crescimento econômico e o consumo de energia dos países do leste asiático. Excetuando-se Filipinas e Indonésia em que a intensidade da correlação entre as duas variáveis foi fraca e moderada, respectivamente, nos demais países a intensidade da correlação das duas variáveis oscilou entre forte e muito forte. Por exemplo, 96% da variação no consumo de energia chinesa do período é explicada pela variação do seu crescimento econômico.

Na América do Sul a correlação entre crescimento econômico e consumo de energia mostrou-se dual. Metade dos países - Chile, Brasil, Equador, Uruguai e Venezuela - apresentaram forte correlação entre crescimento econômico e o consumo de energia, contudo

[113] Como do tipo elasticidade-renda 1, em que cada aumento de uma unidade monetária na renda per capita da população provocará um aumento na demanda primária por energia na mesma proporção.

bem abaixo do nível apresentado pelos países do leste asiático. Na outra metade dos países sul-americanos a correlação oscilou entre bem fraca, fraca e moderada (ver tabela 5).

Tabela 5 - Intensidade da relação consumo de energia versus crescimento econômico no período 1980-2011, regiões selecionadas.

REGIÃO	PAÍS	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R2)	COEFICIENTE DE PEARSON	INTERPRETAÇÃO DA RELAÇÃO
AMÉRICA DO SUL	Argentina	0,4398	0,6632	Moderada
	Brasil	0,8011	0,8950	Forte
	Chile	0,8764	0,9362	Forte
	Colômbia	0,0711	0,2666	Bem Fraca
	Venezuela	0,7396	0,8600	Forte
	Equador	0,7733	0,8794	Forte
	Paraguai	0,1650	0,4062	Bem Fraca
	Peru	0,1424	0,3774	Bem Fraca
	Uruguai	0,7650	0,8746	Forte
	Venezuela	0,2427	0,4926	Fraca
LESTE ASIÁTICO	China	0,9649	0,9823	Muito forte
	Indonésia	0,6280	0,7925	Moderada
	Malásia	0,9053	0,9515	Muito forte
	Filipinas	0,0147	0,1212	Bem Fraca
	Tailândia	0,9123	0,9551	Muito forte
	Vietnã	0,7565	0,8698	Forte
	Cingapura	0,7665	0,8755	Forte
ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO	Austrália	0,6044	0,7774	Moderada
	Áustria	0,7468	0,8642	Forte
	Bélgica	0,5323	0,7296	Moderada
	Canadá	0,0325	0,1803	Bem Fraca
	República	0,0158	0,1257	Bem Fraca
	Dinamarca	0,0021	0,0458	Bem Fraca
	França	0,6644	0,8151	Moderada
	Alemanha	0,6037	0,7770	Moderada
	Itália	0,7524	0,8674	Forte
	Japão	0,8279	0,9099	Forte
	Coreia do Sul	0,9671	0,9834	Muito forte
	México	0,6974	0,8351	Forte
	Holanda	0,7641	0,8741	Forte
	Noruega	0,7984	0,8935	Forte
	Polônia	0,3472	0,5892	Fraca
	Espanha	0,8151	0,9028	Forte
	Suécia	0,0656	0,2561	Bem Fraca
	Suíça	0,2415	0,4914	Fraca
	Reino Unido	0,0000	0,0008	Bem Fraca
	Estados Unidos	0,0007	0,0265	Bem Fraca

Fonte: The World Bank, 2013. Elaboração própria.

No caso dos países da OCDE o quadro conectivo entre as duas variáveis é difuso; em 60% dos países analisados a correlação oscilou entre Muito fraca, Fraca e Moderada. No Reino Unido, nos Estados Unidos, na Dinamarca, na República Tcheca, no Canadá e na Suécia a correlação mostrou-se bem fraca. Na Bélgica, na Alemanha, na Austrália e na França a correlação entre as duas variáveis foi moderada. No México, na Áustria, na Itália, na

Holanda, na Espanha e no Japão a correlação encontrada foi forte. Apenas na Coreia do Sul e Noruega a intensidade da correlação entre as variáveis mostrou-se bem forte.

Além disso, é digno de nota o fato de todos os países cuja intensidade da correlação entre crescimento econômico e consumo de energia foi forte localizarem-se no leste asiático, exceto a Noruega. Desta forma, como já apontado pelo relatório do FMI, o "milagre" econômico dos países do leste asiático impulsionou que a demanda por energia geograficamente deslocasse em direção à Ásia, principalmente em direção da China, maior economia da região. Se a esta contabilidade for incluída a Índia[114], a relevância da Ásia ganha mais importância ainda.

Tabela 6 - Previsão da demanda primária global de energia por região: em Mtoe*

REGIÃO	1990	%	2000	%	2010	%	2015	%	2020	%	2030	%	2035	%
OCDE	**4.521**	**51,**	**5.292**	**52,**	**5.404**	**42,**	**5.465**	**39,**	**5.530**	37,	**5.553**	**33,**	**5.579**	**32,**
América	2.260	25,	2.695	26,	2.677	21,	2.751	19,	2.792	18,	2.795	17,	2.806	16,
EUA	1.915	21,	2.270	22,	2.214	17,	2.246	16,	2.260	15,	2.206	13,	2.187	12,
Europa	1.630	18,	1.765	17,	1.837	14,	1.817	13,	1.829	12,	1.835	11,	1.847	10,
Ásia Oceania	631	7,2	832	8,2	890	7,0	897	6,4	909	6,1	923	5,6	927	5,4
Japão	439	5,0	519	5,1	497	3,9	472	3,4	465	3,1	450	2,7	447	2,6
NÃO OCDE	**4.058**	**46,**	**4.536**	**44,**	**6.972**	**54,**	**8.158**	**58,**	**9.001**	**60,**	**10.42**	**63,**	**11.14**	**64,**
	2.617	29,	999	9,9	1.137	8,9	1.209	8,6	1.250	8,4	1.349	8,2	1.407	8,2
Rússia	880	10,	620	6,1	710	5,6	750	5,4	774	5,2	837	5,1	875	5,1
Ásia	1.589	18,	2.248	22,	3.936	30,	4.808	34,	5.400	36,	6.351	38,	6.839	39,
China	881	10,	1.196	11,	2.416	19,	3.020	21,	3.359	22,	3.742	22,	3.872	22,
Índia	317	3,6	457	4,5	691	5,4	837	6,0	974	6,5	1.300	7,9	1.516	8,8
Oriente	210	2,4	365	3,6	624	4,9	715	5,1	792	5,3	935	5,7	1.012	5,9
Iraque	21	0,2	28	0,3	38	0,3	77	0,6	113	0,8	145	0,9	160	0,9
África	388	4,4	496	4,9	690	5,4	750	5,4	819	5,5	932	5,7	984	5,7
Amér. Latina	331	3,8	429	4,2	586	4,6	675	4,8	740	5,0	856	5,2	905	5,3
Brasil	138	1,6	184	1,8	262	2,1	309	2,2	346	2,3	413	2,5	444	2,6
Mundo	**8.779**	**100**	**10.09**	**100**	**12.73**	**100**	**13.98**	**100**	**14.92**	**100**	**16.41**	**100**	**17.19**	**100**
U. Europeia	1633	18,	1683	16,	1713	13,	1681	12,	1678	11,	1667	10,	1670	9,7

Fonte: *International Energy Agency*, World Energy Outlook 2012a, p. 58.
* Equivalente a energia obtida com a queima de milhão de toneladas de petróleo.

O relatório *World Energy Outlook 2012* elaborado pela Internacional Energy Agency (IEA), que combina o balanço da demanda mundial passada à previsão de consumo futuro de energia primária, confirma a ideia de deslocamento geográfico da demanda de energia (ver tabela 6). O estudo, partindo de um recorte econômico, divide o mundo em dois grupos de economias: países vinculados à OCDE - nações mais desenvolvidas, e os não. O relatório, em termos concretos, mostra que entre 1990 e 2010 a participação dos países da OCDE no

[114] Pela análise de regressão simples, a Índia também apresentou uma correlação bem forte entre crescimento econômico e crescimento na demanda por energia, com 90% da variação do seu consumo sendo explicada pela variação no crescimento econômico.

consumo primário de energia declinou de 51% para 42,5% (*INTERNATIONAL ENERGY AGENCY*, 2012).

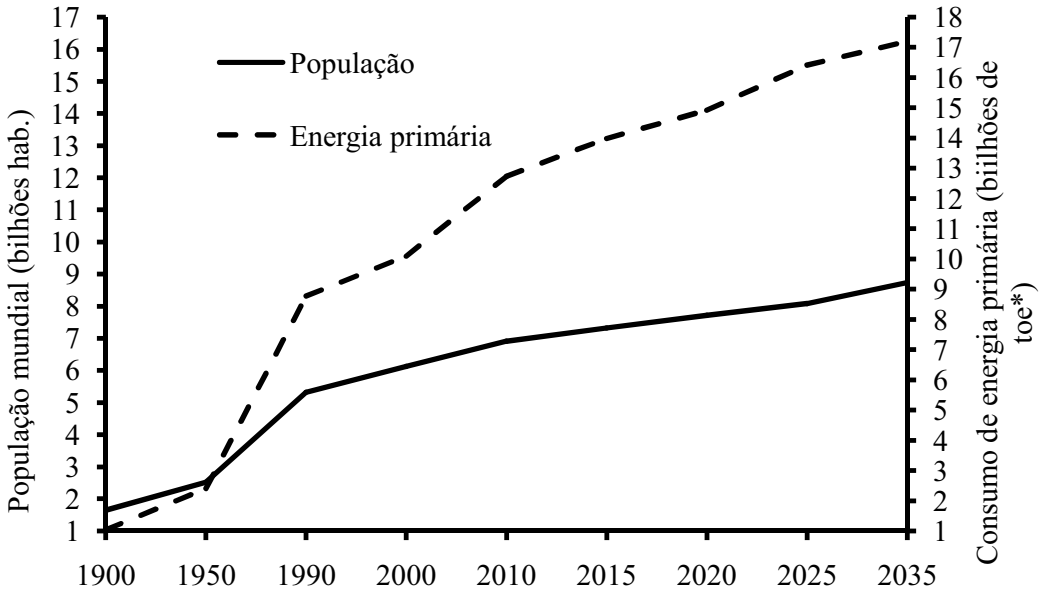
Na contramão, os países não vinculados à OCDE viram sua participação na demanda primária de energia saltar de 46% para 54%. Para o futuro, as projeções da IEA apontam à manutenção desta tendência. O estudo da agência prevê, para o ano de 2015, que a participação na demanda primária de energia pelos países da OCDE será de 39,1%, e caindo para apenas 32% em 2035. Enquanto isto, neste mesmo período a participação dos países não vinculados à OCDE deverá saltar de 54,% para 64%, ou seja, quase dois terços do consumo futuro de energia primária virão dos países não vinculados à OCDE.

A previsão do ritmo global do crescimento da demanda primária de energia será bem heterogênea. A IEA estimou que, no período 1990-2035, o consumo de energia nos países desenvolvidos será muito mais lento que o dos países em desenvolvimento. Assim, por exemplo, o crescimento projetado no consumo de energia dos Estados Unidos para um período de 45 anos (1990-2035) é de apenas 14,2%. A sua participação relativa no consumo global de energia, segundo projeção, deverá cair de 21,8% para 12,7%. A União Europeia e o Japão também deverão seguir a tendência norte-americana. O consumo projetado de energia da União Europeia deverá aumentar apenas 2,3% no período; sua participação no consumo do global de energia deverá cair de 18,6% para 9,7%. O consumo de energia primária do Japão deverá crescer somente 1,8% e sua participação no consumo global deverá cair de 5% para 2,6%. Estes dados contribuem para afiançar, conforme já apontado nesta subseção, que os países desenvolvidos têm conseguido sustentar o ritmo do crescimento econômico deles com pouco ou nenhum crescimento na demanda primária de energia. Contribui à redução da intensidade energética nos países desenvolvidos as ações ambientais, o avanço tecnológico e a deslocalização da produção de setores de atividade econômica intensivos em energia para o estrangeiro.

Na prática, o ritmo do crescimento na demanda global por energia (conforme relatório da IEA) será puxado pelos países em desenvolvimento, especialmente China e Índia. O crescimento projetado na demanda de energia primária chinesa será de 340% no período 1990-2035. No mesmo período, a participação da China no consumo global de energia saltará de 10% para 22,5%. A Índia, pela projeção, registrará um desempenho superior ao da China, com crescimento no consumo de energia no período de 378%. A sua participação no consumo global de energia saltará de 3,6% em 1990 para 8,8 em 2025, conforme projetado pela IEA. Além disso, ainda que não seja com o mesmo protagonismo de China e Índia, outros países

em desenvolvimento também contribuirão para o crescimento na demanda primária de energia. Este é, por exemplo, o caso do Brasil[115]. O crescimento na demanda primária de energia do país deverá crescer em 220% aproximadamente, com sua participação relativa no consumo global de energia primária saltando de 1,6% para 2,6%.

Figura 6 - Demografia e consumo de energia primária



Fonte: International Energy Agency. Elaboração própria

A figura 6 auxilia na compreensão da relação entre o crescimento demográfico e a demanda por energia. Inicialmente, ela permite identificar a trajetória paralela do crescimento demográfico e do consumo de energia ao longo do século XX[116]. Contudo, a questão mais importante que se depreende com a figura é o ritmo de crescimento das duas varáveis. A partir de 1950 o ritmo de crescimento da demanda por energia descolou do ritmo do crescimento demográfico. E, baseado nas projeções de crescimento demográfico e da demanda por energia, o ritmo desigual de crescimento entre as duas variáveis só tende a aumentar. De certo, isto tem contribuído para suscitar dúvidas sobre a capacidade das fontes convencionais de energia de suprir esta crescente demanda por energia.

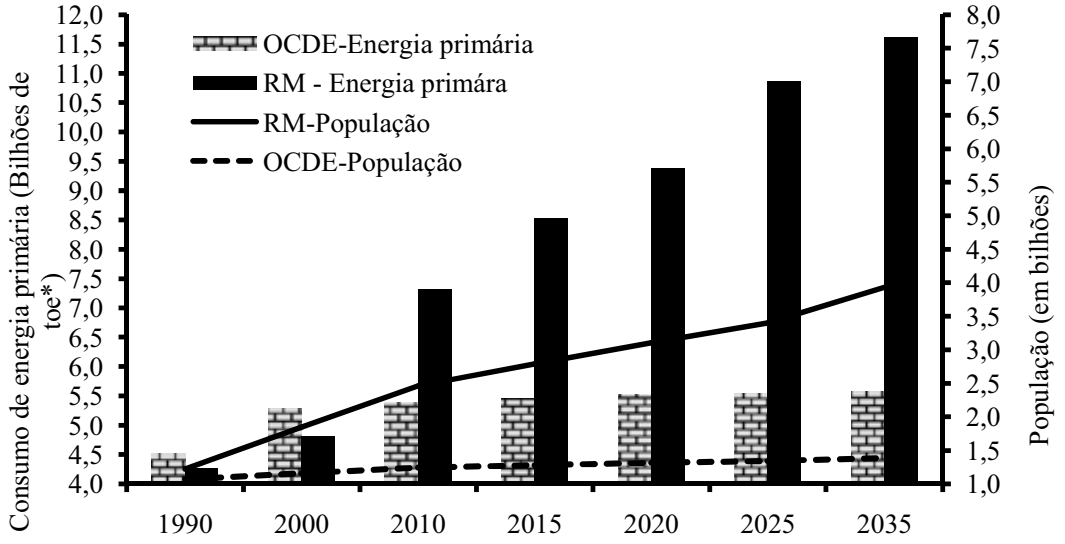
Outra questão importante é a assimetria no ritmo de crescimento demográfico e da demanda por energia primária segundo o critério de renda. Para demonstrá-la optamos por

[115] O país é disparado o mais importante consumidor de energia primária na América Latina. Em 1990 seu consumo representava 41% do consumo da região. Em 2035 prevê a IEA, o seu consumo de energia responderá por 49% de todo o consumo da região.

[116] A série de dados do crescimento demográfico e do consumo per capita de energia não é apresentada segunda uma cronologia uniforme pela indisponibilidade de dados.

continuar com a taxonomia de dividir o mundo em duas partes: ricos e resto do mundo. Como critério para selecionar a parte do mundo rico, usamos os 34 países que compõem a OCDE, os demais países foram classificados como pertencentes ao resto do mundo. Com já apontado pelo FMI, as projeções para o mundo desenvolvido indicam a tendência estacionária tanto em termos demográficos quanto na demanda por energia. Por outro lado, no resto mundo, as duas variáveis crescem de forma acentuada (ver figura 7).

Figura 7 - Demografia e consumo de energia primária pelo critério renda



Fonte: International Energy Agency. Elaboração própria.

A projeção das Nações Unidas para o crescimento demográfico dos países da OCDE, período 1990-2035, é 28%. Para o resto do mundo a previsão de crescimento demográfico no mesmo período é 73%. A projeção sob a perspectiva no crescimento da demanda por energia é ainda mais discrepante. No período, os países da OCDE consumirão 23% mais de energia primária, enquanto o resto mundo consumirá 172% mais energia.

O exercício de projeção mostra que a dinâmica de crescimento da demanda por energia primária será determinada pelos mercados emergentes. O ritmo de crescimento econômico e populacional mais forte destes países certamente serão fontes de pressão no mercado global de energia. Isto certamente contribui para suscitar dúvidas sobre a viabilidade técnica de continuar com a atual matriz energética baseada em combustíveis fósseis (CAMPBELL; LAHERRÈRE, 1998; KOMANOFF, 2002; GRUBLER, 2004; SNEAD, 2008). Inclusive, muitos especialistas estão se dedicando a prever quando ocorrerá o pico de oferta, e, consequentemente o resultado nos seus preços no mercado internacional de energia. Muito embora, a qualidade e a confiabilidade de tais previsões sejam desencontradas, existe um

relativo consenso sobre um quadro de futura escassez dos combustíveis fósseis, e, portanto, um esgotamento da atual matriz energética. A passagem abaixo reforça tal crença.

> Petróleo, gás natural e seus derivados representam 55% do consumo mundial de energia. São esses combustíveis que permitem a existência dos meios de transporte rápidos e eficientes que temos hoje, bem como boa parte das atividades industriais. Lamentavelmente, eles não vão durar mais do que algumas décadas: como combustíveis fósseis, as suas reservas são finitas, a segurança de abastecimento é problemática [...]. (GOLDENBERG, 2008; p. 13).

A partir deste ponto de vista, para muitos, o século XXI será palco de uma nova transição energética, com novas fontes de energia substituindo os combustíveis fósseis. Muitos especialistas, como mostrado acima, já prevêem o esgotamento da matriz energética fundada nos combustíveis fósseis, que reforça o debate sobre uma possível era pós-energia fóssil. Além disto, outro vetor a contribuir às discussões sobre o fim do ciclo de preponderância dos combustíveis fósseis é o aquecimento global. A emissão de GEE pela queima dos combustíveis fósseis alimenta os debates sobre a tese do aquecimento global provocado pelo à ação humana. Contudo, tal questão será explorada na subseção seguinte.

3.1.3 - Pressões em direção à economia de baixo carbono: a força da questão ambiental

Ao longo do século XX, em termos energéticos, o esforço de P&D concentrou-se basicamente no petróleo, carvão e gás natural, e numa longa cadeia produtiva: combustível, produtos químicos, detergentes, fibras sintéticas, plásticos, pesticidas, fertilizantes, lubrificantes, solventes, asfalto, etc., que contribuíram ao crescimento econômico de diversos países. Contudo, desde o fim do século passado os combustíveis fósseis entraram no radar da opinião pública internacional. Por um lado, a queima deles, na opinião dos ambientalistas, contribui para o aumento do nível de dióxido de carbono (CO^2) na atmosfera e consequente aquecimento global verificado nas últimas décadas. Por outro, o declínio das reservas de petróleo ameaça economicamente o modelo fóssil.

Para além dos determinantes essencialmente econômicos, o questionamento da matriz energética baseada em energia fóssil também é pressionado por demandas sociais e ambientais. A formação de uma opinião pública mundial preocupada com a criação de uma economia sustentável e ambientalmente responsável vem forçando os governos do mundo todo a promover estratégias de desenvolvimento de novas tecnologias baseadas num modelo

energético limpo e renovável. E, nesta esfera de interesse, os movimentos ambientais têm dado uma forte contribuição.

Em perspectiva histórica é possível dividir o movimento ambientalista em duas fases ou eras. A primeira fase abarca a gênese e a formação de valores que fundamentam sua existência. Porém, do ponto vista espacial, eles tinham abrangência local ou nacional. Na segunda fase, a era do ambientalismo moderno - segunda metade do século XX - as ideias transcenderam as fronteiras nacionais, tornando-se internacional (DAVIES, 2009). Portanto, o ambientalismo moderno tornou-se global.

Existem diversos relatos que dão conta da intervenção humana e a consequente degradação do meio ambiente desde há muito tempo. Assim, por exemplo, cidades sumérias, há aproximadamente 3.700 anos atrás, foram abandonadas quando suas terras irrigadas tornaram-se cada vez mais salinizadas e alagadiças. Há cerca de 2.400 anos, na Grécia, Platão chamava atenção ao desmatamento e à erosão na Ática em decorrência do excesso de pastagens e do corte de árvores para lenha. Em Roma, ainda no século I, relatos dão conta de que o gerenciamento inadequado de recursos poderiam provocar quebras de safras e a erosão do solo. Mais tarde, no século VII, o sistema de irrigação da Mesopotâmia (construído 400 anos antes) começava a ruir pela má administração dos recursos. Nesta mesma época, o crescimento populacional já se apresentava como elemento detonador do colapso da civilização maia no século X. A retirada de madeira para construção de embarcações da frota do Império Bizantino, de Veneza, de Gênova e de outros estados marítimos italianos reduziu as florestas costeiras do Mediterrâneo. No século XV, a poluição do ar pela queima de carvão preocupava Londres (McCORMICK, 1992).

Apesar da existência destes relatos históricos da ação antropogênica[117], o tema não despertou muito interesse até depois da revolução industrial. A mudança de comportamento só foi ocorrer após a era das descobertas científicas, com os sinais de deterioração da natureza tornando-se mais evidentes a um número maior de pessoas. Com isso, as raízes do movimento[118] ambientalista foram plantadas na segunda metade do século XIX na Grã-Bretanha e nos Estados Unidos (McCORMICK, 1992).

Na Grã-Bretanha vitoriana, o movimento foi incitado pelas descobertas científicas. A primeira influência importante à gênese do ambientalismo britânico foi a história natural. A

[117] Degradação do meio ambiente pela ação humana.
[118] Para uma análise mais aprofundada das raízes do ambientalismo ver Em Rumo ao Paraíso: a história do ambientalismo de John McCornick. O autor realizou uma análise rigorosa da emergência do ambientalismo na Índia, África do Sul e Austrália (McCORMICK, 1992).

compreensão do ambiente natural que floresceu com o conhecimento científico nos séculos XVIII e XIX mudou a visão do homem quanto ao seu lugar no meio ambiente. O domínio da natureza era tido como indispensável ao progresso e à sobrevivência dos seres humanos, contudo floresceu gradativamente a consciência moral da necessidade de proteção da natureza contra abusos. Além disto, o desenvolvimento dos transportes facilitou o acesso ao campo; o aumento da prosperidade econômica incentivou a procura pela educação, lazer e pelo autodescobrimento. Por volta de 1880 já existiam diversas sociedades de história natural e clubes de campos no interior da Grã-Bretanha. Em especial, dois fatores contribuíram à emergência desta consciência ambiental. O primeiro deles foi o livro *The Natural History of Selbourne* (1788) de Gilbert White em 1788. Com este livro, o autor advogou sobre a simplicidade e humildade como forma de restaurar a convivência pacífica entre o homem e a natureza. O segundo fator foi a campanha contra os maus tratos a animais defendida principalmente pela *Society for the Protection of Animals* e pela *A East Riding Association for the Protection of the Sea Birds* (McCORMICK, 1992).

No continente americano, a gênese do ambientalismo norte-americano é semelhante a do britânico:[119] similar interesse pela história natural. Diversos fatores contribuíram à formação da consciência ambiental norte-americana. Por exemplo, a publicação de *Man and Nature* (1864) por George Perkins Marsh, com a qual ele enfatizou que a destruição e o desperdício estavam tornando a terra inabitável aos seres humanos, inclusive colocando em risco a própria existência do homem. O autor acreditava que o homem havia se esquecido de que a terra lhe foi dada somente para seu usufruto e não para o seu consumo, e muito menos para o desperdício desenfreado. Outra contribuição foi a mudança, por decreto do Congresso de 1864, do Vale *Yosemite* e o Mariposa *Grove* de *Big Trees* para o Estado da Califórnia, com a condição de que eles fossem mantidos para fins de lazer e recreação pública, além de permanecerem inalienáveis em qualquer tempo. Por fim, o movimento ambientalista norte-americano dividiu-se em dois campos de atuação: (i) preservacionistas que advogavam pela preservação das áreas virgens de qualquer uso, exceto para fins educacionais ou de lazer; e (ii) conservacionistas que defendiam a exploração dos recursos naturais, porém de forma racional e sustentável (McCORMICK, 1992).

[119] Em especial, uma questão difere sobre o processo de emergência dos dois movimentos ambientalistas. No século XIX a Europa já fora colonizada e explorada desde há muito tempo, por outro lado nos Estados Unidos vastas áreas no Oeste estavam sendo desbravadas. Houve registro de preservação, mas o desmatamento predominou sobre o ideal preservacionista no processo de expansão norte-americana (McCORMICK, 1992).

É possível dizer que o movimento ambientalista em defesa da preservação e conversação dos recursos naturais no século XIX foi o precursor do ambientalismo moderno nos anos 1960 e 1970. Este incorporou outras demandas da sociedade (outros grupos de pressão) ao debate, assim como alargou a base social do movimento ambientalista após a Segunda Guerra Mundial (DAVIES, 2009). De fato, o término da guerra alterou profundamente os valores e atitudes em direção ao internacionalismo, e isto alterou radicalmente a agenda do ambientalismo (McCORMICK, 1992).

Em 1950 os efeitos colaterais da produção industrial tornaram-se mais evidentes. A produção e o consumo de bens geram resíduos; e estes, por sua vez, em prejuízo do meio ambiente, contaminam a terra, a água e o ar. Pela primeira vez, um grande número de pessoas reconhecia que a economia baseada no consumo tinha uma consequência inequívoca: poluição. Portanto, eventos[120] ocorridos entre os anos 1940 e 1960 começaram a mudar a atitude da humanidade em relação ao meio ambiente (MacDONALD, 2003).

Em *Earth in Balance* (1992), Al Gore, ex-vice-presidente dos Estados Unidos, sugeriu que os escritos de Rachel Carson lançaram as bases do movimento ambientalista moderno. Seu trabalho, de modo eloquente, chamou atenção do setor industrial, do governo e também da opinião pública à questão ambiental (MacDONALD, 2003). Em *Silent Spring* (1962) Rachel Carson se debruçou sobre os efeitos negativos da utilização excessiva de produtos químicos (pesticidas e inseticidas) na natureza. Para ela, a prática originada na era industrial estava engolindo o meio ambiente numa drástica mudança à natureza e com sérios problemas à saúde pública. Antes deste de evento, a humanidade tinha medo da varíola, da cólera e de pestes. Mas, novas drogas e o saneamento básico melhoraram a vida da população. Todavia, na era moderna a humanidade passou a preocupar-se com outro perigo que os próprios homens introduziram no meio ambiente: produtos químicos (CARSON, 1962).

Outro evento que impulsionou o movimento foi quando, nos anos 1950, a comunidade internacional despertou para o risco de uma crise ambiental de proporção global em

[120] Por exemplo, na Califórnia do fim dos anos 1930 e dos anos 1940, os automóveis haviam substituído o fogo da queima de madeira na produção de nuvens. A interação entre abundância de luz solar com produtos químicos de centenas de milhares de motores de combustão interna produziu nuvens amareladas que ardiam e irritavam os olhos, bem como prejudicavam a respiração das pessoas. Em 1947, a cidade de Los Angeles estabeleceu o primeiro controle de poluição do ar em um bairro do país a fim de estudar a formação de fumaça e determinar como ela podia ser controlada. Esta atitude mostra que o público e os políticos acreditavam que a poluição do ar interferia de modo significativo na qualidade de vida. O ocorrido em Los Angeles não foi um evento isolado. Em 1948, nos vales próximos de Donora, Pensilvânia, houve a inversão de temperatura provocada pela combinação de óxido de enxofre e partículas lançadas na atmosfera não pelos escapamentos de automóveis, mas a partir de plantas industriais que utilizavam carvão rico em enxofre. Este evento provocou 20 mortes e 600 internações (MacDONALD, 2003).

consequência da poluição nuclear. A ocorrência de chuvas radioativas a milhares de quilômetros de distância de onde os testes nucleares eram realizados despertou o debate sobre o tema. A comunidade internacional percebeu que a questão ambiental não se restringia ao limite do território, bem como os seres humanos perceberam que estavam na mesma nave: o planeta terra (NASCIMENTO, 2012). Entretanto, ainda neste período, a expressão meio ambiente ainda era usada apenas para designar, por exemplo, o ambiente familiar ou o ambiente de trabalho.

As enciclopédias (livros index) sobre questões sociais nos anos 1950 não faziam nenhuma menção sobre o assunto. As questões ambientais passaram a figurar na agenda internacional somente nos anos 1960 e início dos 1970 (MacDONALD, 2003). Mas foi com a divulgação do Relatório do Clube de Roma, em 1972, que a agenda ambiental ganhou ampla visibilidade internacional, tornando-se aspecto essencial dos debates de organismos multilaterais, particularmente nas Nações Unidas.

O Clube de Roma foi criado em 1968 por um grupo de pensadores - diplomatas, acadêmicos, industriais e sociedade civil - de diversas nacionalidades, que se reuniram para debater o dilema do consumo ilimitado de recursos num mundo em constante interdependência. Os participantes deste encontro saíram de lá com a seguinte missão: fomentar a consciência de líderes mundiais sobre a sustentabilidade de longo prazo do modelo de crescimento econômico da sociedade ocidental. As ideias propugnadas pelos seus participantes se materializaram no relatório *The Limits to Growth* (1972) a cargo de um grupo de cientistas do MIT, que enfatizou a necessidade de compatibilizar: continuidade do progresso econômico observando os limites ambientais do planeta. Com o êxito do tema[121] em discussão, as repercussões do relatório não tardaram. O número de participantes do clube aumentou rapidamente. O objetivo do clube era fomentar, no longo prazo, a consciência dos líderes mundiais sobre o dilema da escassez de recursos naturais e o crescimento econômico. Para tanto, enfatizavam a fragilidade da oferta de recursos naturais para sustentar os padrões de consumo e de produção vigentes (THE CLUB OF ROME, 2011).

Com o debate proposto pelo Clube de Roma é possível levantar duas questões inquietantes: há limite ao crescimento econômico? O mundo caminha na direção da calamidade ambiental global? Estas questões não são importantes pela sua originalidade, mas pelo desconforto que provocam na humanidade. Elas, por exemplo, em outra época e em

[121] O relatório, editado em 30 línguas, vendeu mais de 12 milhões de cópias pelo mundo (THE CLUB OF ROME, 2011).

outro contexto, já haviam sido suscitadas por Thomas Malthus no fim do século XVIII. Em Ensaios sobre a população o autor já havia previsto uma crise para a humanidade. O descompasso entre o crescimento exponencial da população e o crescimento aritmético na produção de alimentos teria como conseqüência: a fome.

A matriz de pensamento malthusiana parece ter influenciado muitos pensadores sobre a questão ambiental. Destacamos, em especial, o principal trabalho nesta área: o relatório *The Limits to Growth*[122]. Sob a direção de Dennis Meadows[123], a equipe identificou cinco fatores determinantes do crescimento: crescimento da população, produção agrícola, esgotamento de recursos naturais não renováveis, produção industrial e poluição generalizada. Usando técnicas de simulação computacional o grupo de pesquisadores chegou a três conclusões importantes (McCORMICK, 1992).

> 1) Se a presente tendência de crescimento da população mundial, poluição, industrialização, produção de alimentos e exaustão de recursos continuarem inalterados, o limite de crescimento do planeta será alcançado em cem anos. O resultado mais provável será um declínio súbito e incontrolável na população e na capacidade industrial.
>
> 2) É possível alterar essas tendências de crescimento e atingir a estabilidade econômica e ecológica que seja sustentável por muito tempo no futuro. O estado de equilíbrio global poderia ser planejado de modo que as necessidades materiais básicas de cada pessoa na Terra fossem satisfeitas e cada pessoa tivesse uma oportunidade igual de concretizar seu potencial humano individual.
>
> 3) Se as pessoas do mundo decidissem se empenhar para chegar a esse segundo resultado e não ao primeiro, quanto mais cedo começassem a trabalhar para atingí-lo, maiores seriam as chances de sucesso. (MEADOWS et al., 1992, p. 23-24).

Como principal conclusão, o relatório deixou como mensagem a indicação de que o planeta não suportaria a pressão excessiva exercida sobre os recursos naturais e energéticos, assim como o aumento da poluição (REBELO, 2010). Por isso, o relatório proposto pelo Clube de Roma ofereceu o melhor argumento ao movimento ambientalista do início dos anos 1970: evidências da natureza finita dos recursos naturais. Logo, ele tornou-se o elemento catalisador do ambientalismo moderno em decorrência das questões que emergiram com o relatório (DOHERTY, 2002).

Nicholas Georgescu-Roegen ofereceu outra importante contribuição ao debate. Sua teoria estabeleceu uma ligação entre os *inputs* e os *outputs* do processo produtivo. Os recursos naturais utilizados no processo produtivo foram divididos em: matéria e energia. No outro

[122] O relatório que se transformou em livro vendeu mais de 30 milhões de cópias ao redor do mundo. Publicado em 30 idiomas, ele tornou-se a obra sobre meio ambiente mais vendida na história (REBELO, 2010).
[123] Na época ele tinha apenas 28 anos de idade.

extremo do processo produtivo; tem-se a geração de: calor, poluição e matéria. Baseando-se nas leis da termodinâmica, especialmente na lei de entropia, Georgescu-Roegen enfatizou que a quantidade de matéria e energia incorporada nos bens finais é inferior aos recursos empregados na sua produção. Isto decorre do fato de uma parcela de matéria e energia utilizada no processo produtivo transformar-se em resíduos. Então, não se pode pensar em eficiência técnica plena. É bem verdade que o nível de resíduo dependerá do "estado da arte" do processo produtivo: mais tecnologia, menos desperdício. Contudo, quando se chegar ao limite da termodinâmica, a produção será totalmente dependente de recursos naturais (CECHIN, 2010). Em consequência, para Nicholas Georgescu-Roegen a função de produção neoclássica está sujeita a rendimentos decrescentes.

No mesmo ano da criação do Clube de Roma, a Suécia, preocupada com a chuva ácida nos países escandinavos, propôs ao Conselho Social e Econômico das Nações Unidas (ECOSOC em inglês) uma conferência global[124] para discutir um acordo internacional de redução de emissão de GEE, que causa chuva ácida. O resultado foi a aprovação da Conferência de Estocolmo, em 1972 (NASCIMENTO, 2012).

Com isso, na segunda metade do século XX inaugurou-se, incitados pelos movimentos ambientais modernos, uma nova fase no debate político: limite natural ao crescimento econômico e populacional - neomalthusianismo. Para eles, a palavra natural assume relevância extrema por entenderem que o crescimento econômico não é condicionado apenas por razões sociais; é limitado pela escassez de recursos naturais para suportá-lo. A centralidade da tese do limite ao crescimento econômico levou os movimentos ambientalistas a propor práticas e hábitos sociais à humanidade na direção da sustentabilidade. Isto é, a formação de uma nova ideologia: ambientalismo (DOBSON, 2007).

Um importante desdobramento da emergência da "onda verde"[125] é a preocupação sobre a forma como a energia é produzida. Existe um relativo consenso difundido pela comunidade

[124] Durante os preparativos para a conferência - que durou mais de três anos - os países desenvolvidos e os em desenvolvimento estiveram em lados opostos. Os primeiros estavam preocupados com a crescente degradação ambiental e a ameaça à sua qualidade de vida, enquanto isto no outro extremo, os países em desenvolvimento preocupavam-se em evitar restrições às exportações de seus produtos primários, uma importante fonte de recursos para o desenvolvimento deles. Desta forma, enquanto os países desenvolvidos definiram a defesa do meio ambiente como o ponto central da Conferência, os países em desenvolvimento focaram sua atenção na redução da pobreza. Este embate não ficou circunscrito no âmbito de países, ele transcendeu aos atores políticos e sociais, resultando num confronto entre ambientalistas e desenvolvimentistas (NASCIMENTO, 2012).

[125] Outro resultado tangível da emergência da "onda verde" foi o desenvolvimento dos partidos verdes em diversas partes do mundo, os quais procuraram descolarem-se dos partidos políticos (conservador, liberal, social democrata) que dominaram a cena política desde a segunda guerra mundial. Os partidos verdes alcançaram uma significativa influência política ao redor do mundo. O caso mais bem sucedido é o da Alemanha (ZELKO, 2006).

internacional sobre a insegurança da matriz energética baseada em combustíveis fósseis. Apesar das tecnologias à obtenção de energia a partir de petróleo já serem amplamente consolidadas, os efeitos colaterais de sua produção é motivo de grande preocupação e desconforto em escala global. Com isso, a emissão de gases na atmosfera[126] e o consequente aquecimento global passaram a fazer parte da agenda política internacional.

A energia é um componente indispensável à sociedade moderna[127]. A compreensão do seu papel exige uma análise em três dimensões: ambiental, econômica e social. Se, por um lado, como já mostrado, a produção de energia a partir de combustíveis fósseis provoca efeitos colaterais (externalidade negativa) ao meio ambiente, ela, por outro, é indispensável ao processo de desenvolvimento econômico dos países, especialmente aqueles cuja industrialização encontra-se em expansão. Além disso, a energia é um pré-requisito básico para melhorar a condição de vida material dos indivíduos (ERISMAN, 2004). O aumento da prosperidade material, e, portanto do bem-estar da humanidade está intimamente ligado ao consumo de energia. Deste modo, o modelo socioeconômico contemporâneo aspirado pela grande maioria dos países baseado na atual matriz energética - combustíveis fósseis - empurra a humanidade para um trilema energético (GADONNEIX et al., 2013a). Os países em desenvolvimento procuram emular as políticas de desenvolvimento postas em prática nos países desenvolvidos. Os indivíduos principalmente nos países em desenvolvimento aspiram alcançar um nível de bem-estar (medido em termos de acesso a bens e serviços) semelhante ao dos indivíduos que vivem nos países desenvolvidos. Mas, sob a perspectiva ambiental, o atual padrão socioeconômico pressiona fortemente o meio ambiente. A tônica do debate

[126] A preocupação com precipitação ácida surgiu no início dos anos 1960 na Europa e na América do Norte. Desde então, a maior parte da atenção foi dedicada para os efeitos da chuva ácida sobre a água: lagos, rios, lençol freático e oceano. O processo que converte gases depositados na atmosfera em ácido começou muito antes do homem queimar combustíveis fósseis, a liberação de enxofre e nitrogênio pode se dar, também, por processos naturais: vulcanismo e a atividade das bactérias do solo. No entanto, a atividade econômica humana desencadeou as reações mais importantes. A partir da revolução industrial, a queima de carvão, petróleo e gás natural para produção de energia permitiu a substituição de animais e pessoas no processo produtivo. A primeira consequência detectada foi o acúmulo de fumaça na atmosfera. A queima de carvão com alto teor de enxofre, e a consequente liberação de dióxido de enxofre e monóxido de carbono afetou o meio ambiente. A intensificação do uso de combustíveis fósseis só piorou a questão. De início, a preocupação com a poluição do ar tinha repercussão local, mas com a intensificação no uso de combustíveis fósseis as substâncias poluentes foram transportadas para áreas remotas de onde os combustíveis foram queimados, transformando a questão em um problema global. O problema da chuva ácida foi reconhecido pela primeira vez por Robert Angus Smith, em Manchester, que monitorou locais com registros de chuva ácida. Em 1852, ele escreveu sobre a correlação entre a queima de carvão e poluição ácida em torno do centro industrial de Manchester, sendo este o início da pesquisa sobre acidificação (ERISMAN, 2004).

[127] A ação humana é responsável por aproximadamente 75% do enxofre lançado na atmosfera, sendo 82% desta proporção relacionada apenas à produção e uso de energia. O uso de combustíveis fósseis na indústria, a produção de combustíveis fósseis nas refinarias, e a geração de eletricidade são os principais responsáveis pela emissão de enxofre em decorrência da ação humana (ERISMAN, 2004).

político sobre os limites de crescimento do planeta e a questão energética é uma consequência clara disto.

A maior parte da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera ocorre principalmente com a liberação de CO^2 pela queima de combustíveis fósseis: carvão, petróleo e gás natural. Com isso, a preocupação com a mudança climática global pelo acúmulo de gases tem estimulado o debate político internacional sobre como mitigá-lo (CHUPKA, 2004). A partir da Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento[128] (UNCED no inglês) no Rio de Janeiro em 1992, o debate político internacional sobre a questão ambiental ganhou uma agenda concreta, com a questão da mudança climática assumindo lugar central na agenda de pesquisa (DINIZ, 2001). O evento foi a primeira grande iniciativa de cooperação internacional sobre mudança climática. O documento produzido pela Conferência (Conferência das Partes - COP no inglês) tratou a questão da seguinte maneira:

> Preocupado que as atividades humanas tenham aumentado substancialmente a concentração atmosférica de gases de efeito estufa, que estes aumentos elevaram o efeito estufa natural, e que isto irá resultar na média em um aquecimento adicional da superfície da terra e da atmosfera e podendo afetar adversamente os ecossistemas naturais e a humanidade (UNITED NATIONS, 1992).

A Convenção teve como propósito estabilizar a concentração de gases de efeito estufa sem, com isso, prejudicar: (i) o desenvolvimento econômico; (ii) a produção de alimentos; e (iii) a adaptação natural dos ecossistemas. Ela entendeu que a redução de fluxo de emissões deveria ser liderada pelos países desenvolvidos, os grandes responsáveis pelo nível de emissão de gases na atmosfera. Já para os países em desenvolvimento o entendimento era de que as suas emissões podiam aumentar (DINIZ, 2001).

A partir do entendimento de que a produção e o consumo de energia são as principais fontes antropogênicas de emissão de GEE[129], na terceira conferência sobre meio ambiente (COP3), realizada em Quioto no Japão em 1997, o cerne da preocupação da mudança climática se concentrou no âmbito da política energética. A tônica do debate deu-se principalmente em torno da capacidade das nações de mudar o padrão de produção e de

[128] O Encontro da Terra foi o primeiro grande evento sobre meio ambiente promovido pela ONU. Realizado exatamente vinte anos após a conferência de Estocolmo, o evento contou com mais de 100 líderes mundiais, 150 nações, 140 organizações não governamentais (ONGs), 8.000 mil jornalistas e 35 mil participantes (NAJAM; CLEVELAND, 2004).

[129] Mesmo não sendo consenso a explicação antropogênica para o aquecimento global, é fato que a questão da redução de emissão de GEE tornou-se uma demanda política internacional.

consumo de energia como meio de mitigar o aquecimento global (NAJAM; CLEVELAND, 2004). A iniciativa foi um arranjo global com o propósito de gerir a mudança climática.

Fruto da preocupação da comunidade internacional com a mudança climática, o Protocolo de Quioto ocupou-se em: (i) estabelecer metas de redução da emissão de gases de efeito na atmosfera, principalmente pelos países desenvolvidos; e (ii) buscar formas menos agressivas para desenvolvimento econômico - transferências tecnológicas a países desenvolvidos e em desenvolvimento. Em relação ao item i, o artigo 3.1 do protocolo estabeleceu, para o período 2008-2012, e para um conjunto de 40[130] países desenvolvidos[131] e em transição para economias de mercado, a meta da redução de gases de 5,2%, em média, sobre as emissões de 1990. Já em relação ao item ii, o artigo 10.c tratou da cooperação para o desenvolvimento de meios eficazes ao desenvolvimento sustentável, sendo a transferência tecnológica ecologicamente racional um instrumento para enfrentar a mudança climática (UNITED NATIONS, 1998). Em outras palavras, o protocolo de Quioto priorizou a redução da emissão de GEE e o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis na área.

Com o propósito de ajudar no cumprimento das metas de redução dos GEE, o artigo 12 do Protocolo de Quioto propôs a criação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM no inglês). A proposta é fruto do entendimento de que a melhor política para enfrentar o aquecimento global era pela via do comércio global de emissões (*cap-and-trade*), contra a política de tributação (VEIGA, 2014). Pensado para os países em desenvolvimento, o mecanismo estimulou a implantação de projetos para redução das emissões de GEE e o desenvolvimento local. Dito de outra forma, o mecanismo focou a redução das emissões além da fronteira dos países desenvolvidos, assim como o desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento.

Os projetos implantados nos países em desenvolvimento devem receber o Certificado de Redução de Emissão (CER no inglês). Uma tonelada de carbono não emitida ou retirada da atmosfera equivale a um crédito de carbono (1 CER) que pode ser transacionada no mercado internacional. Então, os países desenvolvidos podem comprá-lo e usá-lo como parte de sua meta de redução de emissões, como previsto no protocolo de Quioto (NOVOTNÁ, 2012).

O CDM é dividido em duas categorias de projetos: (i) tipos de atividade de mitigação; e (ii) tipo de tecnologia aplicada. A primeira categoria abarca as energias renováveis, geração

[130] Para consultar a relação de países ver anexo **I** do Protocolo de Quioto (UNITED NATIONS, 1998).

[131] O protocolo dividiu os países participantes em dois grupos. Ao primeiro grupo, países do anexo I ou países desenvolvidos, foi estabelecido o prazo até 2012 para que eles pudessem alcançar a meta de redução da emissão de GEE. Já o segundo grupo, países não arrolados no anexo I ou países em desenvolvimento, não teve que reduzir suas emissões.

de eletricidade de baixo carbono, eficiência energética, mudança de combustíveis, destruição de GEE, processos para evitar a emissão de GEE e a remoção de GEE por sumidouros. A segunda categoria centra atenção na tecnologia aplicada ao projeto. Por exemplo, produção de energia a partir de qual tecnologia: energia térmica renovável ou energia mecânica renovável? Ou então, a substituição de carvão ou petróleo por gás; substituição de combustível (UNITED NATIONS, 2013).

Tabela 7 - Número acumulado de projetos CDM por tipo de mitigação: 2012

TIPO DE PROJETOS	QUANT.	%
Eólica	2.611	29,8
Hidroelétrica	2.281	26,0
Energia Biomassa	823	9,4
Processo p/ evitar emissão de metano	727	8,3
Gás de aterro	417	4,8
Eficiência energética - Indústria	416	4,8
Solar	413	4,7
Eficiência energética - na própria geração	144	1,6
Substituição de combustíveis fósseis	141	1,6
Eficiência energética - lado da oferta	118	1,3
Óxido Nitroso	108	1,2
Jazida de carvão/Mina de metano	106	1,2
Eficiência energética - bens domésticos	103	1,2
Outros	349	4,0
Total	8.757	100,0

Fonte: UNEP RISø CENTRE, 2014.

Os dados do UNEP Risø Centre - instituto de pesquisa ligado à Organização das Nações Unidas (ver tabela 7) - dão a dimensão do desempenho do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo proposto pelo protocolo de Quioto. É possível perceber que mais de 70% dos projetos em andamento até 2012 relacionavam-se com a geração de energia renovável, especialmente eólica e hidroelétrica que representaram juntas quase 56% de todos os projetos.

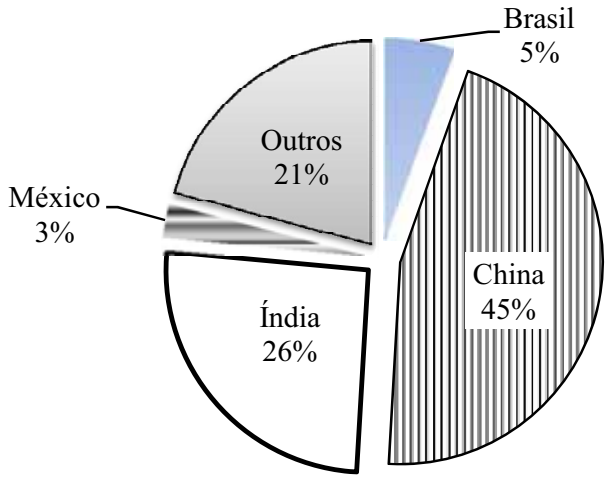
Os projetos com o foco no processo para evitar a emissão de gases metano e de aterro participaram com outros 13% do total dos projetos. Outro foco foram os projetos relacionados à eficiência energética que representaram quase 9% de todos os projetos CDM. Com isto, apenas estas três áreas de mitigação absorveram aproximadamente 92% dos projetos CDM.

A China, disparadamente, é o país que mais hospeda projetos do mecanismo de desenvolvimento limpo, 45% deles no ano de 2012 (ver figura 8). A Índia ocupou a segunda posição, hospedando 26% deles. Com isto, os dois países juntos hospedaram 71% de todos os projetos CDM. O Brasil[132] hospedou 5% dos projetos, ocupando o terceiro lugar. Por fim, o

[132] No Brasil, os projetos implantados com direito ao Certificado de Redução de Emissão estão ligados principalmente ao setor hidroelétrico e ao setor sucroalcooleiro. Por exemplo, a usina hidrelétrica de Jirau (Rio Madeira - Rondônia), que ainda está em construção, recebeu seu registro de venda de crédito de carbono no mercado europeu de comercialização de emissões. Estima-se que quando entrar em operação ela contribuirá para

México hospedou 3% dos projetos, ocupando o quarto lugar. Com isto, temos que os quatro principais países na hospedagem de projetos CDM absorverem 79% do total destes projetos.

Figura 8 - Distribuição dos projetos CDM segundo os principais países acolhedores, 2012.



Fonte: UNEP RISø CENTRE, 2014.

Para se ter uma dimensão, em termos monetários, do tamanho do mercado global de carbono, tomou-se emprestado os dados do relatório *State and Trends of the Carbon Market* (anos 2011 e 2012, os últimos da série) do Banco Mundial (ver figura 9).

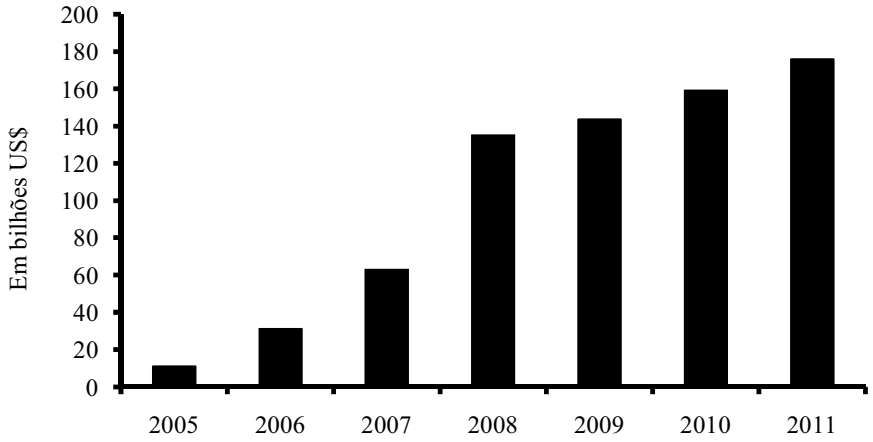
Apesar de a série de dados ter sido interrompida[133] em 2011, é possível perceber um expressivo crescimento das operações no mercado global de carbono. Em 2005, o início disponível dos dados da série, as transações no mercado de carbono foram de US$ 11 bilhões. Em 2008, elas já alcançaram a cifra de US$ 135,1 bilhões e saltando para US$ 176 bilhões em 2011. Deste modo, parece-nos que existe uma demanda nova na comunidade internacional, cada vez mais forte, de que a queima de CO^2, principalmente pelos combustíveis fósseis, se apresenta como um grave problema ambiental. Do ponto de vista do escopo desta pesquisa, não cabe aqui discutir se a mudança climática é ou não decorrente da queima de combustíveis fósseis. Correta ou não, ela vem alterando a consciência ambiental da opinião pública internacional que empurra o planeta em direção à economia de baixo carbono.

---

reduzir as emissões em aproximadamente 6 milhões de toneladas de GEE por ano. A empresa alcançou o direito de comercializar títulos de crédito de carbono por conta da substituição equivalente em geração termelétrica que seria necessária para suprir essa demanda (BORGES, 2013).

[133] Em 2013 o Banco Mundial substituiu o relatório *State and Trends of the Carbon Market* pelo relatório entitulado *Mapping Carbon Pricing Initiatives*. O novo relatório deixou de ofertar o balanço anual do valor quantitativo das transações no mercado internacional de carbono. Dois fatores contribuem para explicar o fato: (i) com a eclosão da crise financeira global entre 2007-2008, a recessão na Europa reduziu a demanda por crédito de carbono no mercado europeu de emissões; (ii) o número de projetos CDM não pararam de aumentar. Com isto, ocorreu um excesso de oferta de créditos no mercado de carbono. Com isto, o preço da tonelada de carbono despencou de € 30,0 em 2008 para € 5,0 no início de 2013 (THE ECONOMIST, 2013).

Figura 9 - Mercado global de carbono: 2005-2011.



Fonte: KOSSOY; GUIGON, 2012, p. 10 e KOSSOY; AMBROSI; LINACRE, 2011, p. 9.

Nesta fase da pesquisa já existem elementos suficientes para responder se o modelo de produção de energia fóssil está esgotado. Por um lado, o ritmo do crescimento na demanda global por energia será liderado pelos países em desenvolvimento, especialmente China e Índia. Por exemplo, o crescimento projetado na demanda de energia primária chinesa será de 340% no período 1990-2035. No mesmo período, a participação da China no consumo global de energia saltará de 10% para 22,5%. O crescimento econômico mais robusto dos países pressionará ainda mais a oferta de energia. Por outro, a preocupação com a mudança climática pela comunidade internacional fragiliza as condições políticas face à reprodução do modelo da matriz energética baseada em fontes fósseis. Estes eventos contribuem para aumentar a preocupação ambiental, assim como reavivar as ideias de Malthus sobre os limites do crescimento econômico. Por isso, parece-nos que a pressão pelo aumento da participação de energias renováveis na matriz energética neste século é um fato concreto.

3.2 Balanço das principais fontes alternativas de energia: Estado e a "corrida" em direção à economia de baixo carbono

Os países desenvolvidos têm uma longa experiência no uso de políticas públicas para apoiar o desenvolvimento de tecnologias em energias renováveis e tudo leva a crer que continuarão fazendo isto no futuro. As estratégias não são as mesmas, mas o fato concreto é que o Estado teve, e, provavelmente, continuará tendo um papel relevante na implantação e desenvolvimento de energias renováveis. Um bom argumento para justificar a política pública é que ação do Estado, por exemplo, para impulsionar a inovação tecnológica pode contribuir

para reduzir o custo de produção e, com isso, aumentar a escala de produção e a viabilidade econômica da tecnologia no futuro.

Com a publicação do relatório do Clube de Roma, em 1972, a preocupação com a natureza finita dos recursos energéticos recebeu grande atenção da opinião pública internacional. Contudo, a preocupação foi esmaecendo com a queda nos preços do petróleo nos anos 1980. Duas décadas depois, o debate ressurgiu novamente, e o pano de fundo foi novamente a elevação do preço do petróleo. O evento criou uma boa justificativa ao apoio público no desenvolvimento tecnológico em energias renováveis, e, consequentemente reduzindo a dependência das fontes de energias fósseis. O aumento do uso de energias renováveis na matriz energética tem o efeito benéfico de reduzir a emissão de GEE e o aquecimento global. Dois outros eventos, em tempo e lugares distintos, contribuíram ao estímulo das energias renováveis. Os acidentes em Chernobyl-Ucrânia (1986) e Fukushima-Japão (2011) envolvendo tecnologia nuclear para geração de eletricidade abalaram a confiança da opinião pública como uma importante fonte de geração de eletricidade, que aumentou ainda mais a "promessa" das energias renováveis (ZACHMANN, 2014). Neste contexto, a política pública à questão energética ou, simplesmente, política energética ganhou maior relevância ainda, pois ela não deve preocupar-se apenas com o suprimento de energia, mas também com a sustentabilidade ambiental.

De modo prático, os objetivos da política energética são: (i) assegurar a oferta de energia para permitir o desenvolvimento econômico e o bem-estar da população de um país; (ii) manter o preço da energia a um preço competitivo. Porém, o fortalecimento da consciência ambiental da opinião pública internacional vem pressionando os formuladores de política econômica a acrescentar outra meta à política energética: proteção ambiental. Por isso, a política energética tem um caráter intertemporal que busca conciliar as demandas conjunturais às demandas futuras: garantia de abastecimento de energia e preservação do meio ambiente.

> A política energética é uma intervenção política, portanto fortemente marcada por concepções e visões do mundo que conquistam uma posição hegemônica em determinados momentos, fruto do embate de ideias acerca do futuro e da melhor maneira de alcançá-lo e da sua legitimação nas diversas instâncias de representação e decisão política. Dessa forma, embora seu objetivo seja futuro, a política energética é fortemente marcada pelas visões presentes desse futuro, sendo essas visões delimitadas, de forma decisiva, pelas situações concretas de escassez e abundância que determinam uma urgência maior ou menor no enfrentamento do desafio associado à garantia do suprimento (PINTO JR, 2007, p. 291-292).

Pela sua importância, a política energética, é, de forma incontestável, uma política de Estado; logo sua concepção, elaboração e implantação são fundamentalmente de responsabilidade do mesmo (PINTO JR, 2007). Além da tradicional preocupação com o abastecimento e o preço da energia, ou seja, a política energética, desde o fim do século XX a comunidade internacional também passou a demandar a produção de energia com uma menor taxa ou mesmo livre da emissão de carbono.

Quadro 2 - Balanço multidimensional[134] da questão energética

DIMENSÕES	ABORDAGENS
Econômica	• A correlação entre crescimento econômico e a demanda por energia mostra a dependência do crescimento econômico da disponibilidade de energia. • O investimento na geração e distribuição de energia é intensivo em capital (formação bruta de capital fixo), portanto, à luz da teoria keynesiana ele proporciona um efeito multiplicador sobre a demanda agregada de um país. • Ela é um insumo fundamental ao longo da cadeia produtiva. Com isso, seu preço interfere significativamente na formação de preço de outros produtos ao longo da cadeia produtiva. • É de importância estratégica: a disposição de energia barata é crucial à construção de vantagem competitiva de uma nação. • Há uma ligação estratégica entre política energética e política industrial.
Tecnológica	• A mudança tecnológica vem redefinindo o *trade-off* entre o limite dos recursos naturais e nível de utilização de energia. • O processo tecnológico é o núcleo dinâmico da política energética. • As inovações tecnológicas ao longo da cadeia produtiva energética e na mitigação dos impactos ambientais decorrentes desta atividade formam um elo entre a política energética e tecnológica.
Socioambien-tal	• A tecnologia dominante na produção, distribuição e uso de energia provoca pressões sobre o meio ambiente. Os impactos negativos dependem principalmente da forma como a energia é produzida: • A emissão GEE, pela queima de combustíveis fósseis, polui a atmosfera, deterioram a qualidade local além da acidificação regional. • As grandes barragens hidrelétricas alagam a terra e podem causar assoreamento dos rios. • A produção de energia fóssil, nuclear e geotérmica emite radiação e gera resíduos de diferentes níveis de toxicidade. • As turbinas eólicas podem prejudicar uma paisagem outrora intocada. • A produção de lenha pode levar ao desmatamento e à desertificação. • Da perspectiva ambiental, a produção, distribuição e consumo de energia induz a mudança climática global, poluição d'água e do ar, geração de resíduos e a degradação da terra e desmatamento.

Fonte: Elaboração própria a partir de PINTO JR, 2007, p. 293-95 & VERA, *et al*. 2005, p. 276.

[134] Outra dimensão da questão energética é a dimensão social. A disponibilidade de energia afeta o bem-estar da população por meio da: (i) pobreza; (ii) oportunidades de emprego; e (iii) poluição. Nos países ricos o moderno serviço de energia (iluminação, aquecimento e cocção) está quase universalmente disponível a todos. Nos países pobres a população despende aproximadamente seis horas por dia para coletar madeira e estrume para fins de cocção e aquecimento - realizado principalmente por mulheres, intensificando a desigualdade de gênero. Nas regiões onde o carvão, o carvão vegetal, a parafina ou o querosene são obtidos pela via do mercado, estes combustíveis fósseis comprometem boa parcela da renda doméstica. Pela ótica da dimensão social, a elevação do nível de prosperidade material, e, portanto do bem-estar da humanidade significa consumir mais energia. Desta forma, a formulação da política energética deverá também melhorar o nível de bem-estar de uma nação, para, com isso, reduzir o hiato entre ricos e pobres. (PINTO JR, 2007).

A consciência ambiental da opinião pública internacional vem obrigando os países a buscarem novas fontes de energia para comporem suas respectivas matrizes energéticas. Enquanto a iniciativa privada é guiada principalmente pelo motivo lucro, as ações do Estado, ao contrário, são - ou deveriam ser - pautadas principalmente pela busca do bem-estar social da comunidade. Com isto, a preocupação com o meio ambiente e a produção de energia a partir de fontes renováveis transformaram-se em importantes ponderadores do nível de bem-estar de uma nação (WHITE, 2013).

A partir dos argumentos do parágrafo acima é possível introduzir a seguinte indagação: política energética para quê? Conforme já abordado na subseção imediatamente anterior, a energia é um ingrediente indispensável à sociedade moderna e a compreensão do seu papel exige uma análise em três dimensões: econômica, socioambiental (ver quadro 2). Na perspectiva da dimensão econômica, assegurar o crescimento econômico sustentado depende diretamente do aumento no consumo de energia. Então, a política energética consistente deverá assegurar o abastecimento de energia.

À luz da dimensão socioambiental, a tecnologia predominante à produção de energia - combustíveis fósseis - provoca efeitos colaterais no meio ambiente, o que tem acirrado o debate político sobre as questões ambientais. Então, a política energética também deve contemplar esforços na mitigação dos impactos ao meio ambiente e a sociedade da produção de energia. Por fim, a dimensão tecnológica da política enérgica é o elemento que pode lograr o equilíbrio entre as outras três dimensões. A "promessa" da tecnologia de oferecer soluções que garantam o abastecimento de energia em escala crescente e de modo econômico e sustentável é uma das questões latentes no século XXI.

Do ponto de vista histórico, a revolução industrial inaugurou a transição do uso de fontes de energias de baixa potência às de alta - principalmente carvão mineral, petróleo e gás natural. No início deste século, o desafio posto à humanidade é manter a continuidade à expansão da oferta de energia, porém de modo econômico e sustentável. Isto impulsiona uma corrida à adição de novas fontes de energia renováveis na matriz energética. A empreitada exigirá que os estados nacionais tenham capacidade efetiva de estruturar políticas energéticas de longo prazo, especialmente pela articulação de diferentes áreas de conhecimentos (OSAKI, et al., 2012). Por isso, na próxima seção faremos um balanço das principais fontes de energia renováveis.

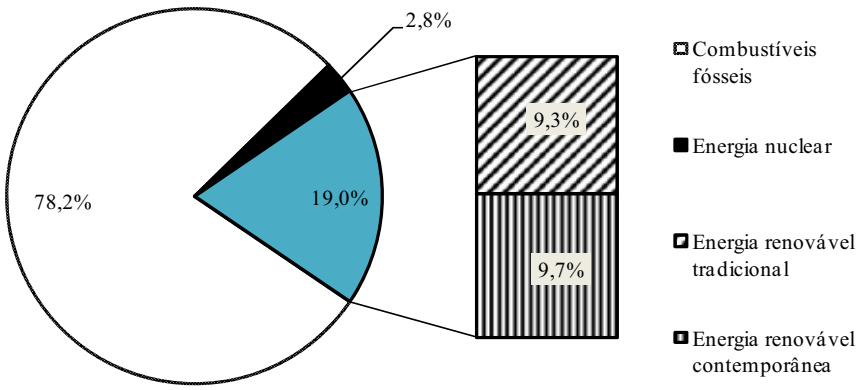
3.2.1 Tendências das principais fontes contemporâneas de energias renováveis

A diversificação da matriz energética é uma demanda política internacional em ascensão. O acesso a modernas fontes de energias apresenta duas importantes virtudes: (i) garantir o abastecimento de energia, e, (ii) por não serem nocivas ao meio ambiente, e passaram a fazer parte da agenda política na grande maioria dos países. Em decorrência do exposto, é de se perguntar qual a contribuição das energias renováveis à matriz energética (ver figura 10)?

Em termos globais, de acordo com *o Renewables 2013 Global Status Report* elaborado pela *REN21 - Renewable Energy Policy*, as fontes de energias renováveis responderam por 19% do consumo global de energia em 2011. Desta participação 9,3% ou quase metade da energia renovável consumida derivou-se da biomassa tradicional usada para cocção e aquecimento em áreas rurais dos países em desenvolvimento. As fontes contemporâneas ou modernas de energia renovável responderam por 9,7% do consumo global de energia (REN21, 2013).

Porém, não basta que a fonte de energia seja apenas renovável, ela também deve ser sustentável. Vejamos o caso da biomassa. Pelo método tradicional, a produção de energia dá-se pela combustão direta de lenha e resíduos: agrícola, animal ou urbano para cocção, secagem e produção de carvão. No método contemporâneo, a energia é obtida por meio de processos tecnológicos mais sofisticados para conversão da biomassa, principalmente em eletricidade ou biocombustíveis (VIDAL; HORA, 2011).

Figura 10 - Partic. das energias renováveis no consumo global de energia, 2011.



Fonte: REN21, 2013, p. 19.

Dito de outra forma, a energia renovável contemporânea é produzida de forma sustentável, e, portanto, em consonância com as preocupações ambientais. Por outro lado, as energias renováveis tradicionais, como a lenha, por exemplo, são obtidas sem preocupação com a questão ambiental, e utilizadas como fonte não comercial de energia de baixa eficiência[135] energética, principalmente para fins de cocção no mundo em desenvolvimento (GOLDEMBERG; TEIXEIRA COELHO, 2004). Com isto, temos que menos de 10% do consumo global de energia é atendido por fontes de energia sustentáveis. Desta forma, doravante, nos ocuparemos com o balanço das principais fontes de energias renováveis contemporâneas.

3.2.1.1 Energia eólica

Em perspectiva histórica, o registro da utilização de energia eólica data de aproximadamente 5.000 a. C., quando barcos movidos a vela navegavam pelo rio Nilo-Egito. Depois disto, cerca de 200 a. C., moinhos de ventos foram utilizados pelos chineses com a finalidade de bombear água. Na Pérsia e no Oriente Médio, o moinho de vento de eixo vertical foi utilizado para moer grãos. Até este período, as principais aplicações dele eram o bombeamento d'água e a moagem de grãos. Entre 1850 e 1970, por exemplo, mais de seis milhões de moinhos, em sua maioria de pequeno porte, foram instalados nos EUA para conversão de energia eólica em energia mecânica para bombear água para irrigação e o abastecimento de fazendas e casas. Grandes moinhos de vento, com rotores de 18 metros de diâmetro, foram usados para bombear água para atender a demanda da indústria ferroviária norte-americana (GHOSH; PRELAS, 2011).

Todavia, o grande impulso ao uso da energia eólica ocorreu a partir de 1973, com o embargo do petróleo liderado pela Organização dos Países Exportadores de Petróleo - OPEP. Com isto, muitos países passaram a investir em tecnologias à produção de energia eólica. Incentivos fiscais e agressivos programas governamentais de pesquisa impulsionaram o desenvolvimento e a implantação de muitos projetos de novas turbinas eólicas, com ampla variedade de modelos de pequena escala tornando-se disponíveis (GHOSH; PRELAS, 2011).

[135] Trata-se da biomassa sólida queimada de modo ineficiente e geralmente poluente. A biomassa é empregada em lareiras, fogões ou fornos para fornecer energia térmica para cozimento, aquecimento, processamento agrícola e industrial em pequena escala, geralmente em áreas rurais de países em desenvolvimento. Ela desempenha um papel fundamental ao atender a demanda por energia rural em grande parte do mundo em desenvolvimento (REN21, 2013).

Na Dinamarca, por exemplo, a promoção da energia eólica foi impulsionada a partir dos anos 1970. Em 1991, a eletricidade produzida por turbinas eólicas já respondia por 3% do consumo total do país. Dez anos após, ela já correspondia a 12% do consumo bruto de energia do país. Entre 1979 e 1989 a ajuda estatal foi decisiva ao êxito do setor. O esquema contou com subsídios de 30% do custo total do investimento da instalação de turbinas eólicas. Em meados dos anos 1980, outra medida importante foi o pagamento de uma tarifa garantida aos operadores de parques eólicos pelas empresas responsáveis pela venda de energia elétrica, que ajudou na expansão do mercado interno à energia eólica (KLAASSEN, et al., 2005).

Além disso, o Estado também patrocinou um programa de apoio à P&D a todas as áreas de energia que começaram, em 1976, na Dinamarca. Para energia eólica especificamente, o foco foi a construção de grandes turbinas eólicas em parceria com empresas de eletricidade dinamarquesas, o *Risø National Laboratory* e o *Danish University of Technology*. Entre 1976 e 1995, o valor destinado a pesquisas em energia eólica comprometeu 10% do total do programa de pesquisa em energia. De modo prático, as evidencias sugerem que o programa de P&D na Dinamarca resultou em turbinas tecnicamente confiáveis já no fim dos anos 1980, abrindo caminho para um novo nicho de mercado internacional à indústria dinamarquesa (KLAASSEN, et al., 2005).

Na Alemanha o Estado também participou ativamente no fomento ao desenvolvimento tecnológico em energia eólica desde os anos 1970[136]. Os principais instrumentos do governo alemão à construção da competência tecnológica no setor no final dos anos 1980 foram: (i) programa Megawatt (MW) 100/250 - combinação de programas de certificação (requisitos de qualidade técnica garantida por testes), centros de pesquisas e a subsídios; (ii) *feed-in law* - lei que disciplinou a compra de energia eólica pelas empresas públicas de distribuição de energia elétrica. Elas, na prática, foram obrigadas a pagar às empresas geradoras de energia eólica no mínimo 90% da tarifa cobrada do consumidor final de energia; e (iii) entre 80% e 90% dos fabricantes de turbinas eólicas receberam empréstimos a juros baixos - entre 1% e 2% abaixo da taxa de mercado. Além disto, o uso de subsídios reduziu o risco de investimento. A *feed-in law* induziu a demanda e ofereceu incentivo ao uso de turbinas eólicas eficientes, e, talvez

[136] No caso da Alemanha, pesou o fato do acidente de Chernobyl (Ucrânia) em 1986 ter repercutido intensamente no país, tanto assim que a opinião pública contra energia nuclear foi de 70% da população alemã. Os socialdemocratas e verdes exigiram a desativação das usinas nucleares. Ademais, em 1986, o relatório da Sociedade Alemã de Física alertando sobre o perigo de uma catástrofe climática despertou o interesse da opinião pública, fazendo que, no ano seguinte, o chanceler alemão Helmut Kohl declarasse a questão climática como o problema mais sério a ser enfrentado, convocando uma comissão parlamentar para debater o tema (BRASIL, 2009).

mais importante que isto, promoveu a produção e a inovação tecnológica em energia eólica (KLAASSEN, et al., 2005).

No Reino Unido, o Estado também estimulou o desenvolvimento do setor. Em 1989, o governo estabeleceu como meta a geração de 1.500 MW de energia elétrica até o ano de 2000. Para isto, elegeu dois pilares: (i) promoção da P&D, apesar de, ao longo dos anos 1990, o orçamento para pesquisa ter sido reduzido pela metade; e (ii) emprego de esquema de subsídios para reduzir o custo de produção. Ao contrário da Dinamarca e da Alemanha, os gastos com P&D foram insuficientes para o desenvolvimento tecnológico de turbinas eólicas (KLAASSEN, et al., 2005).

Na China, por conta do seu sistema de governo, a ajuda estatal ao setor foi mais efetiva. Muitas empresas chinesas que se destacaram no mercado de energia eólica são empresas estatais (*State Owned Enterprises*). Elas tiveram que desenvolver novas competências para crescer no mercado internacional, o que exigiu um esforço de aprendizado tecnológico. Para isso, foram utilizados diversos instrumentos: política de licenciamento, compra de patentes e o investimento estrangeiro direto (IED). No caso do mercado de turbinas eólicas, por exemplo, as barreiras à entrada de novos produtores já eram elevadas, pois a fabricação deste equipamento exige mais do que a mera aquisição dos bens de capital. Ela exige mão de obra especializada, conhecimento técnico e de engenharia, e acesso a componentes de alta qualidade e a baixo custo, os quais, em sua grande maioria, também exigem sofisticada competência tecnológica para serem produzidos (LIU; GOLDSTEIN, 2013).

Como era de se esperar, na medida em que as empresas do setor foram se tornando maduras, as barreiras à entrada de novos competidores elevaram-se. Por exemplo, as empresas produtoras de turbinas eólicas estão se tornando cada vez maiores e mais intensivas em tecnologia, com algumas delas tendo décadas de experiência com P&D no setor e boa parte do *market share* do setor. Desta forma, empresas como a Vestas (dinamarquesa), GE Wind (subsidiária da norte-americana General Eletric), Enercom (alemã) e a Gamesa (espanhola) dominam aproximadamente 3/4 das vendas globais de turbinas eólicas. Cabe salientar que a reputação destas empresas levou décadas para ser construída, consequentemente a disputa com elas no mercado internacional será cada vez mais difícil.

O resultado do esforço de desenvolvimento da energia eólica pode ser medido pela expansão de capacidade de produção. Na tecnologia *onshore* - produção em terra, em 2011, a capacidade instalada global era de 434 GW, com previsão de alcançar 985 GW, em 2017 (ver tabela 8). Cinco países se destacam neste critério: China, Estados Unidos, Alemanha, Espanha

e Índia. Eles, na média do período projetado, responderão por cerca de 2/3 da capacidade instalada da energia. Pela projeção, os dois principais produtores rivalizarão a disputa pela primeira posição. Até 2014, os Estados Unidos tem a maior capacidade instalada na tecnologia, quando serão suplantados pela China. Em termos individuais, é digno de nota o esforço chinês para expandir sua capacidade de geração de energia eólica *onshore*, que no período aumentará em 273%. Seguindo-a, a Índia, outro país em desenvolvimento, adicionará 28 GW à sua capacidade instalada - variação de 107% no período. No mundo desenvolvido a expansão da capacidade instalada terá um ritmo menor, Estados Unidos, Alemanha e Espanha acrescentarão 47%, 32% e 33% mais energia solar a suas respectivas capacidades de produção.

Tabela 8 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia eólica *onshore* - em terra: período 2011-2017, em gigawatts (GW).

PAÍS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
China	73,0	91,0	118,0	150,0	187,0	227,0	273,0
Estados Unidos	120,0	134,0	148,0	152,0	159,0	171,0	176,0
Alemanha	46,0	52,0	55,0	56,0	58,0	60,0	61,0
Espanha	42,0	50,0	53,0	55,0	56,0	66,0	56,0
Índia	26,0	30,0	35,0	39,0	44,0	49,0	54,0
Mundo	434,0	509,0	591,0	672,0	765,0	868,0	985,0

Fonte: *International Energy Agency*, 2012b, p. 153.

As torres de geração de energia eólica tanto podem ser instaladas em terra (*onshore*) como no mar (*offshore*). Quando comparada à tecnologia *onshore*, a evolução da expansão da capacidade de produção projetada de energia eólica *offshore* é bem mais modesta (ver tabela 9). Em 2011, ela representava menos de 1% da capacidade *onshore*, com previsão, para 2017, de chegar a 2,6%. Apenas Alemanha e China figuram entre os *top five* nas duas tecnologias, com Reino Unido, Dinamarca e França ajudando a compor a lista dos *top five* na tecnologia *offshore*. O Reino Unido é o país com maior capacidade instalada na tecnologia, que, em 2011, era de 2,1 GW, com previsão de alcançar, em 2017, 7,4 GW - variação de 252%. A China vem a seguir. Em 2011, a sua capacidade instalada era 0,3 GW, com previsão de chegar a 7 GW - variação de 2.223% no período, evidenciado o esforço chinês em ampliar sua capacidade instalada de energia, seja qual for a tecnologia.

O crescimento global da tecnologia *offshore* depende da redução no custo de produção de energia do parque eólico, que, por sua vez, depende da escala de produção e da curva de aprendizado. Entretanto, desde 2005, o custo de produção da tecnologia tem aumento pelos seguintes motivos: (i) aumento de preços das *commodities* cobre e aço - importantes insumos na construção de parques eólicos no mar; (ii) pressão de demanda no mercado de turbinas

eólicas e serviços de instalação de parques eólicos; (iii) aumento na profundidade do mar onde as turbinas são instaladas; e (iv) distância cada vez maior da costa onde os parques eólicos são instalados (VAN DER ZWAAN. et al, 2011). Então, mesmo absorvendo os ganhos de aprendizado da tecnologia *onshore*, os parques eólicos *offshore* ainda não alcançaram um nível de competitividade capaz de impulsionar a produção de energia elétrica por meio desta tecnologia.

Tabela 9 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia eólica off*shore*: período 2011-2017, em gigawatts (GW).

PAÍS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Reino Unido	2,1	3,5	3,8	4,5	5,4	6,4	7,4
China	0,3	0,5	0,9	1,6	3,0	5,0	7,0
Alemanha	0,2	0,4	1,4	1,4	1,7	2,8	4,0
Dinamarca	0,9	0,9	1,3	1,3	1,5	1,7	1,7
França	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5
Mundo	4,1	6,1	8,4	10,6	13,8	19,6	25,9

Fonte: *International Energy Agency*, 2012b, p. 157.

Muitos governos e formuladores de políticas econômicas perceberam a oportunidade de desenvolvimento doméstico da indústria de energia eólica e de criação de empregos "verdes". Portanto, o investimento em energias renováveis pode contribuir à transformação das forças produtivas, conciliando o progresso econômico com o meio ambiente.

Neste sentido, um indicador do esforço de aprendizagem e desenvolvimento de competência tecnológica nacional em energia eólica é o desempenho exportador em turbinas eólicas (ver tabela 10). Por este critério, é possível notar que a estratégia de fomento do setor de energia eólica empreendida pelos estados dinamarquês e alemão, desde os anos 1970, foi bem sucedida. Atualmente, eles são líderes mundiais na exportação de turbinas eólicas, dominando 2/3 do mercado internacional do produto, no período 1996-2013. O mercado internacional de turbinas eólicas, no período, movimentou US$ 42 bilhões, com a Dinamarca exportando US$ 17,5 bi e a Alemanha outros US$ 10,4 bi. Por outro lado, é possível inferir que o Reino Unido[137], outro Estado a usar políticas públicas para estimular o setor, não tenha conseguido o mesmo êxito dos dois países supramencionados. É, então, oportuno indagar se o corte de verbas ao programa de P&D britânico, nos anos 1990, tem contribuído de alguma forma ao desempenho exportador tão díspar do país.

[137] No período em questão, o Reino Unido ocupou o 14º lugar entre os países exportadores do produto, com US$ 108 milhões ou 0,25% do mercado internacional (UNCOMTRADE, 2014).

Tabela 10 - Maiores (*Top* 10) exportadores mundiais de turbinas eólicas: 1996-2013, em milhões de US$.

PAIS	VALOR	%
Dinamarca	17.596	41,8
Alemanha	10.412	24,7
Espanha	4.807	11,4
Índia	1.759	4,2
Japão	1.596	3,8
China	1.319	3,1
Estados Unidos	1.166	2,8
Itália	1.061	2,5
Vietnam	681	1,6
Bélgica	266	0,6
Total Geral	42.089	100,0

Fonte: UNCOMTRADE, HS 1996.
Elaboração própria.

Na contramão, o Estado chinês ajudou mais efetivamente o setor de energia eólica e os resultados da estratégia podem ser sentidos tanto no mercado doméstico como no mercado internacional. No plano doméstico, a capacidade instalada chinesa de geração de energia eólica, período 2001-2012, aumentou de 0,4 para 75,3 GW - variação de 186 (GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL, 2012). Na perspectiva internacional, em 2011, quatro entre os dez maiores fabricantes de turbinas eram firmas chinesas, as quais abocanharam 26,7% de participação do mercado global, que evidencia o rápido aprendizado tecnológico deste país num setor de negócios que era dominado por empresas dos países desenvolvidos (ver tabela 11).

Como os governos de diversos países viram no desenvolvimento da indústria eólica a possibilidade de criação de novos empregos "verdes" e o estímulo ao crescimento econômico, a análise da extensão da cadeia produtiva do setor é muito importante para compreender o seu papel sobre o crescimento industrial doméstico.

Tabela 11 - Participação mundial dos 10 maiores fabricantes de turbinas eólicas: 2011

EMPRESA	PAÍS	%
Vestas	Dinamarca	12,9
Goldwind	China	9,4
GE	EUA	8,8
Gamesa	Espanha	8,2
Enercon	Alemanha	7,9
Suzlon	Índia	7,7
Sinovel	China	7,3
Guodian United Power	China	7,1
Siemens	Alemanha	6,3
Ming Yang Windpower	China	2,9

Fonte: PLATZER, 2012, p. 32.

É importante notar que uma turbina eólica de grande porte é dotada de um conjunto complexo de componentes de diversos tamanhos e configurações. O tamanho das lâminas pode variar entre 34 e 55 metros de comprimento, o rotor pode pesar entre 8 e 10 toneladas e as torres podem medir entre 80 e 100 metros de altura. Em 2009, a instalação de 5.700 turbinas eólicas nos Estados Unidos demandou 17 mil lâminas, aproximadamente 3,2 milhões de parafusos, 36 mil milhas de vergalhões e 1,7 milhões m^3 de concreto (PLATZER, 2012).

Além disto, o processo de fabricação de turbinas eólicas se assemelha ao da indústria automotiva, com a montadora de turbinas agrupando aproximadamente 8.000 peças ou componentes para montar uma turbina. Do ponto de vista da divisão do trabalho, um fornecedor pode se ocupar em fornecer as chapas de aço das torres que sustentam as turbinas. Um segundo fornecedor pode fazer as pás da turbina com fibra de carbono. Uma terceira empresa pode fabricar os componentes eletrônicos do sistema de controle. Por fim, outro fabricante pode se ocupar em fabricar a caixa de velocidades. Cada um destes componentes pode ser produzido domesticamente, pode ser montado internamente com insumos importados ou pode ser simplesmente importado (PLATZER, 2012).

Por exemplo, a LM *Wind Power*, empresa dinamarquesa, é líder mundial na fabricação de pás para turbinas eólicas. Ela possui unidades produtivas espalhadas pelo mundo, como no Brasil, Estados Unidos (3 unidades), Índia, China (4 unidades), Espanha (2 unidades), Polônia e Dinamarca (LM WIND POWER, 2014). Já no caso da caixa de velocidade, outro componente importante da turbina, a maior parte das montadoras de turbinas compra este componentes de empresas independentes tais como: Bosch Rexrotha (alemã), Brad Foote Gear Works (EUA), Brevini Wind Europe (Itália), Citation Corporation (EUA), Columbia Gear Corporation (EUA), GE Drivetrain (EUA), Moventas (Finlândia), Premier Gear and Machine Works (EUA), Three M Tool and Machine (EUA), Winergy Drive Systems Corporation (EUA), ZF Group (alemã) (HAMILTON, 2013).

Outro componente importante à montagem das turbinas eólicas são os rolamentos. De modo semelhante ao da caixa de velocidade, os rolamentos são adquiridos de fabricantes independentes, tais como: FAG Bearings (alemã), NSK (japonesa), SKF (sueca), Timkem (EUA), Kaydon (EUA), NTN (japonesa), IMO Energy (alemã), RBC Bearings (EUA) e Rothe Erde da Thyssen Krupp (alemã). O gerador de eletricidade é fornecido por empresas com GE Drivetrain (EUA), Genzink Steel (EUA), Hyundai Ideal Electric Co. (Coreia do Sul), ABB (Suíça) entre outras empresas (HAMILTON, 2013). Do ponto de vista da organização econômica de mercado, os fornecedores de componentes à indústria eólica são concentrados

num pequeno número de empresas multinacionais, com grandes barreiras à entrada de novos concorrentes neste mercado.

3.2.1.2 Energia solar

A energia solar é uma das mais importantes fontes de energia renovável, e é abundante. A quantidade de energia fornecida à Terra em um único dia de sol é suficiente para abastecer as necessidades energéticas totais de todo o planeta por um ano. Do ponto de vista ambiental, é limpa e livre de emissão, pois não gera resíduos nocivos à natureza (KHALIGH et al, 2010). Em perspectiva histórica, os homens se apropriam da luz solar para secar grãos, cozinhar alimentos e o aquecimento desde sempre. A ideia do uso do sistema de energia solar é creditada ao cientista suíço, Horace de Saussure, que inventou o primeiro coletor solar. Atualmente, o coletor solar para aquecimento d'água é uma fonte de energia confiável em qualquer clima, e a baixo custo. É utilizado para fins de aquecimento residencial, assim como em lavanderias e empresas de processamento de alimentos (GHOSH; PRELAS, 2011).

O uso de energia solar pode ser dividido em: (i) aquecimento solar: água, ambiente e piscinas; (ii) geração de energia usando concentração solar; (iii) células fotovoltaicas. O esquema básico da tecnologia solar térmica envolve a coleta de energia solar para aquecer a água ou gerar energia. O sistema de aquecimento de água de pequena escala utiliza coletores planos (placas) para capturar calor do sol, enquanto a geração de energia elétrica por meio da energia térmica solar emprega vários dispositivos que concentram o foco da luz solar para alcançar elevadas temperaturas e produzir vapor para geração de energia (GHOSH; PRELAS, 2011). Outra alternativa à luz solar é a geração de eletricidade por meio de célula fotovoltaica (ECF). Ela apareceu nos anos 1950 em decorrência da necessidade de energia elétrica no espaço, mas com aplicações somente aparecendo nos anos 1970.

A tecnologia ECF apresenta uma série de vantagens sobre os métodos de produção convencional de eletricidade. Primeiro e mais importante, a energia solar é a principal fonte de energia renovável. Ademais, a ECF pode ser gerada a partir do sol em qualquer lugar - local de clima temperado ou tropical; ambiente urbano ou rural - onde a insolação é adequada. Como um combustível livremente distribuído, no longo prazo a ECF pode ser uma importante alternativa para garantir a segurança energética e comprometida com a economia de baixo carbono (ARCHER, 2001).

Em 2012, a capacidade instalada de geração de eletricidade por meio da tecnologia da concentração solar representou menos de 1% da energia eólica no mundo, com quatro países dominando o seguimento: Estados Unidos, China, Espanha e Índia. Pela projeção da IEA, a Espanha ocupou o primeiro lugar no segmento energético até 2013, com os Estados Unidos assumindo a liderança daí em diante (ver tabela 12). A parcela dos quatro países juntos, conforme projeção, nunca será inferior a 75% - período de 2011-2017.

Tabela 12 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia por concentração solar: período 2011-2017, em gigawatts (GW).

PAÍS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EUA	0,6	0,6	1,7	2,7	3,2	4,0	4,2
China	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,6	1,0
Espanha	1,2	1,8	2,2	2,5	2,5	2,5	2,5
Índia	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,4	0,6
Mundo	1,8	2,6	4,3	6,5	7,6	9,1	10,9

Fonte: *International Energy Agency*, 2012b, p. 142.

Em 2012, a capacidade global instalada de geração de ECF era de 91,3 GW ou 29,2% da capacidade de todas as modalidades de energia solar. Cinco países dominam a tecnologia: Alemanha, China, Estados Unidos, Japão e Itália. A projeção da Agência Internacional de Energia indica que a Alemanha alcançará uma capacidade instalada de 44,4 GW, seguido pela China, EUA, Japão e Itália com 35,1, 24,9, 24,4 e 23,3 GW respectivamente (ver tabela 13). Cumpre destacar o esforço da China, Estados Unidos e Japão que aumentarão, de acordo com a projeção para o período, a capacidade instalada na geração ECF em 11 vezes, 6 vezes e 5 vezes respectivamente.

Tabela 13 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia fotovoltaica: período 2011-2017, em gigawatts (GW).

PAÍS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Alemanha	24,7	29,7	32,7	35,7	38,7	41,7	44,7
China	3,1	6,9	11,2	16,1	21,7	28,1	35,1
EUA	4,0	6,5	9,3	12,3	15,8	19,9	24,9
Japão	4,9	6,9	10,4	13,9	17,4	20,9	24,4
Itália	12,8	14,3	15,3	16,8	18,8	20,8	23,3
Mundo	69,7	91,3	114,8	140,1	167,0	196,7	230,5

Fonte: *International Energy Agency*, 2012b, p. 163.

Entre as três tecnologias de apropriação da energia solar, a energia solar térmica é a que possui a maior capacidade instalada global e a de maior projeção de crescimento. Em termos proporcionais, em 2012 a capacidade instalada de geração de eletricidade por concentração solar e por ECF representavam 1% e 36% respectivamente, da capacidade instalada de energia solar térmica. Merece destaque o caso da China, país com maior capacidade instalada nesta tecnologia. Em 2010, a capacidade instalada dela representava 60% da capacidade

global, e saltará (projeção) para 72, em 2017. A Alemanha é o segundo país em termos de capacidade instalada, com sua participação devendo manter-se estacionada em aproximadamente 4% da capacidade instalada global. Os Estados Unidos que ocupavam a segunda colocação, em 2010, com 7,8% da capacidade instalada deverá, pela projeção, ter sua participação reduzida para 3,8% em 2017, quando ocuparão a terceira colocação. Cabe salientar o esforço chinês para ampliação de sua capacidade de energia solar. Nas três modalidades o país figura entre os três principais países em termos de capacidade instalada (ver tabela 14).

Tabela 14 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia solar térmica: período 2010-2017, em gigawatts (GW).

PAÍS	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
China	117,6	138,0	163,0	191,0	224,0	263,0	310,0	364,0
Alemanha	9,6	10,9	12,4	14,0	15,9	18,1	20,5	23,2
EUA	15,3	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0
Turquia	9,3	10,1	11,0	12,0	13,0	14,2	15,4	16,8
Índia	2,8	3,7	4,8	6,2	8,0	10,0	12,2	14,5
Mundo	195,8	218,7	249,7	285,2	327,4	378,3	436,6	503,5

Fonte: *International Energy Agency*, 2012, p. 165.

A indústria de energia fotovoltaica (principalmente de módulo) vem passando por um período de reestruturação econômica. Por exemplo, em 2011, a First Solar (de origem norte-americana) era a empresa líder no setor, mas, em 2013, havia despencado para sétima posição (ver tabela 15).

Tabela 15 - Relação das 10 principais empresas na fabricação de painéis fotovoltaicos em 2013.

EMPRESA	PAÍS
Yingli Green Energy	China
Trina Solar	China
Sharp Solar	Japão
Canadian Solar	China
Jinko Solar	China
ReneSola	China
First Solar	EUA
Hanwha SolarOne	China
Kyocera	Japão
JA Solar	China

Fonte: LIAN, 2014.

A elevada capacidade global instalada forçou os participantes do mercado a se ajustarem ao cenário. Empresas reduziram sua capacidade de produção ou então operaram com margem de lucro zero ou prejuízo para manter seu *market share.* Por um lado, as empresas chinesas aproveitaram-se do contexto para aumentar seu *market share* sobre seus concorrentes globais. Por outro, as empresas norte-americanas e europeias mostraram-se

incapazes de competir em termos de custo com as firmas chinesas. Além disto, as empresas procuram adotar a estratégia de localizar suas instalações de fabricação mais próximas dos centros de demanda, principalmente nos mercados emergentes (*INTERNATIONAL ENERGY AGENCY*, 2012).

Sob a perspectiva da organização industrial, a indústria de energia fotovoltaica passou a ser dominada principalmente por empresas chinesas. Em 2013, sete entre as 10 maiores empresas eram chinesas, outras duas eram japonesas e uma norte-americana Considerando as exportações como um indicador de competitividade internacional da indústria nacional, no período 1996-2013 a China liderou as exportações de módulo fotovoltaico (código 854140 - HS 1996), com US$ 104 bilhões, ou quase 28% do total exportado (ver tabela 16).

Tabela 16 - Maiores (*Top* 10) exportadores mundiais de módulos fotovoltaicos: 1996-2013, em bilhões de US$.

PAIS	VALOR	%
China	104,0	27,9
Japão	69,8	18,7
Alemanha	42,6	11,4
Estados Unidos	27,5	7,4
Hong Kong SAR	16,9	4,5
Malásia	16,5	4,4
Coreia do Sul	16,4	4,4
Singapura	9,3	2,5
Holanda	8,6	2,3
Reino Unido	6,8	1,8
Total geral	373,2	100,00,0

Fonte: UNCOMTRADE, HS 1996. Elaboração própria.

Em seguida aparece Japão, Alemanha e Estados Unidos que contribuíram com 18,7%, 11,4% e 7,4%, respectivamente, das exportações totais do setor. Do ponto de vista geográfico, a Ásia concentrou 62% das exportações no período, a Europa outros 15% e América do Norte (Estados Unidos) outro 7,4%. Deste ponto de vista, a Ásia é o grande fornecedor mundial desta tecnologia ao mercado internacional.

Apesar de mais jovem, a indústria de energia solar chinesa registrou substancial crescimento a partir da primeira década do século XXI, permitindo que suas exportações ocupassem a liderança mundial. A partir de meados daquela década, aproximadamente apenas 5% da produção era destinada ao mercado interno. Existem várias explicações ao fenômeno. Primeiro, o rápido crescimento da capacidade de produção de módulos fotovoltaicos deu-se pela facilidade de aquisição de fábricas prontas (*turn-key)* no mercado internacional. Segundo,

o produto é intensivo nos insumos trabalho e energia[138], nos quais a China possui vantagem comparativa. Por fim, as firmas chinesas de módulo fotovoltaico se beneficiaram com o regresso de executivos chineses com experiência em tecnologia solar. Desta forma, elas foram capazes de ampliar e alcançar competitividade internacional rapidamente.

Um indicador da intensidade das transformações no mercado internacional de energia solar é o recente contencioso China-União Europeia. Com sugestivo título, Conflito solar: União Europeia na guerra comercial com a China, o jornal alemão *Der Spiegel*, de 04/06/2013, acusou a indústria chinesa de concorrência desleal por *dumping*, o que vem provocando a falência de empresas europeias deste segmento. A União Europeia acredita que os chineses manipulam os preços para expulsar os fabricantes europeus de painéis solares do negócio. Por isso, os europeus, numa primeira fase, aumentaram as tarifas de importação de painéis solares da China para 11%, podendo, numa segunda fase, aumentar as tarifas para 32,2% e 67,9, dependendo da "vontade da indústria chinesa cooperar". Os chineses, por outro lado, ameaçam retaliar as exportações europeias no seu mercado doméstico, deflagrando uma guerra comercial (PAULY; AMANN, 2013). A medida protecionista dos europeus explicita o nível de concorrência na indústria mundial de painéis solares.

Independentemente da fonte de energia renovável, uma questão recorrente ao seu desenvolvimento é o apoio do Estado. Por exemplo, a ajuda governamental à indústria eólica em toda parte vem se baseando em dois tipos de políticas: puxando a demanda (*demand-pull*) e empurrando a tecnologia (*technology-push*). A primeira prioriza o desenvolvimento da indústria pela demanda. A *feed-in law*, como utilizada pela indústria eólica, obriga a compra de energia solar pelas distribuidoras de energia. Ela é a mais importante medida pelo lado da demanda, com mais de 60 países, até 2011, adotando-a para impulsionar o setor de energia eólica. Outro instrumento popular é o *Renewable Purchase Obligation*, trata-se duma lei que obriga algumas entidades compradoras - distribuidoras e grandes consumidoras - a ter uma quota de energia renovável, como energia solar por exemplo. Já pelo lado da oferta, os governos de diversos países vêm apoiando a criação de negócios em energia solar ao longo de sua cadeia produtiva - fabricantes de equipamentos de energia solar e seus componentes. A ajuda é, geralmente, por meio de subsídios, empréstimos a baixo custo e subsídios a P&D no setor (DESHMUKH, 2012).

[138] Neste trabalho não nos ocuparemos em discutir os custos socioambientais para produção de energia na China.

Com isto, é possível constatar que, para qualquer fonte de energia renovável, o arranjo estabelecido pelo Estado[139] é relevante à criação e ao desenvolvimento de novas fontes de energia renováveis. O governo, por um lado, pode usar sua capacidade de legislar e fazer cumprir leis para criar mercado para novas fontes de energia. Muitas vezes, em função da escala de produção, uma nova tecnologia, por mais promissora que seja, não é competitiva com fontes tradicionais de energia. Neste caso, é oportuno que o Estado tenha capacidade de "convencimento" para impulsionar o desenvolvimento de novos mercados, induzindo o uso de novas tecnologias e a própria inovação tecnológica em energias renováveis. Por outro, o Estado deve ter meios para impulsionar o desenvolvimento tecnológico para expandir a oferta de energias renováveis. A combinação de políticas para puxar a demanda e empurrar a oferta é a chave à consolidação de novas tecnologias no campo da energia renovável.

3.2.1.3 Energia geotérmica

A energia geotérmica é a energia que vem de dentro da Terra. É uma fonte de energia renovável que no futuro poderá oferecer uma quantidade significativa de energia ao planeta. No centro da Terra - cerca de 6.400 km abaixo da superfície - existe um núcleo muito quente, cuja temperatura estimada pelos cientistas possa atingir 4.200º Celsius. O calor dele é poderoso o suficiente para derreter rocha, transformando-a em um líquido quente chamado magma. Vulcões, gêiseres e fontes termais são os exemplos mais famosos de eventos geotérmicos. A energia geotérmica já é uma realidade em cerca de 70 países. Ela é usada diretamente no aquecimento de casas e edifícios, mas isto só é possível apenas em áreas aonde a energia geotérmica chega à superfície da terra (WACHTEL, 2010).

Em perspectiva histórica, a energia geotérmica data de aproximadamente 10.000 anos atrás. Os antigos romanos usavam as nascentes de água quente para cozinhar, tomar banho e aquecer suas casas[140]. Mais recentemente, os colonos que migraram à costa oeste dos Estados Unidos, no século XIX, descobriram fontes termais. Em 1807 o explorador John Colter encontrou água quente onde atualmente é o Parque Nacional de *Yellowstone*. Naquele mesmo

[139] Para uma análise detalhada do papel desempenhado pelo governo japonês no desenvolvimento da indústria fotovoltaica naquele país consultar o trabalho: *30 years of solar energy development in Japan: co-evolution process of technology, policies, and the market* (KIMURA; SUZIKI, 2006).

[140] Existem documentos históricos escritos por japoneses, turcos, irlandeses e maoris na Nova Zelândia que descrevem a utilização de fontes de água quente para cozinhar, tomar banho e o aquecimento da casa. Há cerca de 2.000 anos centros de banho e tratamento foram construídos nas fontes termais Huaquingchi e Ziaotangshan próximo de Pequim na China (STOBER; BUCHER, 2013).

ano, a cidade de *Hot Springs* (estado do Arkansas) descobriu 47 nascentes naturais. Entretanto, foi a cidade de Boise-Idaho, em 1892, quem desenvolveu o primeiro sistema de aquecimento urbano nos Estados Unidos, que levava água quente encanada para aquecer os edifícios na cidade. Em pouco tempo depois, cerca de 200 casas e 40 empresas já contavam com aquecimento oriundo de fontes termais (WACHTEL, 2010).

O emprego da energia geotérmica para fins comercial e industrial só ocorreu no início do século XX. A primeira usina de energia geotérmica do mundo foi inaugurada em Larderello-Itália, em 1913. Porém, a utilização de água termal para aquecimento em grande escala começou em Reykjavik-Islândia na década de 1920. O nome Reykjavik (baía fumegante) foi dado pelos Vikings por conta da visão das fontes termais. Atualmente, aproximadamente 53% de sua matriz energética baseia-se na energia geotérmica. Além disso, campos geotérmicos fornecem aquecimento e água quente a 90% das famílias islandesas (STOBER; BUCHER, 2013).

A aplicação à energia geotérmica depende da temperatura d'água. Para geração de eletricidade é necessário que a temperatura da mesma seja superior a 150º Celsius. Se a temperatura for mais baixa ela pode ser usada para outros fins: aquecimento direto, bomba de calor e aplicações industriais (GHOSH; PRELAS, 2011).

Em comparação com outras fontes de energia, a capacidade instalada de energia geotérmica é muito baixa, assim como sua projeção de expansão. A *International Energy Agency* projeta crescimento de aproximadamente 28% na capacidade instalada, saltando de 11,1 para 14,2 GW, no período 2011-2017. Os Estados Unidos dispõem da maior capacidade instalada nesta tecnologia, 3,3 GW em 2013, seguida por Filipinas, Indonésia, México e Nova Zelândia (ver tabela 17).

Tabela 17 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia geotérmica: período 2011-2017, em gigawatts (GW).

PAÍS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Estados Unidos	3,1	3,2	3,3	3,3	3,3	3,4	3,5
Filipinas	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2
Indonésia	1,2	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8
México	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2
Nova Zelândia	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Mundo	11,1	11,4	11,8	12,1	13,0	13,5	14,2

Fonte: *International Energy Agency*, 2012b, p. 145.

Embora a capacidade instalada desta fonte de energia seja pequena em comparação às demais, chama atenção o potencial de expansão da capacidade instalada desta tecnologia. Por exemplo, o MIT, estimou a capacidade de energia geotérmica dos Estados Unidos em

aproximadamente 200.000 exajoules. Em termos comparativos, isto equivale a 2.000 vezes o consumo primário anual de energia dos Estados Unidos no ano de 2005 (TESTER, 2006).

A tecnologia utilizada na geração de energia e no aquecimento direto é madura. Contudo, existe margem ao desenvolvimento de novas tecnologias para melhorar o desenho das plantas industriais, sua vida útil ou sua confiabilidade. Por exemplo, componentes químicos dos fluídos geotérmicos (oxigênio, sulfeto de hidrogênio, amônia, cloreto, sulfatos e íons de hidrogênio) utilizados à geração de energia elétrica provocam severa corrosão de materias. Isto cria oportunidade de desenvolvimento tecnológico destinado: (i) ao melhoramento de materiais existentes (revestimento de materiais tubulares, metais de alta liga, ferramentas de perfuração) utilizados nos campos geotérmicos; e (ii) ao emprego de novos materiais (carbono, aço inoxidável, titânio, cobre) para geração de energia elétrica por meio das fontes geotérmicas (SIMS, 2008).

Ademais, a tecnologia de perfuração para extração de calor do subsolo pode representar metade do custo de produção da energia geotérmica. Ela é certamente o elemento central da tecnologia geotérmica. O custo de perfuração combinado com riscos reais de exploração (encontrar água e calor suficiente) é o grande obstáculo à expansão da tecnologia, que é muito semelhante à tecnologia utilizada na prospecção de petróleo e gás. De modo complementar, as empresas de perfuração podem simultaneamente atender as empresas de petróleo como as empresas geradoras de energia geotérmica (RICHTER et al. 2013). Com isto, é certo que a expertise acumulada pela indústria de petróleo e gás na perfuração de poços é transferível à indústria de energia geotérmica (TEODORIU; FALCONE, 2008).

Em sintonia com a teoria evolucionária, as firmas constroem seu aprendizado pela repetição e experimentação, fazendo que no decorrer do tempo suas tarefas sejam mais eficientes. Ademais, visto pela perspectiva da dependência da trajetória *(path dependence*) a tecnologia de perfuração para geração de energia geotérmica tem uma forte conexão com a tecnologia de perfuração para prospecção de petróleo e gás. Disto depreende-se que o desenvolvimento tecnológico da energia geotérmica é condicionado pelas escolhas da indústria de petróleo e gás em tempo passado. Desta forma, os países que já dominam as tecnologias de prospecção de petróleo e gás a grandes profundidades possuem vantagem competitiva sobre aqueles que ainda não a dominam.

3.2.1.4 Energia hidroelétrica

A energia hidrelétrica depende da força da água em movimento que impulsiona turbinas, gerando energia elétrica. Em perspectiva histórica, acredita-se que foram os gregos, cerca de 100 a. C., os primeiros a usarem energia hidráulica para moer trigo. Por volta do ano 4 d. C. a Ásia e Europa também começaram a empregar a tecnologia de moagem. Entretanto, a turbina hidráulica moderna foi projetada, em meados do século XVIII, pelo engenheiro hidráulico e militar francês, Bernard Forest de Bélidor, que escreveu *Architecture Hydraulique* no qual contrapôs o uso da turbina de eixo vertical ao de eixo horizontal. Por volta de 1880, a energia hidráulica era empregada para gerar corrente contínua. A primeira planta de geração de energia hidrelétrica de corrente alternada (AC) do mundo foi instalada em *Apple*ton (Wisconsin) nos Estados Unidos, em 1882. Em 1907, a energia hidroelétrica já era responsável por 15% da oferta de energia elétrica do país, em 1940, a proporção era de 40% (GHOSH; PRELAS, 2011).

Um conjunto de fatores torna a hidroeletricidade uma importante fonte de energia na matriz energética: (i) o recurso (água) é bem distribuído geograficamente, com potencial existente em cerca de 150 países, e com cerca de 2/3 do seu potencial a ser explorado; (ii) a tecnologia disponível é bem avançada, com mais de 100 anos de experiência. Além disto, as modernas plantas oferecem a melhor conversão energética[141] (> 90%); (iii) o controle no fluxo (reservatórios) de geração de energia hidroelétrica facilita sua integração com outras fontes de geração de eletricidade (solar e eólica, por exemplo) menos flexíveis; (iv) embora o investimento inicial seja bastante alto a tecnologia hidroelétrica tem um baixo custo operacional e possuiu longa duração em comparação a outras tecnologias (BARTLE, 2002).

Tabela 18 - Projeção da capacidade instalada da geração de hidroeletricidade: período 2011-2017, em gigawatts (GW).

PAÍS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
China	230,0	245,0	262,0	280,0	300,0	320,0	340,0
Brasil	88,9	91,0	93,3	94,5	99,0	104,1	109,8
Estados Unidos	101,1	101,2	101,4	101,7	101,7	101,8	102,3
Canadá	75,9	75,6	76,9	78,2	78,8	79,6	80,0
Rússia	47,7	48,1	50,7	52,0	52,1	52,3	52,5
Mundo	1.067,2	1.106,0	1.141,9	1.184,1	1.223,3	1.263,0	1.301,1

Fonte: *International Energy Agency*, 2012b, p. 148.

[141] A hidroeletricidade apresenta a maior eficiência na geração de energia elétrica entre todas as tecnologias. O vento ocupa o segundo lugar é geralmente comparável ao carvão ou gás. As energias fotovoltaica e geotérmica são as de menor eficiência (EVANS et al, 2009).

Comparada a outras fontes de energia renováveis, a capacidade instalada de energia hidroelétrica é elevada. A IEA projeta um crescimento de aproximadamente 22% na capacidade instalada, saltando, no período 2011- 2017, de 1.067,2 para 1.301,1. A China, como na maioria das fontes de energias renováveis contemporâneas, dispõe da maior capacidade instalada nesta tecnologia. Ela era 230,0 GW, em 2011, devend saltar para 340,0 GW, em 2017, uma variação projetada na capacidade instalada de quase 48% no período (ver tabela 18). O mesmo estudo aponta que, em 2016, o Brasil ultrapassará os Estados Unidos em termos de capacidade instalada, quando assumirá a segunda posição. A sua capacidade instalada saltará de 88,9 para 109,8 GW - variação de quase 24% no período. Cumpre destacar ainda que a capacidade instalada dos Estados Unidos tenderá a permanecer estável no período, com variação projetada de apenas 1,2%. Com isto, é possível notar que o crescimento projetado da capacidade instalada é mais significativo nos países em desenvolvimento. Entre os *top five*, o aumento será puxado pela China, Brasil e Rússia, os quais participarão com 58% da expansão projetada.

Enquanto o potencial hidroelétrico já é bem explorado nos países desenvolvidos - 75% de sua capacidade na Europa e 69% na América do Norte -, no mundo em desenvolvimento há ainda um significativo potencial a ser explorado. A América Latina explora apenas 33% de seu potencial de geração de energia hidroelétrica, a Ásia 22% e a África 7%. Pela sua maturidade e simplicidade tecnológica, ela é muito atrativa aos países em desenvolvimento (GADONNEIX et al., 2013b). A tecnologia hidroelétrica é amplamente testada, eficiente e confiável, assim como possui baixo custo de operação e manutenção, que a torna muito interessante aos países em desenvolvimento.

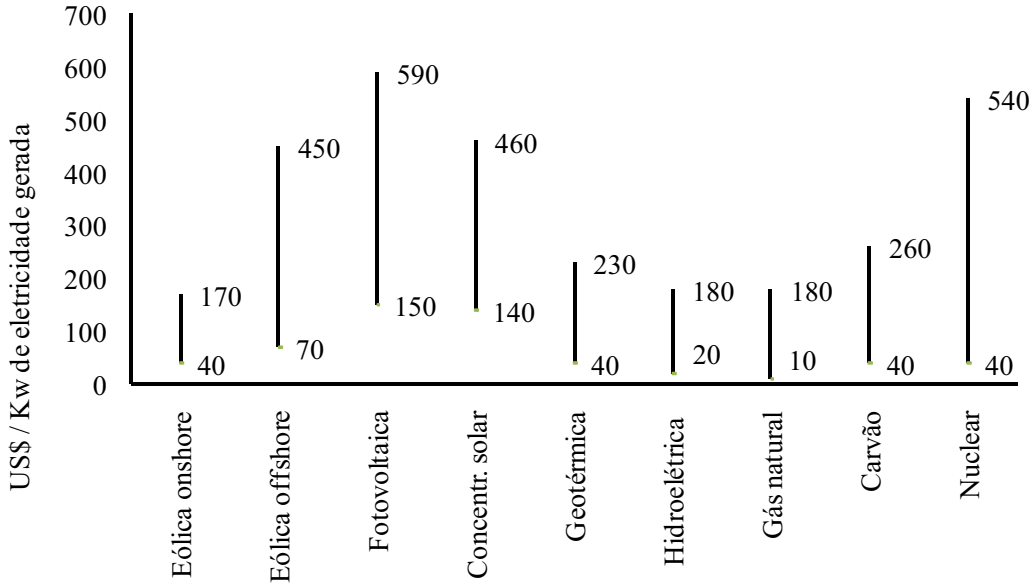
Tabela 19 - Maiores (*Top* 10) exportadores mundiais de turbinas hidroelétricas e suas peças: 1996-2012, em milhões de US$.

PAÍS	VALOR	%
China	2.449	14,9
Alemanha	1.683	10,2
França	1.370	8,3
Áustria	1.234	7,5
Suíça	1.135	6,9
Brasil	824	5,0
Itália	822	5,0
Estados Unidos	812	4,9
Espanha	654	4,0
Japão	650	3,9
Outros países	4.850	29,4
Total geral	16.482	100,0

Fonte: UNCOMTRADE, HS 1996. Elaboração própria.

Assim como para outras tecnologias, utilizaremos as exportações de turbinas hidroelétricas e suas partes como indicador da competitividade internacional da indústria doméstica do setor[142] (ver tabela 19). No acumulado, período 1996-2012, a China ocupou o primeiro lugar com US$ 2,4 bilhões e quase 15% do mercado. O segundo lugar foi ocupado pela Alemanha, com exportações de US$ 1,6 bilhão e 10% do mercado. A França ocupa a terceira posição com US$ 1,3 bilhão ou 8,3% de participação nas exportações totais. Comparando a tecnologia hidroelétrica às tecnologias solar e eólica, chama atenção o fato do desempenho das exportações mundiais de equipamentos da primeira ser bem mais modesto; aproximadamente 10% da energia solar e 1/4 da energia eólica. Uma explicação plausível ao fato decorre do maior nível de investimento nas tecnologias mais recentes. Em 2012, por exemplo, o investimento global em energias eólica e solar somaram US$ 220,7 bilhões (FRANKFURT SCHOOL, 2013). Enquanto isto, o investimento global previsto para o período, 2013-2020, deverá ser de US$ 75 bilhões, esse valor é suficiente para acrescentar mais 342 GW à capacidade global instalada de geração de energia hidroelétrica (*APPLE*YARD, 2014). Então, temos que o investimento anual (pro rata) previsto para indústria de energia hidroelétrica será de US$ 9,3 bilhões; muito pouco quando comparado ao investimento em outras energias renováveis.

Figura 11 - Custo de geração de eletricidade em megawatts - média para os EUA.



Fonte: Elaborado a partir de OPEN ENERGY INFORMATION, 2014.

[142] Produtos listados no *Harmonized System* revisão 1996 do UNCONTRADE: 841011 - *Hydraulic turbines, water wheels, power* < 1000 kW; 841012 - *Hydraulic turbines, water wheels, power* 1000-10000 kW; 841013 - *Hydraulic turbines, water wheels, power* > 10000 kW; 841090 - *Parts of hydraulic turbines and water wheels*.

Neste sentido, faz-se necessário refletir sobre as fontes até aqui discutidas. Pelo viés da economia política parece-nos recomendável, desde que possível, que os países em desenvolvimento continuem expandindo sua capacidade instalada em energia hidráulica. Existem boas razões para isto. A primeira delas, e, talvez a mais importante, é a competitividade do custo de geração de energia hidroelétrica[143] (ver figura p. 11).

Cada tecnologia apresenta certa variabilidade no custo de produção de eletricidade. Gás natural, hidroelétrica e eólica *onshore* são as fontes de energia com menor custo e variabilidade no custo de produção. Por exemplo, o custo de produção de um megawatt de eletricidade por meio de gás natural[144], o mais baixo, oscila entre US$ 10,00 e US$ 180,00; o custo da hidroeletricidade oscila entre US$ 20,00 e US$ 180,00; já o custo da eletricidade produzida a partir da energia eólica em terra varia em US$ 40,00 e US$ 170,00. Para os países em desenvolvimento, o acesso a fontes de energia abundante e a baixo custo é um importante diferencial competitivo no mercado internacional. O amplo potencial de exploração de energia hidroelétrica na América Latina, Ásia e África pode ser usado na expansão de geração de eletricidade a baixo custo, um insumo importante na composição do custo de produção de diversos produtos. Em geral, pela sua dotação de fatores - menor nível de competência tecnológica e mão de obra menos qualificada - os países em desenvolvimento possuem desvantagem competitiva em produtos mais sofisticados e de maior valor agregado, a disponibilidade de energia elétrica a baixo custo pode assegurar a competitividade internacional em setores industriais intensivos em energia.

Outra razão pró-energia hidroelétrica é que seu conteúdo tecnológico é mais acessível aos países em desenvolvimento; trata-se de tecnologia madura e de longa duração. Em consequência, o investimento nesta fonte de energia pode implicar na menor dependência de importações e vulnerabilidade do balanço de pagamentos. Tais questões são importantes, uma vez que o desequilíbrio no balanço de pagamentos é uma das principais causas às crises econômicas e interrupção no processo de desenvolvimento econômico dos países em desenvolvimento. Todavia, o *core* tecnológico é concentrado em poucos países, o tamanho das usinas hidroelétricas e das turbinas geradoras é cada vez maior. Por exemplo, a Francis

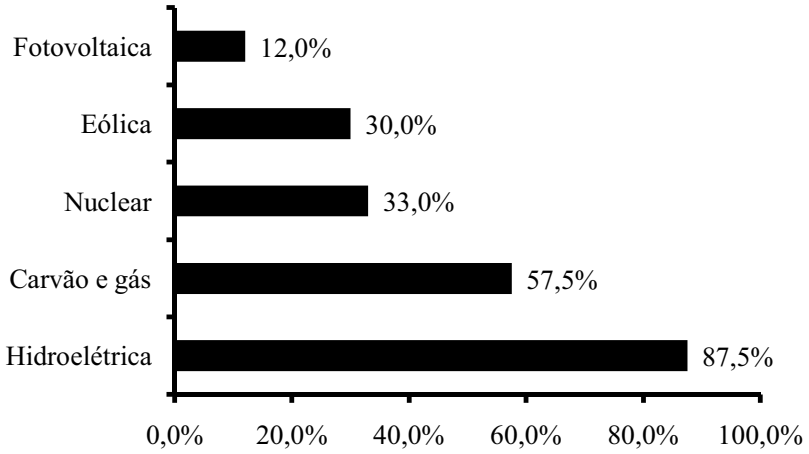
[143] Metodologia de cálculo desenvolvida pelo National Energy Technology Laboratory do Departamento de Energia dos Estados Unidos. O custo nivelado (*Levelised Cost Energy*-LCOE) procura determinar o custo da geração de diversas fontes de eletricidade ao longo da vida útil do projeto, que inclui os custos com investimento inicial, operação e manutenção, o custo de combustível e o custo de capital.

[144] Apresentamos os custos de produção de eletricidade a partir do gás natural e do carvão apenas para fins ilustrativos, já que estas fontes de energia não fazem parte do escopo desta pesquisa.

Tianjin Alstom[145] (China) e a Power Machines (Rússia) construíram uma turbina de 1 GW. A mesma Francis Tianjin Alstom também construiu quatro turbinas geradoras de 0,81 GW à usina de Xiangjiaba. Para isto, a Alstom investiu no Centro Global de Tecnologia em Tianjin, com o compromisso de desenvolver tecnologia hidroelétrica no interior da China. Mas os investimentos da indústria hidroelétrica não se restringem à China. No início de 2013, a Alstom inaugurou seu novo centro de tecnologia hidroelétrica em Grenoble (França). Na Rússia ela juntou-se à RusHydro (Rússia) para construir equipamentos hidroelétricos. A IMPSA (Argentina), que detém 30% do mercado latino-americano de equipamentos, construiu uma nova fábrica que duplica sua capacidade produtiva para atender a demanda da região. Do ponto de vista da organização econômica, o mercado mundial de equipamentos hidroelétricos é oligopolizado. Alstom, Andritz (Áustria), a IMPSA, e Voith (Alemanha) possuem mais de 50% do mercado global. Além destas, BHEL (Índia), Dongfang (China), Harbin (China), Power Machines e Toshiba (Japão) também disputam o mercado (SAWIN, 2013). No caso específico da China, o crescimento potencial do mercado hidroelétrico (*demand-pull*) é um grande atrativo para a internalização da cadeia produtiva da indústria hidroelétrica.

A terceira razão pró-energia hidroelétrica é seu desempenho em termos de conversão de energia. A taxa de conversão de eletricidade é o potencial de geração de eletricidade a partir da fonte utilizada (ver figura 12).

Figura 12 - Média da taxa de conversão de eletricidade por fonte de energia



Fonte: Elaborado a partir de PIRKER et al., 2011, p. 59.

[145] A Francis Tianjin Alstom, em parceria com a Hydrochina Zhongnan Engineering Corp., assinou contrato de cerca de 90 milhões de euros com a Vietnam Electricity (EVN), pelo qual irá oferecer equipamentos eletromecânicos para geração 1,2 GW à usina Lai Chau-Vietnã. Pelo contrato, a Alston será responsável pelo fornecimento, supervisão de montagem e testes de três turbinas de 0,4 GW cada (ALSTOM, 2013).

A energia hidroelétrica é a tecnologia com maior taxa de conversão, 87,5% em média. Carvão e gás ocupam a segunda posição, com 57,5% de taxa de conversão, mas as duas fontes de energia não fazem parte das tecnologias contemporâneas. Apenas para reforçar a vantagem da tecnologia hidroelétrica neste critério, a energia eólica e a fotovoltaica possuem baixa taxa de conversão energética, 30% e 12% respectivamente.

Entretanto, considerando a demanda ambiental e social, a geração de hidroeletricidade provoca externalidades negativas pela inundação de grande área de terras, e, consequentemente, no deslocamento de pessoas e animais de seus habitats (EVANS, 2009). À luz dos pontos favoráveis e desfavoráveis, é possível assegurar que a produção de hidroeletricidade apresenta o seguinte *trade-off*: consegue entregar grandes quantidades de energia elétrica a baixo custo, porém, a construção de barragens provoca impactos socioambientais.

Contribui à discussão a informação de que existem cerca de 50 mil grandes barragens em operação no mundo. No Brasil, elas mal ultrapassam o milhar. Na Coreia do Sul o número delas é 1/3 maior que o do Brasil; no Japão é três vezes maior que no país. É possível perceber que a Coreia do Sul e o Japão, por exemplo, priorizaram intervir no curso d'água como forma de controlar seus usos, inclusive para geração de hidroeletricidade (FARIA, 2013). Pela lógica do *trade-off*, para aumentar a oferta de energia elétrica para sustentar seus respectivos processos de industrialização, eles tiveram que construir usinas hidroelétricas, que, por sua vez, provocaram custos socioambientais. Com a mesma lógica, em 28/01/2014 o governador do Estado de Nova York (EUA), Andrew M. Cuomo, anunciou a construção de três novas usinas hidroelétricas no Estado. Como defesa, ele argumentou que sua gestão trabalha para criar novas oportunidades econômicas e a energia limpa e a baixo custo é um dos recursos mais fortes para estimular a atividade econômica no Estado (STATE OF NEW YORK, 2014). Assim como na Ásia, os norte-americanos, para sustentar o padrão de prosperidade material, não desprezam nenhuma fonte de energia renovável.

3.2.1.5 Energia Nuclear

O desenvolvimento da energia nuclear reflete o esforço do progresso científico e tecnológico. Os filósofos gregos desenvolveram a tese de que toda matéria era composta de átomo. Nos séculos XVIII e XIX os cientistas, baseados em seus conhecimentos revisitaram a ideia. Por volta de 1900, os físicos já sabiam que os átomos continham grande quantidade de

energia. Em 1904, o físico neozelandês Ernest Rutherfor foi chamado de pai da ciência nuclear pela sua contribuição à teoria da estrutura nuclear. Um ano depois, Albert Einstein desenvolveu a teoria da relação entre massa e energia[146], mais conhecida como teoria da relatividade. Em 1934, o físico italiano Enrico Fermi realizou experimentos que mostrou que os nêutrons podiam ser divididos em muitos tipos de átomos. Em 1938, em plena Segunda Guerra Mundial, Otto Hahn e Fritz Strassman, então pesquisadores do *Kaiser Wilhelm Institute*, de Berlim, fizeram uma descoberta impactante[147]. Ao bombardear o urânio com nêutrons eles encontraram partículas de Bário, Lantânio e Crípton, com isso puderam concluir que os núcleos do urânio cindiram-se (U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 2003).

A técnica ficou conhecida como fissão nuclear e foi replicada em laboratórios da Inglaterra ao Japão. A corrida atômica estava prestes a começar. Ela é uma técnica de divisão do átomo em duas ou mais partes, que libera grande quantidade de energia. Em 1939, ela tinha duas aplicações. A primeira delas era que a fissão gerava uma fonte constante de energia controlável. Na fissão lenta, a injeção de nêutrons lentos no urânio libera energia (térmica) que pode ser utilizada para fins úteis. A segunda aplicação é a superbomba. Na fissão rápida, a injeção de nêutrons rápidos no urânio gera uma grande reação em cadeia - a bomba atômica (MAHAFFEY, 2011).

Em fevereiro de 1940, Otto Frisch, Rudolph e o sobrinho de Lise Meitner esboçaram um memorando ao comitê britânico de pesquisa científica com o título: *On construction of a 'superbomb' Based on a Nuclear Chain in Uranium.* Documentos similares a este foram escritos na Alemanha, Japão e União Soviética ao mesmo tempo. Em termos geopolíticos, em 1939, já se sabia que a Alemanha já tinha se rearmado, bem como se preparava para recuperar os territórios perdidos na Primeira Guerra Mundial. A aliança entre Alemanha, Japão e Itália era outra fonte de preocupação na Europa e nos Estados Unidos e outro conflito em grande escala parecia inevitável. Como agravante, foi justamente na Alemanha que a técnica de fissão nuclear foi desenvolvida. No mesmo ano, os Estados Unidos já haviam expatriado um grande número de cientistas europeus, todos peritos em física nuclear, para desenvolver pesquisas em universidades norte-americanas. Contudo, à época, os Estados Unidos ainda não eram potência militar inovadora (como mais tarde se tornariam). Mas, os pesquisadores estrangeiros estavam preocupados que os alemães conseguissem desenvolver armas nucleares. Por exemplo, Leó Szilár, físico húngaro, estava comprometido com sua pesquisa (na

[146] A fórmula é expressa da seguinte forma: $E=mc^2$, em que a energia (E) é igual a massa (m) vezes o quadrado da velocidade da luz no vácuo (C). Tal ideia ficou popularmente conhecida como a lei da relatividade.
[147] Eles basearam-se na pesquisa da física austríaca Lise Meitner (1878-1968).

Universidade Columbia - Nova York) e, com limitados recursos de pesquisa, fazia o que era possível para encontrar a fissão nuclear sustentada com urânio (MAHAFFEY, 2011).

Mas, em 7 de dezembro de 1941, o Japão atacou Pearl Harbor levando os norte-americanos à guerra. Então, a bomba atômica passou a ser ainda mais atrativa a eles, bem como o projeto nuclear ganhou mais atenção. Com isto, foi posto em prática o projeto Manhatam para construir a bomba atômica. Em 06 de agosto de 1945, *Little Boy*, a bomba atômica foi despejada sob Hiroshima, a Segunda Guerra Mundial estava chegando ao fim e a guerra fria estava prestes a começar.

Logo após o término da guerra o governo norte-americano encorajou o desenvolvimento da tecnologia nuclear para fins pacíficos. Em 1946, o Congresso criou a *Atomic Energy Comission* (AEC), que autorizou a construção experimental do reator Breeder I no Estado de Idaho, e, em 20 de dezembro de 1951, ele começou a geração de eletricidade a partir da energia nuclear (U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 2003). Em 1954, na cidade russa de Obninsk, começou a funcionar a primeira usina comercial de eletricidade a partir de energia nucelar, que tinha capacidade de produção de 5 MW. Anos depois, o Reino Unido já tinha quatro usinas nucleares de 50MW em funcionamento. Em 1957, a primeira usina comercial nuclear norte-americana começou a operar em Shippingport, Pensilvânia USA.

Tabela 20 - Países (*top* 10) em número de reatores nucleares em operação e geração de eletricidade em GW, 2014.

PAÍS	Quant	GW
Estados Unidos	100	98.5
França	58	63.1
Japão	48	42.4
Rússia	33	23.6
Coreia do Sul	23	20.6
China	21	16.9
Índia	21	5.3
Canadá	19	13.5
Reino Unido	16	9.2
Ucrânia	15	13.1
Total	435	371.9

Fonte: Elaborada a partir de International Atomic Energy Agency, 2014.

A tecnologia nuclear para produção de eletricidade se espraiou globalmente (ver tabela 20). Segundo a *International Atomic Energy Agency* (IAEA) , em 2014, existem 435 reatores em operação no planeta, que geram quase 372 GW de eletricidade (ver tabela 20). Os Estados Unidos[148] são o principal usuário global da tecnologia, com 100 deles em operação - quase

[148] O relatório da U.S. Energy Information Administration mostra que os Estados Unidos tinham, em 2012, 104 reatores em operação, que geravam 101,9 GW de eletricidade (U.S ENERGY INFORMATION, 2014).

23% do total global em operação, que, juntos, geram 98,5 GW de eletricidade ou 26,5% do total de energia gerada pela tecnologia. A França ocupa a segunda posição com 58 reatores - 13,3% do total global em operação, que geram 63,1 GW de eletricidade ou quase 17% da tecnologia. O Japão ocupa a terceira posição com 48 reatores - 11% do total global em operação, que geram 42,4 GW eletricidade ou 11% da tecnologia.

Em termos de distribuição espacial (ver tabela 21), a Europa é a região que mais utiliza a tecnologia nuclear para geração de eletricidade, com 185 reatores em operação, dos quais 117 estão instalados na Europa Ocidental e 68 na Europa Central e Oriental. A América ocupa a segunda posição com 125 reatores, com a grande maioria deles instalados na América do Norte, 119 especificamente. A Ásia vem logo na sequência com 123 reatores em operação, com 98 destes operando no Extremo Oriente e 25 no Oriente Médio.

Tabela 21 - Regiões em número de reatores nucleares em operação e capacidade de geração de eletricidade em GW, 2014.

PAÍS	Quant	GW
África	2	1,86
América Latina	6	4,15
América do Norte	119	112,06
Ásia - Extremo oriente	98	84,97
Ásia - Oriente médio	25	6,91
Europa - Central e oriental	68	48,53
Europa - Ocidental	117	113,49
Total	435	371.97

Fonte: Elaborada a partir de *International Atomic Energy Agency*, 2014.

Sob a perspectiva econômica, a China é um bom objeto de estudo. Ela possui um sistema político-econômico pró-crescimento, que a levou, num curto período de tempo, à condição de segunda maior economia mundial. Contudo, para manter o ritmo de crescimento o país tem grande "sede" por energia, independentemente da fonte. Segundo a IAEA, em 2014, existem, no mundo, 72 reatores atômicos em produção, que deverão gerar mais 68,3 GW de eletricidade. Destes, 28 serão instalados na China, com capacidade adicional de 27,8 GW de eletricidade. Com isto, o país será responsável por 40% da eletricidade adicional gerada com os novos reatores. Mas, a China não é o único país em desenvolvimento[149] que procura aumentar a oferta de energia com tecnologia nuclear. Rússia e Índia, segundo e terceiro colocados, estão construindo 10 e 6 novos reatores, respectivamente. Juntos os três países em desenvolvimento terão 60% dos novos reatores em construção (ver tabela 22).

[149] Outros dois países em desenvolvimento que já contam com tecnologia nuclear para geração de energia elétrica também estão construindo novos reatores nucleares. Argentina está construindo mais dois reatores com capacidade de geração de 0,7 GW e o Brasil está construído mais um reator com capacidade de geração de 1,2 GW (*INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY*, 2014).

Tabela 22 - Países (*top* 5) em número de reatores nucleares em construção e geração de eletricidade em GW, 2014.

PAÍS	Quant	GW
China	28	27,8
Rússia	10	8,4
Índia	6	3,9
Coreia do Sul	5	6,4
Estados Unidos	5	5,6
Total	72	68,3

Fonte: Elaborada a partir de *International Atomic Energy Agency*, 2014.

No passado, a China havia evitado a expansão da energia nuclear. No entanto, em função de sua crescente demanda por energia e as preocupações ambientais, a tecnologia nuclear voltou à baila. Por meio do 11th *Five-Year Plan* (2006-2010), o país destacou a necessidade de elevar sua capacidade de geração de eletricidade pela tecnologia nuclear, que era de 1,4% da oferta total de eletricidade para 4%[150], em 2020. Além disto, o plano alçou a tecnologia nuclear como chave ao seu desenvolvimento (KADAK, 2006).

Então, a China, aproveitando-se de sua demanda potencial por energia elétrica, deflagrou uma ambiciosa estratégia de absorção e assimilação de tecnologia nuclear importada para impulsionar a inovação doméstica. Os chineses fixaram como meta, internalizar e compreender a tecnologia nuclear disponível no mercado internacional, para isso buscou a tecnologia estrangeira a fim de construir a sua própria tecnologia. Eles viram no processo uma forma de impulsionar o emparelhamento tecnológico com o ocidente numa área de fronteira tecnológica. Visto desta perspectiva, o desenvolvimento da tecnologia nuclear pela China mostra que o país vem buscando competir com o ocidente em áreas tecnológicas de fronteira. Deste modo, a ela não deve ser vista apenas como um país produtor e exportador de bens intensivos em mão de obra, ele está ampliando seu poder econômico de modo a desafiar o ocidente, especialmente os norte-americanos (CULLINANE, 2011).

A forte correlação positiva entre crescimento econômico e demanda por energia, a China é pragmática e procura expandir a oferta de energia por todas as fontes disponíveis, mesmo que isto provoque externalidades negativas. Disto depreende-se que para a China a pior energia é justamente aquela que eles não têm. Ademais, a China, de forma estratégica, aproveita a sua demanda por energia para dominar a tecnologia nuclear, com importantes aplicações tanto comercial como militar.

[150] Em 2013 a proporção já era de 2,11% (*INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY*, 2014).

3.2.1.6 Energia oceânica

A energia oceânica pode ser obtida por dois meios: mecânico e térmico. Na primeira, o movimento de rotação da terra e a atração gravitacional da lua criam forças mecânicas. Por um lado, a rotação da terra cria vento na superfície do oceano, que, por sua vez, transforma-se em ondas. Por outro, a força gravitacional da lua cria ondas e correntes costeiras. Com isto, a energia mecânica do oceano pode ser utilizada para geração de eletricidade. Já a energia térmica é derivada do aquecimento da superfície do mar pelo sol, e na medida em que aumenta a profundidade, a água do oceano torna-se fria. A energia decorrente da diferença de temperatura pode ser capturada e convertida em energia elétrica. Entretanto, a ideia de extrair energia do oceano não é nova. Em Paris, em 1799, durante a era napoleônica, Monsieur Girard patenteou o primeiro equipamento para extrair energia da maré. Entre 1800 e 1960, as tentativas de aproveitar a energia oceânica foram tímidas. Todavia, em 1966, em St. Malo (França) foi construída a maior usina de geração de eletricidade a partir da energia das marés, produzindo 240 MW de eletricidade/hora (U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 2009).

A elevada soma de recursos certamente vem agindo como inibidora da construção de mais usinas de marés. Por exemplo, Argentina e Austrália, durante muito tempo, realizaram estudos de viabilidade sobre a tecnologia, mas a ideia não prosperou (CHARLIER; FINKL, 2009). A Inglaterra recusou a proposta de construção de uma barragem de maré no Rio Server, com previsão de custo de 25 bilhões de libras e capacidade de gerar 5% da energia demandada pelo país. O governo, por meio do Comitê de Energia e Mudanças Climáticas do parlamento, afirmou que o projeto não era viável economicamente e pediu que a Hafren Power Ltd., empresa proponente, o refizesse. Este tipo de projeto tem encontrado dificuldades de levantar recursos no mercado financeiro, seja pelo volume de recursos ou pelos riscos envolvidos à sua construção. Com isto, o projeto só poderia sair do papel com o apoio do Estado (DOWNING, 2013).

O ritmo do processo de industrialização e o crescimento econômico sul-coreano afetam-no e duas maneiras: demanda por energia e preocupação com meio ambiente. Em decorrência, o país vem buscando alterar sua matriz energética baseada em combustíveis fósseis por fontes renováveis (HONG, et al., 2013). A energia oceânica é uma alternativa. Em 2011, o país inaugurou a Shihwa Lake, uma usina de maré com capacidade instalada de 254 MW de eletricidade, além de prever a construção de outras usinas de maré. Entretanto, a situação das novas usinas é incerta. Em 2013, o plano de eletricidade do país previu a construção de duas novas usinas de maré, Gangwha (813 MW) e Garorim (520 MW), mas, a opinião pública, por

conta de razões ecológicas, pode ser o grande obstáculo à efetivação delas (SAWIN, 2013). Mesmo assim, a o país é líder em capacidade instalada em energia oceânica (ver tabela 23). A França ocupa a segunda posição graças à usina de Rance River inaugurada em 1966. Ela é seguida por Canadá, Reino Unido e China. Cumpre salientar, ainda, que a capacidade instalada global desta fonte de energia é limitada, assim como sua previsão de expansão. De certo, como já enfatizado anteriormente, as incertezas sobre a viabilidade deste tipo de empreendimento explicam o tamanho da indústria de geração de energia oceânica.

Tabela 23 - Projeção da capacidade instalada da geração de energia oceânica: período 2011-2017, em gigawatts (GW).

PAÍS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Coreia do sul	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
França	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Canadá	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,08
Reino Unido	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
China	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mundo	0,53	0,53	0,55	0,56	0,60	0,65	0,71

Fonte: *International Energy Agency*, 2012b, p. 150.

A tecnologia para energia oceânica é madura. Existem muitas opções tecnológicas para esta geração aproveitar a força do oceano, exceto a tecnologia de barragem de maré. Ao longo de quatro décadas outras indústrias marítimas (principalmente de gás e petróleo *offshore*) fizeram significativo progresso no campo de materiais, construção, corrosão, cabos submarinos e comunicações (LEWIS, 2011). Com isto, espera-se o transbordamento destes avanços à indústria de energia oceânica, a fim de que ela possa ser mais uma alternativa para ampliar a matriz energética.

3.2.1.7 Energia da biomassa

O crescimento econômico-industrial, a melhoria nas condições de vida da população e o próprio crescimento populacional impõem desafios à política energética de qualquer país, especialmente aos países em desenvolvimento onde a demanda por energia é mais intensa[151]. Além do temor com uma possível exaustão dos combustíveis fósseis, o crescimento

[151] Prova disto, como já mostrada neste capítulo, é que a participação dos países em desenvolvimento (não OCDE) na demanda primária global por energia primária, período 1990-2035, deverá saltar de 46,2% para 64,8%. Considerando apenas os BRICs, a participação deles na demanda global de energia primária, no mesmo período, saltará de 25,2% para 39%, conforme projeção da AIE, indicando que a política energética deverá ter um peso maior nestes países.

econômico dos países em desenvolvimento também preocupa pelo impacto ambiental, principalmente pelo crescimento da demanda por eles. Por isso, a demanda por novas soluções para limitar a emissão de GEE é crescente e a corrida por novas fontes de energia também passa pelos combustíveis derivados da biomassa - matéria orgânica que contém energia[152].

A esperança depositada nos biocombustíveis é grande, eles tanto podem ajudar na redução da dependência dos combustíveis fósseis quanto na emissão de CO^2, além de poder proporcionar novas oportunidades de renda e de emprego em áreas rurais. Contudo, a produção de biocombustíveis também provoca preocupações. Existe um desconforto entre especialistas de que o fornecimento de matérias-primas em grande escala à produção de bioenergia compromete a produção de alimentos[153], bem como possa provocar impactos negativos sobre a biodiversidade (ELBEHRI, 2013; COTULA, 2008; TAN, et al. 2013). Por isso, nesta subseção analisaremos as principais rotas tecnológicas à produção de bioenergia, com ênfase no etanol.

3.2.1.7.1 Esgotamento da rota tecnológica de primeira geração

O estado da arte da tecnologia de produção de biocombustíveis contribui para tal apreensão, já que o método preponderante na produção do etanol é o de primeira geração (1G ou convencional). Por esta tecnologia, o etanol é geralmente produzido a partir da fermentação do açúcar retirado principalmente do milho[154] (Estados Unidos) e da cana-de-açúcar[155] (Brasil), mas como as duas cultivares também são importantes insumos à produção de alimentos, a produção de etanol[156] suscita o temor de competição: alimento versus energia.

---

[152] Em termos técnicos, existem três categorias básicas de matérias-primas da biomassa: (i) madeira; (ii) resíduos de origem agrícola, industrial ou residencial; e (iii) culturas energéticas derivadas da agricultura. Após processamento eles transformam-se em recurso energético - sólido, líquido ou gasoso - à produção de energia, aquecimento e geração de combustível (BRINGEZU, 2007).

[153] Trata-se de uma situação de *trade-off*: alimentação versus energia, em que áreas de cultivo tradicionalmente destinadas para produção de alimentos são deslocadas para o cultivo de insumos para produção de bioenergia.

[154] Nos Estados Unidos ele é obtido pelos seguintes processos: moagem do milho para obtenção de germe (usado na fabricação do óleo de milho), fibra e amido. O amido passa pelo processo de centrifugação e sacarificação para produção de torta de glúten e após a fermentação dela o etanol será extraído por destilação (FRANCESCHIN, 2010).

[155] No Brasil ele é produzido seguindo os seguintes processos: recepção e lavagem da cana-de-açúcar, extração do açúcar, tratamento do suco (caldo de cana) e concentração; fermentação, destilação e desidratação (DIAS, et al. 2011).

[156] Um bom parâmetro do temor da produção de energia versus alimentos é o grande salto internacional na produção de biocombustíveis, como o etanol sendo o maior responsável pela produção dos mesmos. A sua

Ademais, biodiesel e biogás - dois outros tipos de biocombustíveis - também demandam em sua fabricação insumos utilizados na produção de alimentos - o *trade-off* segue preocupando.

A tecnologia de produção de etanol 1G, sobretudo no Brasil, obteve avanços crescentes na produtividade agrícola e industrial, mas data dos anos 1980 e está próxima de seu limite. Com isto, a tecnologia vive um esgotamento de eficiência, impulsionando o desenvolvimento de novas trajetórias tecnológicas (NYKO, et al., 2010). Globalmente, etanol e biodiesel são os principais biocombustíveis produzidos, com a matéria-prima para produzi-los variando em decorrência da vocação regional (ver tabela 24).

Tabela 24 - Balanço global dos biocombustíveis por tipo, região e matéria-prima

REGIÃO	MATÉRIA-PRIMA	BIOCOMBUSTÍVEL
Brasil	Cana-de-açúcar	Etanol
Brasil	Soja	Biodiesel
Estados Unidos	Milho	Etanol
Estados Unidos	Soja	Biodiesel
União Europeia	Trigo	Etanol
União Europeia	Canola	Biodiesel
União Europeia	Beterraba	Etanol
Indonésia	Óleo de palma	Biodiesel
Malásia	Óleo de palma	Biodiesel
China	Milho	Etanol
China	Trigo	Etanol
Moçambique	Cana-de-açúcar	Biodiesel
África do Sul	Cana-de-açúcar	Biodiesel

Fonte: Adaptado de LANGEVELD, et al., 2013, p. 12.

Estados Unidos e Brasil produzem o biodiesel a partir da soja, o etanol, como já mencionado, é produzido nos Estados Unidos a partir do milho e no Brasil da cana-de-açúcar. Já a União Europeia produz o etanol a partir do trigo e da beterraba e o biodiesel a partir da canola. A China produz etanol a partir de trigo e milho. Por fim, a África utiliza a cana-de-açúcar para produção de biodiesel. Pela tecnologia de primeira geração, a expansão da oferta de bioenergia compete com a produção de alimentos. Além disto, predominou no mercado internacional a crença que a indústria de biocombustíveis 1G teria um rápido crescimento puxado pelo aumento de preços dos combustíveis fósseis. Entretanto, as coisas não ocorreram como o previsto, os preços do petróleo pararam de subir, retirando a competitividade de muitas empresas produtoras, que faliram ou migraram à indústria bioquímica que operaram com maior agregação de valor (HILTNER, 2013). Isto obrigou as empresas buscarem novas rotas tecnológicas, como será apresentado na subseção a seguir.

---

produção saltou de 11.830 mil toneladas de óleo equivalente, em 2002, para 60.220 mil, em 2012, com Estados Unidos e Brasil respondendo por 67,9% da produção total, em 2012 (BRITISH PRETOLEUM, 2014).

3.2.1.7.2 Novas rotas tecnológicas e a "promessa" dos biocombustíveis de segunda geração

A esperança na biomassa como fonte de energia continua viva. A "promessa" de mudança tecnológica à geração de bioenergia é alta a partir da tecnologia de segunda geração[157] (2G). A diferença entre as duas tecnologias é que a 2G utiliza uma ampla variedade de insumos que não concorrem diretamente à produção de alimentos. Ela emprega subprodutos da operação florestal: troncos e galhos inutilizáveis, e da agrícola: parte não comestível da planta deixada no campo no pós-colheita (palhas e talos) e os resíduos do processo agroindustrial.

Para melhor compreensão da "promessa" 2G é importante considerar a característica da estrutura celular das plantas. Do ponto de vista técnico, os resíduos de plantações agrícolas, madeira e bagaços são constituídos de parede celular, a qual é formada por uma estrutura complexa composta de celulose (maior proporção), hemicelulose e lignina. A hemicelulose estabelece a conexão entre os demais componentes para dar força estrutural à parede celular. A lignina, por sua vez, é um polímero muito resistente à degradação que ajuda a manter a integridade da parede celular. Ela, por um lado, protege a celulose da ação indesejável de micro-organismos e da oxidação, mas, por outro, inibe o processo de fermentação (DAMASCENO, et al., 2010).

Existem duas tecnologias 2G: bioquímica e termoquímica. Na primeira, enzimas e outros micro-organismos são usados para converter celulose e hemicelulose em açúcares, que na fase seguinte será convertido, por meio da fermentação, em etanol (*INTERNATIONAL ENERGY AGENCY*, 2008). Por esta tecnologia, enzimas e outros micro-organismos são usados para converter celulose e hemicelulose em açúcares, que na fase seguinte serão convertidos, por meio da fermentação, em etanol. Todavia, a viabilização desta tecnologia esbarra em dois principais obstáculos: a estrutura cristalina é muito resistente à hidrólise e a associação ligna-celulose é uma barreira ao acesso enzimático do substrato (SANTOS, et al., 2011; OGEDA; PETRI, 2010).

Considerando a vocação agroindustrial, principalmente de muitos países em desenvolvimento, a tecnologia bioquímica parece ser o caminho "natural" ao desenvolvimento da produção de bioenergia. Então, por exemplo, o Brasil, que já tem uma longa tradição tecnológica de conversão de cana-de-açúcar em etanol, deve usar este esforço

[157] Existem estudos em curso para o desenvolvimento dos biocombustíveis de terceira geração (3G), que não competirão com os alimentos e nem com a terra, pois serão obtidos principalmente a partir de algas (HLPE REPORT 5, 2013).

de aprendizado para o desenvolvimento da tecnologia 2G pelo processo bioquímico. Com isto, os resíduos agrícolas, pela sua grande abundância, são fortes candidatos à produção de etanol tecnologia 2G, seja no campo ou em unidades agroindustriais de processamento de alimentos (LAVOIE, et al., 2011).

Quadro 3 - Síntese das principais tecnologias de segunda geração de conversão de biomassa

Bioquímico	**Hidrólise enzimática**	Após o fracionamento da hemicelulose e a deslignificação de resíduos sólidos (pré-tratamentos), faz-se a hidrólise, por meio do processo enzimático, para obtenção da glicose, e, posterior fermentação para produção do etanol. Uma grande variedade de matérias-primas pode ser utilizada.
Termoquímico	**Gaseificação**	Trata-se do processo de aquecimento da biomassa para transformá-la em gás de síntese (*syngas*, mistura de hidrogênio e monóxido de carbono), num ambiente com oxigênio limitado. O gás inflamável de síntese pode ser usado numa turbina a gás e vapor combinados para gerar eletricidade. A eficiência de geração dela oscila entre 40% e 50%. Uma grande variedade de matérias-primas pode ser utilizada na gaseificação: aparas de madeira, serragem, cascas, resíduos agrícolas e resíduos.
Termoquímico	**Pirólise**	Trata-se da decomposição química da biomassa submetida a elevadas temperaturas e ausência de oxigênio. Ela pode dividida em lenta ou rápida[158], cujas diferenças são: (i) taxa de aquecimento; (ii) tempo de resistência das fases sólida e gasosa; e (iii) produtos desejados. A pirólise lenta (ou convencional) é destinada especificamente à produção de carvão, já a pirólise rápida é considerada uma tecnologia avançada, que, sob altas temperaturas - 550 º a 650º - permite a produção de bio-óleo, que pode ser usado à produção de eletricidade. Um dos desafios com pirólise é que o bio-óleo produzido tende a ser de baixa qualidade em relação ao necessário à produção de energia.

Fonte: Adaptado de BRACMORT, 2010, p. 5 e SANTOS, 2012, p. 50.

A outra tecnologia de conversão 2G é a termoquímica[159]. Ela emprega as técnicas de pirólise e gasificação para produzir, a partir da biomassa, gás síntese, que pode ser transformado em óleo ou utilizado na geração de eletricidade (ver quadro 3). Do ponto de vista do estado da arte desta tecnologia, a gaseificação, por exemplo, por meio de elevadas temperaturas, converte biomassa em gases (CO^2, H^2, CO e vapor d'água). O gás obtido possui um poder calorífico menor que o gás natural, sendo recomendado à geração de eletricidade.

[158] Classificação apresentada por Vieira, et.al., 2011.

[159] Com o crescimento da demanda mundial por energia e da preocupação ambiental, as tecnologias de conversão de biomassa em energia ganharam mais atenção. Em perspectiva histórica, a primeira patente registrada no campo da pesquisa termoquímica foi em 1788, por Robert Gardner na área de Gaseificação. Entretanto, até os 1970, a tecnologia termoquímica ficou esquecida pela confiança na matriz energética baseada nos combustíveis fósseis. Por outro lado, quando as pesquisas com esta tecnologia foram retomadas, madeira e carvão deixaram de ser o único foco pela introdução de outras matérias-primas neste campo de estudo. Os pesquisadores estão particularmente empenhados em compreender as complexas reações que ocorrem durante o processo (DEMIRBAS, 2010).

Esta tecnologia não depende de avanços da pesquisa básica, todavia, isto não quer dizer que o processo esteja completamente dominado, pois existem limitações a serem rompidas: (i) manuseio e alimentação da biomassa; (ii) limpeza do gás obtido pela conversão; e (iii) aperfeiçoamento de catalisadores à produção de combustíveis líquidos a partir do gás (DA ROSA; GARCIA, 2009). Com isto, temos que a tecnologia 2G oferece uma ampla variedade de matérias-primas de biomassa e técnicas à produção de bioenergia. Considerando a convergência da ascensão de duas importantes questões que preocupam a humanidade no século XXI, nos parece que a produção de bioenergia é uma excelente resposta a este duplo anseio. Isto justifica a corrida tecnológica para tornar estas técnicas competitivas com as fontes de energia convencional, principalmente os combustíveis fósseis.

Ainda não é possível afirmar que haja uma vantagem comercial ou técnica definida entre as duas tecnologias - bioquímicos e termoquímicos - mesmo depois de muitos anos de P&D. Por exemplo, a consolidação da tecnologia bioquímica exige muito esforço de pesquisa para melhorar: (i) as características das matérias-primas; (ii) o custo de pré-tratamento; (iii) as eficácias de enzimas utilizadas no processo de fermentação; e (iv) a integração global dos processos. Contudo, a tecnologia bioquímica 2G mostra-se potencialmente mais vantajosa em termos de custos de produção, podendo, com isso, fornecer biocombustíveis com preços mais competitivos que a tecnologia termoquímica 2G (*INTERNATIONAL ENERGY AGENCY*, 2008).

Corroborando com tal ideia, a produção de etanol[160] em larga escala pela tecnologia 2G econtra-se na sua fase infante. É verdade que a capacidade de produção de biocombustíveis 2G lignocelulósico (tecnologia bioquímica) triplicou, de 2010 para 2012, somando 140 milhões de litros por ano. Porém, ele representa apenas 0,15% da produção total.

Ademais, não há claramente uma tecnologia dominante. Há pouco tempo a tecnologia 2G bioquímica era vista como a mais promissora. Na prática, verifica-se a predominância de plantas piloto[161] ou de demonstração em operação. Apenas nos Estados Unidos existem 9 plantas de etanol de segunda geração em fase de construção, com valor previsto de US$ 2,7 bilhões e capacidade produtiva de 1 bilhão de litros de etanol por ano (HLPE REPORT 5, 2013).

---

[160] Para um balanço detalhado de plantas industriais de biocombustíveis 2G em operação ou em construção, consultar BACOVSKY (2013).

[161] Bem como prediz a teoria neoschumpeteriana, a implantação e o monitoramento do processo produtivo de biocombustível piloto (em pequena escala) permite a acumulação de aprendizado e minimiza os riscos da implantação da planta em escala comercial.

Entre elas, está uma planta em construção, iniciada em 2012, em Nevada (Iowa-EUA), que quando estiver operando, na segunda metade de 2014, produzirá 113,5 milhões de litros de etanol. Do ponto de vista da cadeia de valor do negócio, a planta demandou 1.000 trabalhadores à sua construção. Depois de construída, ela, apenas na montante, demandará 500 produtores rurais para fornecer matérias-primas, 150 trabalhadores para coleta, transporte e armazenagem da matéria-prima. E, por fim, na fábrica serão 85 funcionários permanentes responsáveis pelas áreas: operacional e administrativa (DUPONT, 2013).

Em outubro de 2013, entrou em operação a primeira planta em escala comercial[162] de etanol celulósico (segunda geração com tecnologia bioquímica) do mundo. Localizada em Crescentino, norte da Itália, ela tem capacidade de produção prevista para 75 milhões de litros de etanol por ano, usando como matéria-prima: palha de arroz, de milho e de trigo, sabugo de milho, bagaço de cana-de-açúcar e polpa de eucalipto. Além disto, ela terá capacidade de produzir 13 MW de eletricidade, que a torna autossuficiente no consumo de energia (BETARENEWABLES, 2013).

No Brasil, a primeira usina de etanol celulósico em escala comercial encontra-se na reta final de construção, com previsão de inauguração para o primeiro semestre de 2014. Localizada em São Miguel dos Campos-Alagoas, o empreendimento demandou investimentos na ordem de R$ 350 milhões, com capacidade instalada prevista de 82 milhões de litros de etanol por ano. Mesmo com tecnologia mais cara, a previsão é de que o custo de produção desta planta seja de R$ 1,00 por litro, ou 35% menor que o etanol de primeira geração (FONTES, 2014). A planta pertence à Granbio, subsidiária do grupo Bioflex Agroindustrial[163] e recebeu recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES no valor de R$ 300,3 milhões (SCHILL, 2013). Em sintonia com o objetivo geral da pesquisa, na próxima subseção nos ocuparemos de identificar as experiências de políticas públicas à expansão do mercado global de bioenergia, porém, sem esgotar o tema.

3.2.1.7.3 Estado e novas rotas tecnológicas nos biocombustíveis

Uma característica central no crescimento da produção de biocombustíveis, seja nos anos 1970 e recentemente, é o apoio público ao setor. As decisões de produtores (no campo,

[162] O empreendimento é uma parceria entre a empresa italiana Mossi Ghisolfi Group e a canadense Novozyme.
[163] A empresa é parte do grupo Graal Bio Investimentos, holding pertencente a família Gradin, que, junto com a família Odebrecht, controla a Braskem (ramo de petroquímica) e a construtora Noberto Odebrecht.

na agroindústria ou distribuição) e consumidores de biocombustíveis têm sido determinadas pelas estratégias de políticas públicas, que, em geral, são integradas na política agrícola, na energética e na de bioenergia. Tal estratégia tem duas importantes implicações.

Quadro 4 - Estratégias de políticas públicas à bioenergia: síntese dos principais atores

POLÍTICA	ESTRATÉGIA
Biomass R&D Act (2000) / EUA	Viabilizar tecnologias e os processos necessários para a produção abundante de biocombustíveis e de outros produtos a partir de biomassa.
Farm Security and Rural Investment Act / Farm Bill (2002) / EUA	A *Farm Bill* (2002) é abrangente. Mas, especificamente o *Title* IX da lei visa fortalecer as cadeias produtivas ligadas à biomassa de matérias-primas às biorrefinarias.
Energy Policy Act (2005) / EUA	A lei é considerada o marco da política energética dos Estados Unidos. Pelo lado da oferta (*technology-push*), a lei prevê o uso de incentivos fiscais, recursos não reembolsáveis, garantias para estimular a pesquisa e a produção de biomassa, assim como a construção de plantas de demonstração e de escala industrial. Para os biocombustíveis celulósicos, estabelece a meta de produção de 1 bilhão de galões até 2015. Pelo lado da demanda (*demand-pull*), a *Renewable Fuel Standard* (RFS1) estabeleceu a meta de 4 bilhões de galões de combustíveis renováveis a serem misturados na gasolina até 2006, com previsão de 7,5 bilhões de galões, em 2012, com pelo menos 250 milhões de etanol celulósico).
Energy Independence and Security Act-EISA (2007) EUA	A *Renewable Fuel Standard* (RFS2) estabeleceu metas mínimas anuais de consumo de biocombustíveis para o setor de transporte nos EUA, entre 2006 e 2022. A lei determinou que os biocombustíveis de segunda geração também fossem incluídos na meta de consumo.
American Recovery and Reinvestment Act -ARRA (2009) / EUA	O objetivo foi mitigar os efeitos deletérios da crise mundial sobre a economia norte-americana. Foram autorizados US$ 786,5 milhões para: (i) Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) com biocombustíveis 2G; (ii) fundos adicionais à implantação de biorrefinarias em escala piloto e demonstração; (iii) fundos adicionais para apoiar projetos que estejam operando em escala comercial.
Biofuels Interagency Working Group (2009) / EUA	Grupo de trabalho multidisciplinar para diversificar matérias-primas à produção de biocombustível de 2G. O grupo de trabalho propôs a criação de cinco Centros Regionais de Pesquisa em Matérias-Primas, com intuito de acelerar a produção de matérias-primas e o desenvolvimento de cadeias produtivas regionais,
Biomass Multi-Year Program Plan (2010) / EUA	De forma estruturada, o plano visa atender a cadeia produtiva de biocombustíveis como um todo: (i) estimular a produção de matérias-primas em larga escala para aumentar a competitividade dos biocombustíveis; (ii) melhorar a infraestrutura e logística de colheita ou coleta, armazenagem, processamento e transporte; (iii) plano de construção de muitas unidades industriais de conversão de biomassa em biocombustíveis e outros produtos; (iv) implementar toda infraestrutura de distribuição de biocombustíveis; e (v) viabilizar a oferta de veículos movidos a biocombustíveis com a mesma eficiência dos movidos com combustíveis fósseis para impulsionar a "cultura" dos biocombustíveis.
Biofuel Directive (2003) / U. E.	Estabeleceu metas não obrigatórias para estimular o uso dos biocombustíveis no setor de transporte. Para 2005, a meta era adicionar 2% de biocombustíveis na gasolina e diesel, com a meta saltando para 5,75%, em 2010. Uma nova diretiva estabeleceu a meta de adição de 10%, em 2020. Cabe salientar que política de incentivo ao etanol na União Europeia não é consistente como a dos norte-americanos e nem possui a experiência acumulada pelo Brasil.
Energy Technology Plan - SET Plan (2007) - U. E.	A Iniciativa em Bioenergia (European Industrial Bioenergy Initiative) prioriza eliminar as barreiras técnicas e econômicas que impedem que novas tecnologias tenham escala comercial. A meta é que os biocombustíveis avançados alcancem ao menos 4% de participação no consumo do total de combustíveis, em 2020. O orçamento estimado pela União Europeia à bioenergia é da ordem de € 9 bilhões, no período 2010-2020.
European Energy Research Alliance - EERA (2008) / U. E.	A política tem o objetivo de coordenar as atividades de PD&I às prioridades tecnológicas estabelecidas.
Sistema Nacional de Inovação-Etanol / Brasil	O Estado desempenha um papel crucial ao criar um ambiente institucional indutor de PD&I em etanol. Em seguida, destacam-se os agentes executores do PD&I: universidades, centros de pesquisa (privados e públicos) e as empresas (privadas e públicas). Por último, os agentes financiadores das PD&I: agências de fomento, fundações de amparo à pesquisa e os bancos de investimentos (públicos e privados).

Fonte: Elaborado a partir de NYKO (2010, p. 12-32).

Primeira, a produção de cada país e região assumirá um perfil (tecnologia e matérias-primas) condicionado pela dotação de matérias-primas e os instrumentos de apoio ao setor. Segunda implicação, muitos países têm adotado barreiras à proteção de indústria doméstica, assim como política de estímulo à exportação (ver quadro 4).

Os países, para tanto, têm empregado instrumentos de dupla natureza. Pelo lado da demanda (*demand-pull*), a estratégia é o emprego de isenções fiscais, imposição de adição de biocombustíveis aos combustíveis de petróleo (gasolina e diesel), programa de aquisição pública e de incentivos fiscais à frota de veículos movidos com bioenergia. Pelo lado da oferta (*technology-push*), a estratégia é o emprego de subsídios à mistura de bioenergia para compensar o custo adicional sobre combustíveis de petróleo, subsídios agrícolas às matérias-primas usadas na produção de biocombustíveis, apoio de bancos públicos aos investimentos ao longo da cadeia de produção de biocombustíveis, e apoio público à P&D (HLPE, 2013).

O interesse do Estado no fomento de energias renováveis iniciou-se, nos anos 1970, com a crise do petróleo. A preocupação com a matriz energética concentrada nos combustíveis fósseis e o aquecimento global, em período recente, reacendeu o interesse público nas energias renováveis, como os biocombustíveis apresentando-se como potencial protagonista em energia renovável.

O quadro síntese das principais estratégias de fomento à bioenergia não deixa dúvida de seu lugar nesta empreitada. O governo, tanto nos Estados Unidos, na União Europeia, assim como no Brasil, usou uma ampla variedade de políticas para impulsionar o desenvolvimento tecnológico em bioenergia. Atuando pelo lado da demanda (*demand-pull)* ou pelo lado da oferta (*technology push*), o Estado vem tendo um papel crucial no desenvolvimento e consolidação de novas rotas tecnológicas em bioenergia e o etanol de segunda geração afiança isto.

3.2.1.8 Outras fontes alternativas de energias renováveis para o médio e o longo prazo

A ideia de separar as tecnologias de energias renováveis em dois momentos tem um propósito prático. Nas subseções anteriores fizemos um balanço das tecnologias que já operam em escala comercial ou fase mais avançada de desenvolvimento. Nesta subseção nos ocuparemos de algumas tecnologias em energia renováveis “promissoras”, mas distante de serem adotadas em escala comercial num curto horizonte de tempo.

Em 1977, a AIE lançou o *Production And Utilization of Hydrogen Program*, com três prioridades bem definidas: produção avançada de hidrogênio, armazenagem e disseminação do seu consumo final. Por meio da *technology push***,** a estratégia ancorou-se na P&D para criar novas rotas tecnológicas competitivas com os combustíveis fósseis. Com isto, o esforço tecnológico vem se concentrando no emprego da energia solar para conversão de água em hidrogênio e oxigênio. Na hipótese da tecnologia de hidrogênio tornar-se competitiva, o uso dela para fins de transporte requer o desenvolvimento de meios de armazenagem e a segurança da armazenagem (ELAM, et al., 2003). Muitos são os avanços alcançados com as pesquisas ao longo do tempo, mas a tecnologia encontra-se ainda na fase infante, o que demanda ainda muito para vencer o desafio tecnológico para torná-la comercialmente competitiva com os combustíveis fósseis. Trata-se de uma aposta que muitos pesquisadores depositam confiança para o futuro (ELAM, et al., 2003; EDWARDS, et al., 2008; BARRETO, et al., 2003; MURADOV; VEZIROĞLU, 2008).

O "trilema" energético imposto ao século XXI - aumento do consumo global de energia, segurança energética e aquecimento global - não será vencido apenas com o desenvolvimento de fontes de energias renováveis. Parece-nos que, entre outras coisas, existe uma corrida para aumentar a eficiência energética dos dispositivos existentes, com grande esperança no grafeno. Ele, do ponto de vista da estrutura morfológica do material, é uma folha de átomos ligados a arranjo semelhante ao favo de mel, cujo alicerce é o grafite. O grafeno foi descoberto, em 2004, por Andre Geim e Konstantin Novoselov, rendendo-lhes o Prêmio Nobel de Física, em 2010 (PULCI, et al. 2014). Ele é dotado de um conjunto excepcional de propriedades[164]: eletrônica, ótica, térmica e mecânica, com potencial para ser utilizado em diversas cadeias produtivas. Por exemplo, na indústria eletrônica, pelas suas propriedades, ele é considerado o substituto do silício (GONG, 2011). Com isto, é possível que, no futuro, o *cluster* que desenvolver esta tecnologia possa vir a ser chamado de "vale do grafeno".

Em *A roadmap for graphene*, Konstantin Novoselov e outros autores levantaram duas questões mostram bem a dimensão da esperança depositada no grafeno. "Poderia o grafeno se tornar a próxima tecnologia disruptiva, substituindo alguns dos materiais atualmente utilizados e levando a novos mercados? Ele é versátil o suficiente para revolucionar muitos aspectos de nossa vida ao mesmo tempo?" (NOVOSELOV, et al., p. 192, 2012).

[164] A folha dele é 100 vezes mais forte que a do aço; ele é quase transparente - absorve apenas 2,3% da intensidade da luz; sua condutividade elétrica é um pouco superior a do cobre, logo, é um excelente condutor de energia; sua condutividade térmica é 10 vezes maior que a do cobre (BUENO, 2011).

No campo da energia o grafeno é muito promissor em: (i) células solares[165]; (ii) baterias de lítio íon; e (iii) capacitores de armazenamento de energia. (PULCI, et al. 2014). No campo de geração de energia ele pode contribuir para aumentar a eficiência energética: taxa de conversão de luz solar em energia.

A demanda por geração de eletricidade sem agredir o meio ambiente é um dos grandes desafios da humanidade do século XXI. Há uma grande esperança depositada na PD&I em energia fotovoltaica, em especial no campo de nanotecnologia. Assim, por exemplo, o desenvolvimento de nanocristais semicondutores de grafeno poderá dar origem a um novo tipo de célula solar fotovoltaica mais barata e mais eficiente que as disponíveis no mercado. O potencial deste elemento está diretamente relacionado às suas propriedades "milagrosas". Por ser baseado no grafite ele é abundante, é ultrafino, transparente, resistente e excelente condutor de eletricidade. Com isto, estima-se que as células fotovoltaicas baseadas em tecnologia utilizando-o, poderão converter mais de 40% da energia de luz em energia (PEIXOTO, 2013).

Muitas propriedades do grafeno lhe justificam o apelido de material "milagroso". Porém, existem desafios a serem vencidos. Algumas delas só foram alcançadas para amostras de mais alta qualidade - processo de esfoliamento mecânico ou em substratos especiais como no de nitreto de boro em pó. Desta forma, o interesse para o grafeno será ainda maior quando sua produção em massa alcançar o mesmo desempenho das amostras obtidas em laboratório (NOVOSELOV, et al., 2012).

O grafeno também promete revolucionar a produção de bateria de íons lítio-BIL (bateria recarregável[166]). Introduzida em escala comercial, em 1991, pela Sony, atualmente a BIL é uma das tecnologias mais "populares" à produção de baterias, explicadas pelas suas

[165] Do ponto de vista evolutivo, a tecnologia de células solares pode ser divida em três categorias: primeira, segunda e terceira geração. A tecnologia de primeira geração tem o silício (mono e policristalino) como material base. Porém, o seu processo de fabricação exige grande quantidade de energia a um alto custo, mas com uma taxa de conversão de luz solar em energia de 33% - melhor desempenho para esta fonte de energia. Já a tecnologia de segunda geração substitui o silício por outros materiais menos nobres e mais baratos, que resulta no *trade-off*: eficiência energética vs. custo de produção. A célula solar de segunda geração emprega a técnica de fabricação de filmes finos. No processo, os materiais semicondutores de energia são depositados em camadas extremamente finas revestidas com vidro ou plástico, sendo utilizado com semicondutor: silício amorfo (a-Si), telureto de cadmio (CdTe) ou disseleneto de cobre índio gálio (CIGS). Por fim, a tecnologia de terceira geração de célula solar nasceu com o propósito de melhor desempenho dos filmes finos, mas, mantendo o baixo custo de produção (BRASIL, 2012c; CARVALHO; CALVETE, 2010;). Por fim, a célula solar de terceira geração encontra-se em fase de desenvolvimento pré-comercial, com várias tecnologias em estudo e a nanotecnologia é a mais promissora entre elas (ABDIN, et al., 2013).

[166] Em termos tecnológicos, as baterias são classificadas em primárias e secundárias. No primeiro tipo de tecnologia, elas não são recarregáveis pelo tipo de reações químicas que comprometem a estabilidade da célula. Já as baterias secundárias são recarregáveis em decorrência de reações eletroquímicas por meio da aplicação de uma corrente elétrica. Uma bateria é considerada secundária quando é capaz de suportar até 300 ciclos completos de carga com retenção de 80% de sua capacidade (PESQUERO, et al., 2008).

características: (i) alta densidade energética (maior capacidade de acumulação de energia por unidade de massa ou volume; (ii) alta densidade de potência (maior taxa de transferência de energia por unidade de massa ou volume - rapidez em carregar e descarregar); (iii) maior vida útil; e (iv) ambientalmente amigável (LU, et al., 2013). Entretanto, apesar de amplamente utilizada pelos dispositivos eletrônicos portáteis, só recentemente ela também foi introduzida para uso comercial em veículos elétricos. A BIL funciona basicamente transferindo íons de lítio entre os catodos e anodos por meio de eletrólitos líquidos. A introdução do óxido de grafeno (GO do inglês) na solução aquosa aumenta a condutividade dos elétrons e a transferência de íons pelos catodos. A inovação permite maior capacidade de carga (densidade energética) nas baterias, bem como torna o processo de recarga bem mais rápido. No entanto, o processo para obtenção do óxido de carbono é muito complexo e de alto custo de produção, o que dificulta a viabilidade da adoção da tecnologia em escala comercial (KUCINSKIS, et al., 2013).

Por fim, a terceira aplicação promissora ao grafeno é no supercapacitor[167]. Trata-se de dispositivo eletroquímico de armazenamento de energia que libera grande quantidade de energia em curto espaço de tempo - alta taxa de entrega, sendo, por isso, considerado o complemento perfeito para baterias e células de combustíveis para uso em automóveis e equipamentos eletrônicos de alto desempenho (LIU, et al., 2012; CHEN; DAÍ, 2013). O grafeno, pelas suas caraterísticas (estabilidade química, alta condutividade elétrica e grande área de superfície), tem sido considerado o material adequado para ser usado na construção do supercapacitor (WANG, et al., 2009). Assim com à BIL, existe uma grande esperança de que o emprego do grafeno na tecnologia do supercapacitor possa aumentar sua capacidade de carga e a sua taxa de transferência (carga e descarga).

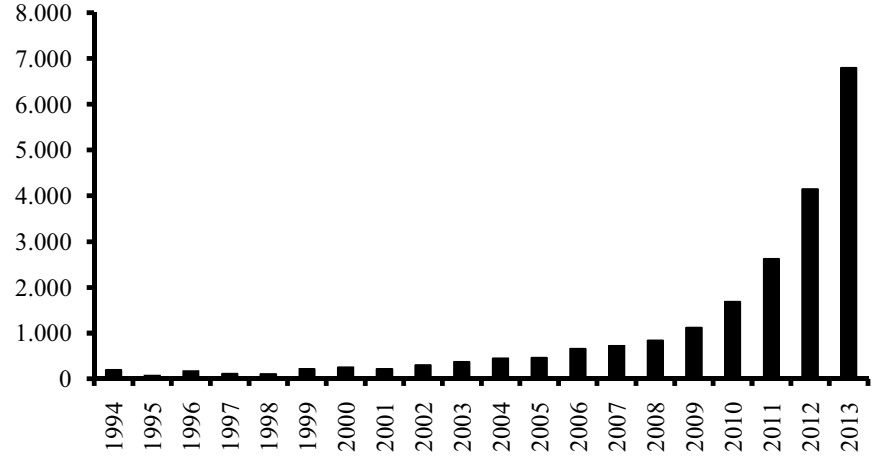
A preocupação com o armazenamento de energia tornou-se uma grande demanda da sociedade moderna e vem impulsionando a comunidade acadêmica internacional em busca de novos materiais, principalmente de nanoestruturas que permitissem melhorar a densidade energética e a alta densidade de potência de energia (LUO, et al., 2013). Neste contexto, o grafeno, uma nanoestrutura, alimenta grandes esperanças de aumentar a eficiência no uso de energia, assim como ser usado em outras aplicações. Além dos usos já mencionados, o grafeno poderá, por exemplo, ser usado para aumentar a velocidade de internet. A ideia é aproveitar a velocidade alcançada pelos elétrons no grafeno. Ele também poderá ser usado no

[167] Ele foi patenteado pela General Eletric, em 1957, e desde então tem sido utilizado numa ampla e crescente gama de aplicações, incluindo guindastes de carga, empilhadeiras, veículos elétricos e utensílios elétricos (WANG, et al., 2009).

processo de dessalinização de água, em que o processo consiste em filtrar a água do mar com um filtro de grafeno. Ademais, o elétron de grafeno é 200 vezes mais veloz que o de silício, isto pode, no futuro, resultar na produção de processadores bem mais potentes, com até 300 Gigahertz (GHz). Em termos econômicos, 1 kg de grafite custa algo como US$ 1 e dele é possível extrair 150 gramas de grafeno, com valor aproximado de US$ 15 mil (MATIAS, 2013).

Decerto, as propriedades físico-químicas, as aplicações promissoras ao grafeno e o seu potencial econômico justificam o aumento do interesse pelo tema. Existe uma corrida em marcha, em termos de PD&I, para descobrir como transformar o grafeno de promissor no presente para uma realidade concreta no futuro.

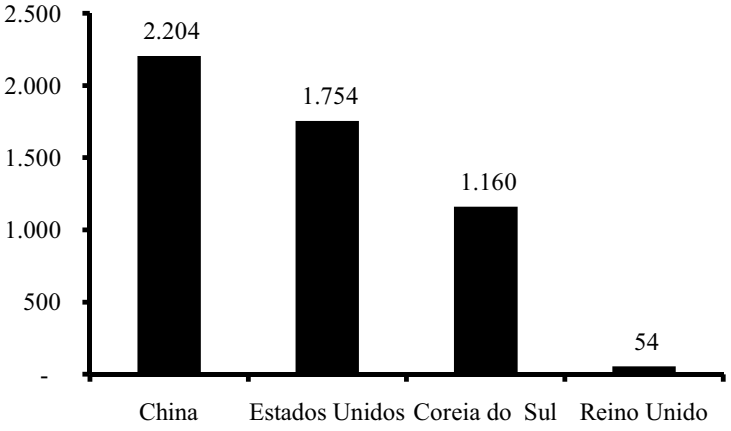
Figura 13 - Trabalhos científicos publicados sobre grafeno: 1994-2013



Fonte: Elaboração própria a partir de ScienceDirect/Elsevier, 2014.

Para termos um parâmetro do interesse sobre o grafeno introduzimos a palavra *graphene* no principal mecanismo de busca da internet da atualidade - Google -, com o seguinte resultado: aproximadamente 4.980.000 informações. Para obtermos um parâmetro acadêmico, replicamos a pesquisa usando como base a plataforma Science Direct - Elsevier, repositório líder em publicação científica *online* nas áreas de Saúde, Ciência e Tecnologia (ver figura 13). Em 1994 e anos anteriores, encontramos 194 trabalhos versando sobre o grafeno. Em 2010, ano do Prêmio Nobel de Física sobre o tema, foram publicados outros 1.686. Em 2013, o interesse aumentou ainda mais, foram publicados 6.800 trabalhos. E, antes mesmo de ter transcorrido 3 meses de 2014, a plataforma já possui outros 3.984 trabalhos sobre grafeno. Ao todo, foram publicados 25.502 trabalhos (periódicos e livros) no período (ver figura 13).

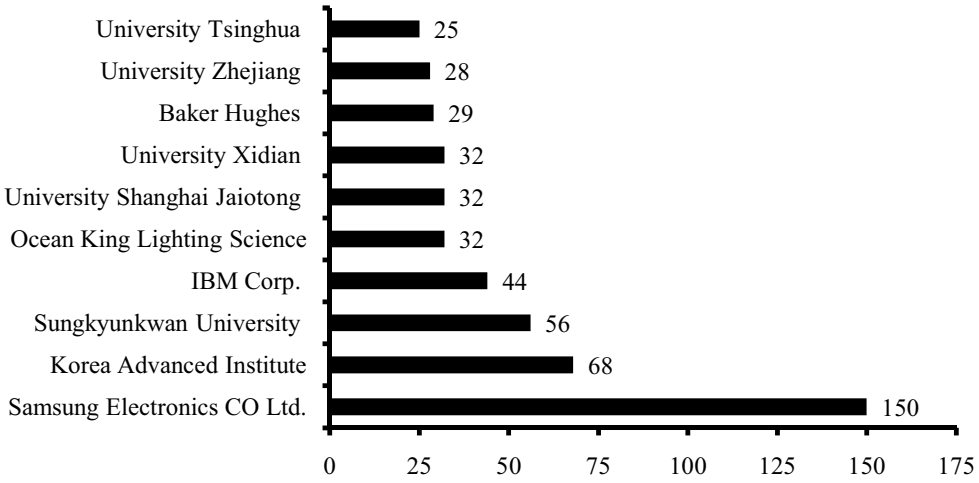
Figura 14 - Número de patentes por país: 2013.



Fonte: Elaboração a partir de SHUKMAN, 2013

A corrida pela tecnologia grafeno também é percebida em termos de patentes depositadas. Em 2013, a China era o país com o maior número de patentes sobre grafeno, 2.204. Ela é seguida pelos Estados Unidos e Coreia do Sul, com 1.754 e 1.160, respectivamente (ver figura 14). O Reino Unido, o pioneiro na pesquisa em grafeno, com apenas 54 patentes foi ultrapassado pelos países rivais.

Figura 15 - *Top* 10 entidades em número de patentes: 2013.



Fonte: Elaboração a partir de GRIDLOGICS TECHNOLOGIES PVT, 2013

Do ponto de vista microeconômico, é possível notar que entidades sul-coreanas dominam as três primeiras posições do *ranking* de patentes em grafeno. A Samsung, com 150 patentes, ocupa o primeiro lugar. Ela é sucedida pelo *Korea Advanced Institute of Science and Technology*[168] também da Coreia do Sul, com 68 patentes e depois pela Sungkyunkwan

[168] Trata-se duma universidade pública criada, em 1971, pelo governo sul-coreano com apoio dos Estados Unidos. Foi o primeiro instituto de pesquisa nacional com orientação à ciência e tecnologia.

University[169] com outras 56 patentes em grafeno (ver figura 15). Entidades norte-americanas ocupam o 4º e 8º lugar no *ranking*. A *International Business Machines Corporation* (IBM) ocupa a quarta posição com 44 patentes em grafeno, e Baker Hughes, uma empresa do setor de petróleo, com outras 28 patentes ocupa o 8º lugar. Por fim, as demais entidades listadas no *top* 10 em número de patentes em grafeno são todas universidades chinesas. Com isto, depreende-se a preponderância da Ásia na corrida por dominar a "promessa" grafeno. Ademais, em sintonia com o propósito desta pesquisa, é possível notar que muitas das entidades listadas entre as *top* 10 são entidades públicas, o que reforça a importância do apoio ao desenvolvimento à atividades inovadoras, principalmente quando estas não conseguem, de imediato, entregar lucro aos seus desenvolvedores.

[169] Trata-se duma universidade privada criada, em 1938, com longa tradição e parceria com a Samsung Eletronics.

4 O BRASIL E AS NOVAS FONTES ENERGÉTICAS: EXISTE UMA JANELA DE OPORTUNIDADES À PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL?

Georg Friedrich List, de modo visionário, mostrou que a articulação entre o Estado, empresas e sociedade é determinante ao desenvolvimento econômico, tornando-se a configuração das sociedades modernas prósperas. Mais tarde, Joseph Schumpeter muito bem percebeu que o motor do crescimento econômico, na economia capitalista, é a inovação. Ela provoca a defasagem tecnológica dos concorrentes em relação às firmas inovadoras, isto garante um poder de monopólio sobre o produto da inovação, assim como mais lucro e acumulação de capital. Bengt-ÅkeLundvall, por sua vez, enxergou que a criação e consolidação do sistema nacional de inovação é um elemento vital à mudança tecnológica, e, portanto, às transformações produtivas duma sociedade. O choque do petróleo nos anos 1970, apesar dos efeitos perversos sobre a economia brasileira, serviu para testar estas ideias no âmbito da política energética. Com o propósito de reduzir a dependência externa de petróleo, o Estado induziu o fortalecimento de instituições já existentes e a criação de novas instituições comprometidas com o desenvolvimento autônomo de soluções tecnológicas para mudar a matriz energética. Isto é comprovado na prática pelo esforço do Estado à criação de novas rotas tecnológicas: prospecção de petróleo *offshore*, veículos bicombustível (gasolina ou etanol), geração de energia hidroelétrica e sua transmissão em grande escala e a energia nuclear. Por isto, na primeira seção deste capítulo revisitaremos a crise do petróleo e a estratégia de política industrial, por meio do II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), como um arranjo institucional para aumentar a produção de energia, seja com as fontes existentes ou por novas fontes.

4.1 Governos militares, choques do petróleo e a política energética brasileira

Os países portadores de dependência importadora congênita - petróleo e tecnologia - foram os mais afetados pela reorganização do sistema econômico internacional a partir dos anos 1970. Eles, por um lado, foram os maiores prejudicados com a estratégia dos países árabes exportadores de petróleo de restringir suas exportações para aumentar os preços do petróleo no mercado internacional - transferência forçada de recursos financeiros dos países consumidores aos produtores. Por outro lado, eles também foram afetados pela reação dos

países industrializados à crise do petróleo, que foi transmitida principalmente pelo aumento dos preços dos produtos industrializados e aumento das taxas de juros. Isto levou os países dependentes de tecnologia e devedores no mercado internacional a transferir recursos aos países credores e detentores de tecnologia (VIDAL, 1987).

Visto desta perspectiva, a crise do petróleo forçou o mundo a repensar a política energética, com ênfase na redução da dependência do petróleo e na demanda externa de energia. No Brasil, o evento não foi diferente e serviu para reorientar a política econômica do governo militar, principalmente no tocante a política industrial à questão energética. No poder desde o golpe de 1964, sua política econômica desde então (período 1964-1974) mirou à estabilização financeira e as reformas econômicas e administrativas, bem como, a retomada do desenvolvimento econômico apoiada em poupança interna (LEITE, 2007). Dito isto, não é, ao nosso juízo, possível compreender a reorientação na política energética do governo militar sem considerar o choque do petróleo, de 1973, e, posteriormente, suas implicações sobre a economia brasileira, sendo importante nesta fase da pesquisa explicar sua origem.

A crise do petróleo foi detonada por eventos independentes. O primeiro é de natureza geopolítica, trata-se da guerra do *Yom Kippur* (dia do Perdão) entre países árabes, liderados por Síria e Egito contra Israel durante outubro de 1973. Em resposta, no dia 21 do mesmo mês, em reunião no Kuwait, os países árabes membros da OPEP, como forma de retaliação ao ocidente pelo apoio a Israel, decidiram reduzir a oferta de petróleo ao ocidente[170]. A medida produziu uma contração na oferta de petróleo com desdobramentos imediatos sobre o preço de petróleo no mercado internacional (FURTADO, 2000).

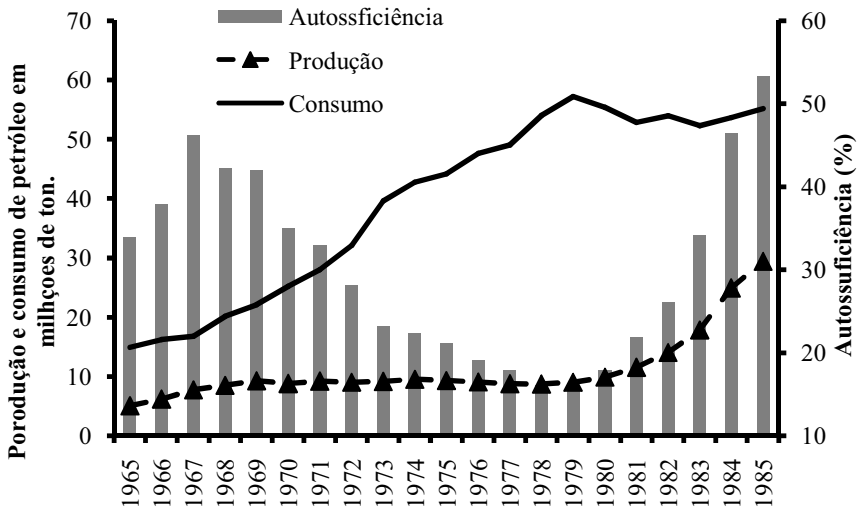
O outro evento é de natureza puramente econômica. O fim do Acordo de Bretton Woods (ABW) levou ao agravamento da situação fiscal norte-americana e do aumento da emissão de moeda para financiar o seu déficit público. A Guerra do Vietnã, período 1965-1973, elevou os gastos militares e o déficit fiscal do país, os obrigando a emitir dólares para financiá-lo o que arranhou a credibilidade do padrão ouro-dólar no mercado financeiro internacional. Com isto, diversos países que mantinham reservas internacionais em dólares, diante duma provável desvalorização do dólar, iniciaram uma corrida para substituir seus dólares por ouro. Como uma profecia autorrealizável, as reservas de ouro do *Fort Knox* foram esvaziando-se, e, diante da impossibilidade da manutenção desse padrão, os Estados Unidos,

[170] Do ponto de vista da organização econômica de mercado, os países da OPEP, por ocasião do primeiro choque do petróleo, eram responsáveis pela metade da produção mundial de petróleo, em 1985, a proporção havia atingido 70%. Eles, com tamanho grau de controle sobre a oferta de petróleo, possuíam uma forte poder de barganha sobre o mercado de petróleo, com grande capacidade de determinar o comportamento dos preços do petróleo (PINTO JR, 2007).

em 1971[171], viram-se obrigados a suspender a conversibilidade do dólar em ouro, pondo fim ao padrão monetário (CHENAIS, 1996). Ainda durante um conturbado período de tempo eles tentaram manter um regime de câmbio fixo, mas, os seguidos ataques especulativos, provocaram a desvalorização cambial. Assim, a partir de abril de 1973, as taxas de câmbio passaram a flutuar livremente.

Com a desvalorização cambial do dólar norte-americano os países membros da OPEP passaram a enfrentar problemas na balança comercial. Por um lado, o petróleo era praticamente o único produto exportável à zona de influência do dólar, e, por outro, os países da OPEP tinham uma grande dependência da importação de produtos desse mesmo mercado, especialmente alimentos (FURTADO, 2000). Deste modo, a elevação nos preços do petróleo seria muito útil aos países da OPEP para recompor as perdas com a desvalorização do dólar.

Figura 16 - Produção e consumo de petróleo no Brasil, 1965-1985



Fonte: BRITISH PETROLEUM, 2014. Elaboração própria.

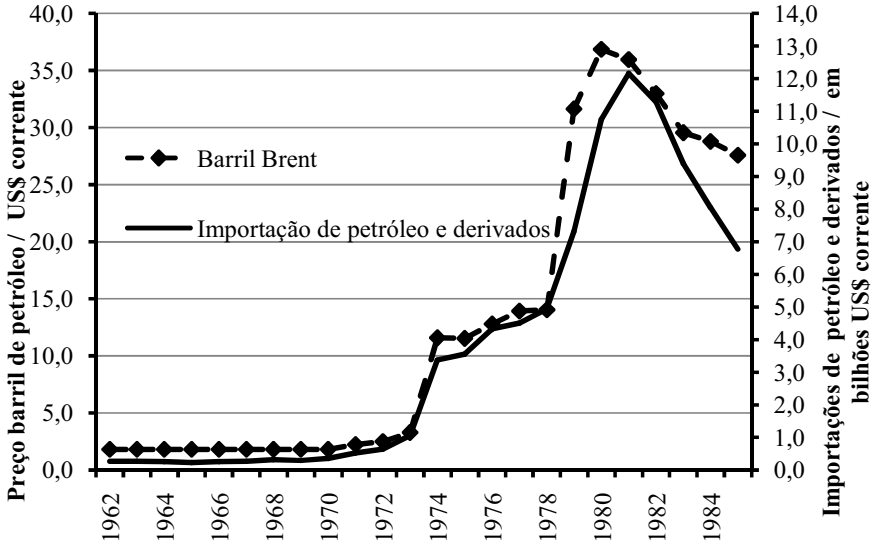
Sob o ponto de vista da economia brasileira, o choque do petróleo atingiu o país pela vulnerabilidade externa (ver figura 16). País com amplo histórico de crises econômicas detonadas por problemas de liquidez no balanço de pagamentos, a dependência externa de petróleo e o choque de preços do petróleo empurraria o país à crise. A fim de evidenciar a dependência brasileira por petróleo durante o choque usaremos os dados da produção e do

[171] O governo Nixon unilateralmente suspendeu, em agosto de 1971, a conversibilidade do dólar ao ouro. Na prática, os EUA não mais se obrigavam o comprar e vender ouro pela cotação de US$ 35 por onça *troy*, conforme acordado pelo ABW. Em dezembro do mesmo ano, numa postura mais flexível, eles ofereceram uma saída à anarquia monetária internacional ao proporem o Acordo Smithsoniano, que o presidente Nixon chamou de "mais importante acordo monetário da história" do mundo, que permitiria a mudança consensuada na paridade das principais moedas internacionais. Os países continuariam mantendo as taxas de câmbio fixas, mas sem lastreá-las ao ouro ou qualquer outra moeda internacional para garanti-la. Ademais, os EUA desvalorizaram sua moeda, passando a pagar US$ 38 por onça troy. (EICHENGRENN, 2000, p. 180).

consumo da *commodity,* 1965-1985. Assim, por exemplo, em 1965, o Brasil consumia 14,8 milhões de toneladas de petróleo, mas produzia apenas 5,08 ou 1/3 de sua necessidade anual. Entretanto, a falta de sintonia entre o ritmo de crescimento da demanda - mais forte - e do consumo - mais fraco - levou ao agravamento da situação. Em 1973, a produção interna representava apenas 23% de seu consumo. Ainda na mesma década, em 1979, o país alcançaria o pico da dependência externa, com sua produção atendendo apenas 15% do consumo de petróleo. Apenas para corroborar com este raciocínio, entre 1965-1979, a produção e o consumo de petróleo no Brasil aumentaram em 78% e 284%, respectivamente, evidenciando a gravidade da situação.

O preço do petróleo até o choque do petróleo manteve-se estável. Entre 1962 e 1973, o preço do barril (*brent*) de petróleo foi de US$ 2,01, na média do período. Em 1974, o preço do barril de petróleo saltou para US$ 11,58, e chegando a US$ 36,83 em 1980 (durante o segundo choque do petróleo). O Brasil, à época, altamente dependente da importação de petróleo, foi fortemente afetado pelo canal de preços da *commodity* no mercado internacional (ver figura 17).

Figura 17 - Relação preço e valor das importações brasileiras de petróleo, período 1962-1985.



Fonte: BRITISH PETROLEUM, 2014; UN CONTRADE, 2014. Elaboração própria.

Para mostrar estatisticamente a relação entre a elevação do preço do petróleo e do valor das importações brasileiras da *commodity*, ambos em dólares e a preço corrente, empregamos a regressão linear simples das duas variáveis. A variável independente (X) da análise é o preço do barril de petróleo e a variável dependente (Y) é o valor das importações. O resultado da análise entre as duas variáveis apresentou um coeficiente de determinação (R^2) = 0,967,

que indica que 96% da variação nas importações de petróleo, em termos monetários, pode ser explicada pelo aumento em seu preço. A fim de medir a intensidade das duas variáveis, usamos a correlação de Pearson (R) e o resultado encontrado foi R = 0,9834, o qual mostra uma forte correlação entre elas. Em termos absolutos (ver figura 18), vê-se que o comportamento do valor das importações período 1965-1973, foi bem comportado, registrando um valor médio anual de US$ 392 milhões. Em 1974, já sob o pleno efeito do choque do petróleo, as importações saltaram para US$ 3,3 bilhões. Com ligação estreita, o valor das importações brasileiras seguiu crescendo em sintonia com o aumento de preços no mercado internacional da *commodity*.

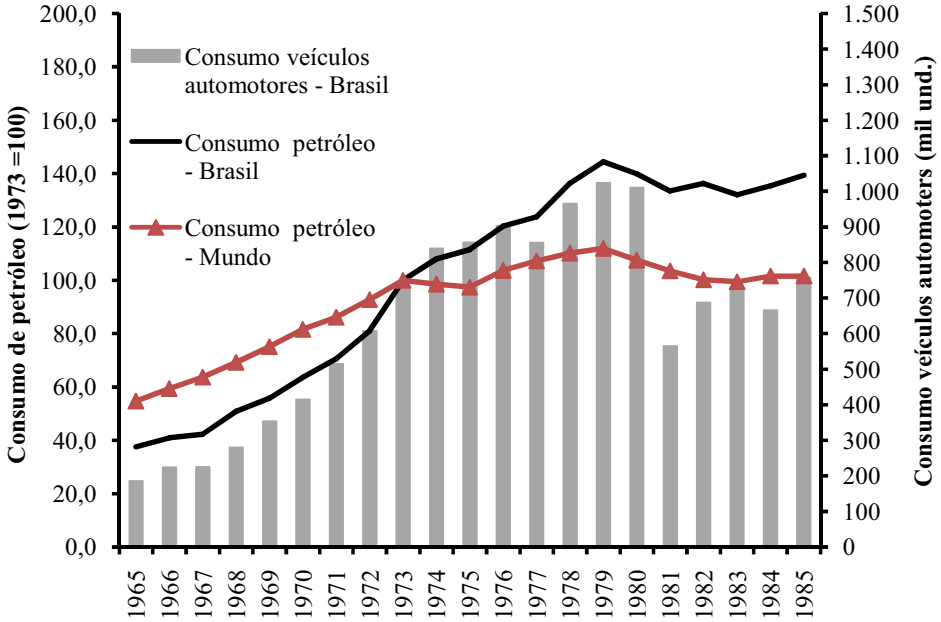
Frente ao exposto, qual seria o mote da política econômica ao enfrentamento da crise do petróleo? As posições sobre o período não são consensuais, prevalecendo ao menos três correntes interpretativas: (i) evasão ao ajustamento[172]- sabedoria convencional; (ii) ajustamento estrutural; e (iii) fracasso do ajustamento estrutural. É claro que o julgamento *ex post facto* é uma situação muito confortável e com muito menor probabilidade de erro. Na concepção estruturalista, a resposta brasileira à crise foi ousada, ela, ao invés de prender-se aos dogmas ortodoxos e conter a demanda agregada, preferiu usar a política industrial para eliminar o atraso nos setores de bens de capital e insumos básicos. Em última instância, as medidas econômicas de reação à crise tinham o propósito de superar a crise e o próprio subdesenvolvimento econômico do país. Dito de outro modo, as ações capitaneadas pelo governo Geisel procuraram guiar a industrialização rumo às indústrias intensivas em capital e tecnologia, assim como adensar o parque industrial brasileiro e lhe dotar de capacidade de competição internacional (CARNEIRO, 2002).

Como indicador de que o governo Geisel refutou a sabedoria convencional sobre a crise, comparamos a evolução do consumo de petróleo do Brasil e do mundo, período 1965-1985 (ver figura 18). Primeiro, vê-se que, ignorando a crise, o consumo de petróleo brasileiro continuou subindo enquanto o consumo mundial estacionou. Entre 1973 e 1979, o consumo de petróleo brasileiro aumentou 44% enquanto o consumo mundial aumentou 11%. Como mostrado anteriormente, em 1973, o Brasil importava quase 80% do petróleo que consumia.

[172] Segundo a primeira corrente de pensamento, ao adiar o ajuste macroeconômico, a economia brasileira tornou-se mais vulnerável a novos choques externos. Pedro Malan e Regis Bonelli, defensores desta tese, argumentaram que neste período "a economia pôde crescer o que cresceu - isto é, a taxas próximas à sua tendência histórica - porque retardou no tempo os custos do ajuste à situação internacional após a primeira crise do petróleo, o que só foi possível devido ao recurso ampliado ao endividamento externo." (MALAN; BONELLI, p. 12, 1983). Porém, o esforço para manter o crescimento teve seu preço: agravamento do balanço de pagamentos brasileiro, tanto pela elevação nos preços do petróleo e a deterioração dos termos de troca - afetando a balança comercial brasileira, como pela elevação das taxas de juros no mercado internacional e o aumento dos encargos da dívida externa - afetando a balança de serviços, e, portanto, a conta de transações correntes.

Nesta circunstância, a sustentação do ritmo de crescimento do consumo de petróleo num contexto de instabilidade de abastecimento e de aumento de preços mostrou-se ousada.

Figura 18 - Consumo de petróleo no Brasil e no mundo e consumo de veículos automotores no Brasil, período 1965-1985.



Fonte: BRITISH PETROLEUM, 2014; ANFAVEA, 2014. Elaboração própria.

Ademais, ao se incorporar o consumo de veículos automotores pelo país na análise gráfica, vê-se uma ligação estreita entre a evolução no consumo de petróleo e de veículos automotores, que mostra a ligação no processo de crescimento econômico com o setor de transportes. E, para evidenciar a intensidade da relação entre as duas variáveis, usamos a regressão simples. Entre 1965 e 1980, o coeficiente de determinação (R^2) foi 0,9857, isto é, mais de 98% na variação no consumo de petróleo pode ser explicado pela variação no consumo de veículos automotores. Entretanto, esta relação de dependência se enfraquece a partir de 1981, tanto assim que o coeficiente de determinação (R^2), período 1965-1985, caiu para 0,7853. Isto mostra que o uso de veículos automotores podia explicar apenas 78% do consumo de petróleo, indicando a existência de um ou mais vetores sobre o consumo de petróleo.

4.1.1 II PND e a racionalidade da estratégia de industrialização em "marcha forçada[173]"

Mesmo com o cenário internacional desfavorável, o governo Geisel priorizou concluir o processo de substituição de importação (PSI), com foco nos setores de atividade mais sofisticados que a produção doméstica ainda não havia alcançado. Por isto, em 10 de setembro de 1974, o governo Geisel enviou ao Congresso Nacional o II PND, que tornou-se a lei n.º 6.151, em 04 de dezembro do mesmo ano. De modo concreto, o II PND foi uma resposta do governo brasileiro à crise internacional (GREMAUD; PIRES, 1999).

Do ponto de vista microeconômico, o II PND foi concebido para enfrentar problemas de desequilíbrios intersetoriais herdados do "milagre econômico" brasileiro (1967-1973). O desempenho do crescimento econômico dos setores (econômicos) no período referido não foi homogêneo, a produção agrícola cresceu abaixo do setor industrial. O desequilíbrio também ocorreu entre setores industriais, pois, entre 1967 e 1973, a indústria de bens de consumo duráveis cresceu a uma taxa média anual de 23,6%, enquanto as indústrias de bens de capital e de bens intermediários, no mesmo período, cresceram a uma taxa média anual de 18,1%. Já do ponto de vista macroeconômico, o desequilíbrio das contas externas já se tornara evidente. Durante o "milagre econômico" as exportações brasileiras tiveram um expressivo incremento, porém não o suficiente para deixar de ser deficitária. Com a nova conjuntura internacional (choque do petróleo), a demanda externa pelas exportações arrefeceu, deteriorando o balanço de pagamentos do país (GREMAUD; PIRES, 1999).

A racionalidade da escolha pelo ajustamento estrutural decorria da interpretação de que o choque do petróleo era temporário, além disto, o governo poderia contar com a liquidez abundante de recursos no mercado financeiro internacional. Liquidez esta oriunda dos "petrodólares" reciclados pelos bancos europeus e emprestados aos países em desenvolvimento. Com isto, o Estado, em parceira com o setor privado (doméstico e estrangeiro), engajou-se num profundo programa de investimentos em setores cuja economia brasileira dependia de importações: bens de capital, bens intermediários e energia (VILLELA, 2011).

Dos anos cinquenta ao choque do petróleo, o crescimento da economia brasileira vinha sendo puxado pela indústria de bens de consumo duráveis. Porém, o II PND reorientou a matriz do crescimento para os setores de bens de capital e insumos básicos, que passaram a

[173] Ideia força originalmente forjada por Antônio Barros de Castro e Francisco Eduardo Pires no livro A Economia Brasileira em marcha forçada, com a qual procuraram enfatizar o esforço do governo brasileiro em meio a uma profunda crise internacional, a fim de transformar a estrutura industrial brasileira.

merecer maior atenção governamental. A opção pelo financiamento externo em meio a crise econômica internacional foi fruto da compreensão que era necessário transformar a estrutura produtiva brasileira e sua forma de inserção internacional. A forma como ela se relacionava com o exterior tinha uma alta dose de racionalidade (CASTRO; PIRES, 2004). Antônio Barros de Castro e Francisco Eduardo Pires oferecem uma excelente radiografia do cenário que envolve a adoção e a própria racionalidade do II PND.

> A drástica deterioração dos termos de intercâmbio ocorrida em 1974 deixava a economia em situação verdadeiramente crítica. Aquilo que a economia tinha a oferecer ao mundo não mais seria capaz de comprar o indispensável ao seu funcionamento, e, claro, ao seu crescimento [...] Diante de problemas desta magnitude de nada serviria travar a economia e/ou reorientar o gasto interno. Mas precisamente, o mero desaquecimento da economia, e/ou a atividade de certos ramos e a retração de outros, deixaria intacta uma estrutura econômica desbalanceada e vulnerável [...]. Caso se permitisse que a "safra do milagre" sofresse grandes baixas, seria detonado um movimento de reversão conjuntural que não seria fácil de conter. Em tal caso, estaria comprometido o estado de ânimo dos capitalistas, tornando-se praticamente impossível obter a sua adesão ao lançamento de uma nova safra de investimentos. [...] o lançamento de um novo bloco de investimentos - 'safra 1974' - seria factível evitar o desencadeamento de um processo cumulativo de retração. [...] percebe-se que o bloco de investimentos anunciados pelo II PND, destinado a 'substituir importações, e, se possível, abrir novas frentes de exportação, teria em princípio por efeito: sustentar a conjuntura impedindo uma descontinuidade de consequências imprevisíveis; assegurar o espaço necessário à absorção do surto anterior de investimentos; e, claro, modificar, a longo prazo, estrutura produtiva. (CASTRO; PIRES, 2004, p. 35-6-7).

Então, como a estrutura industrial[174] do país encontrava-se atrasada nos setores de bens de capital e insumos básicos, o II PND procurou usar a política industrial para desenvolver internamente os setores de bens de capital, eletrônica pesada e os setores de insumos básicos por meio da substituição de importações, e, se possível, também exportá-los para aliviar o balanço de pagamentos. A prioridade dada a estes setores representou o esforço de conclusão da industrialização pesada, bem como a tentativa de consolidar um novo padrão de industrialização. Na perspectiva neoschumpeteriana, a estratégia industrial perseguida pelo II PND tinha o propósito de mudar a trajetória tecnológica da economia brasileira. Ela buscou desenvolver novos setores industriais mais sofisticados e promover o maior adensamento das cadeias industriais. Ademais, ele, II PND, ao procurar ajustar a estrutura econômica diante da crise energética, marcou o auge do planejamento estatal brasileiro; em outras palavras

[174] Do ponto do efeito multiplicador do II PND, a inversão nos setores de bens intermediários, energia e transportes induziriam a demanda derivada para o setor de bens capital, de modo que o ciclo de investimentos previstos pelo Plano marca o auge do planejamento estatal brasileiro, assim como a pretensão dos formuladores do plano de promover uma mudança estrutural na economia brasileira.

procurou “cobrir a área de fronteira entre o subdesenvolvimento e o desenvolvimento”. (BRASIL, 1974, p. 3). Na prática, a estratégia do II PND tinha o objetivo explicito de transformar as potencialidades da nação brasileira, possibilitando seu salto para o rol dos restritos países desenvolvidos (LESSA, 1998).

O Plano também previa o fortalecimento progressivo do capital privado nacional, de forma a reequilibrar o tripé (Estado, capital privado nacional e estrangeiro) e torná-lo hegemônico no futuro. Deste modo, no tocante ao controle do capital, o II PND almejava “assegurar à empresa nacional (privada) importante papel na estrutura industrial moderna e poderosa, que se deseja consolidar, no País.” (BRASIL, 1974, p. 22).

Não menos importante, o Plano também se preocupou com a questão energética, principalmente com a redução da vulnerabilidade econômica decorrente da dependência do petróleo. “A política de Energia, num País que importa mais de dois terços do petróleo consumido (respondendo este por 48% da energia utilizada), passa a ser peça decisiva da estratégia nacional”. Para tanto, o Plano previu o aumento na prospecção de petróleo, intensificação do desenvolvimento da tecnologia xisto. Ademais, com intuito de reduzir a dependência por petróleo, principalmente em transportes, para tanto, o Plano previu: (i) não subsidiar a gasolina para desincentivar o consumo; (ii) criação de sistema de transporte de massa; (iii) eletrificação de ferrovias; (iv) adição de álcool na gasolina; e (v) redução de desperdícios. (BRASIL, 1974, p. 5).

Ainda sob a área de influência da política energética, o II PND foi pensado como elemento estratégico para alterar o perfil das exportações brasileiras. A ideia era que os investimentos em hidroeletricidade, tendo em vista as vantagens comparativas em recursos hídricos do país, resultassem no aumento do poder de competição internacional de indústrias intensivas em eletricidade, como, por exemplo, a indústria de alumínio. Vê-se, deste modo, que o Plano previa o uso da hidroeletricidade, e, claro, da política energética como diferencial competitivo para setores específicos da indústria brasileira. Ademais, mirando o futuro, o II PND previa, em sintonia à tendência mundial, destinar investimentos em pesquisa sobre novas fontes de energia, especialmente hidrogênio e energia solar (BRASIL, 1974).

4.1.1.1 II PND e a impulsão à prospecção de petróleo *offshore*

O choque do petróleo colocou a Petrobrás na berlinda. A combinação entre forte dependência externa (mais de 2/3) e aumento dos preços de petróleo no mercado internacional

iria aumentar responsabilidade da estatal no tocante a produção de petróleo. Com a crise, os investimentos da companhia em águas marítimas se elevaram, e, ao término de 1974, a primeira descoberta de peso aconteceu no campo de Garoupa na Bacia de Campos. Em 1975, a produção petróleo em terra já era declinante, com as esperanças da autossuficiência passando a vir do mar. Do ponto de vista técnico, a pressão sobre a balança comercial e as contas externas desafiava a engenharia da companhia a aumentar a produção, para tanto, o treinamento de técnicos da Petrobras, no Brasil e no exterior, intensificou-se. Com isto, não tardou para prospecção de petróleo em águas cada vez mais profundas (LUCCHESI, 1998).

Em 1975 a descoberta do Campo de Namorado[175], também localizado na Bacia de Campos, foi a primeira plataforma continental gigante a contribuir para impulsionar a celebração de contratos de riscos com a iniciativa privada. Em 1976, a Petrobras firmou contrato de risco com empresas estrangeiras, tais como, Shell, Exxon, Texaco, BP, ELF, Total, entre outras, e companhias brasileiras como a Azevedo Travassos, Camargo Corrêa[176], entre outras. Em 1984, um ano antes do prazo, a Petrobras conseguir cumprir a meta de produção de 500 mil barris por dia em águas profundas. Ademais, entre 1975-1984, a Petrobras perfurou[177] 1635 poços, sendo 885 em terra e 750 no mar. Neste mesmo período, a Petrobras investiu US$ 42,6 bilhões na exploração e desenvolvimento da produção de petróleo, e, em decorrência de tais investimentos, foram descobertas 148 acumulações de óleo e gás, sendo 98 em terra e 50 no mar (LUCCHESI, 1998).

O choque de petróleo provocou uma reorientação na postura da Petrobrás (ver figura 19). Por exemplo, entre 1970-1973 o investimento da companhia somou US$ 2,2 bilhões, em 1974 ele foi de US$ 914 milhões, ou 40% do valor investido no período mencionado e a partir de 1975 ele nunca foi inferior a US$ 1 bilhão, sendo 1984 o auge da inversão no período: US$ 3,1 bilhões. Em contrapartida, as novas descobertas não tardaram. Entre 1970-1975 as novas descobertas de petróleo foram de, na média, 23 milhões de barris por ano. No período restante, a descoberta de petróleo foi na ordem de 186 milhões de barris em média por ano. Deste modo, o "primeiro choque dos preços do petróleo deu o empurrão que faltava para que

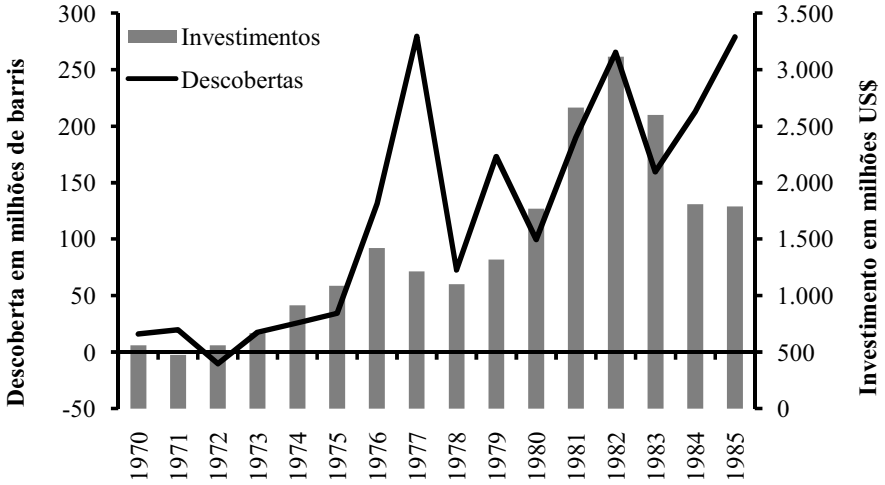
[175] Em De Estado Servil a Nação Soberana: Civilização solidária dos trópicos, José Walter Bautista Vidal mostrou que, desde o período 1963/67, quando ele coordenava na Universidade Federal da Bahia um grupo de 57 especialistas em geofísica para a Petrobras, já se eram conhecidas as estruturas geológicas do petróleo *offshore* na bacia de Campos, costa do Sergipe e domos de sal no sul da Bahia. Os resultados da descoberta de petróleo é, em grande parte, resultado do esforço de levantamento físico feito por este grupo (VIDAL, 1987).

[176] A Petrobras também firmou acordo com o Consórcio IPT/Cesp (Paulipetro), estatal do governo de São Paulo, para atuar na área de exploração de petróleo sob o regime de contrato de risco (LUCCHESI, 1998).

[177] Por intermédio de contratos de risco, no período 1975-1984, as demais empresas perfuraram 115 poços, sendo 51 poços em terra e 64 no mar (LUCCHESI, 1998).

a empresa ousasse enfrentar o risco do mar" (LEITE, 2007, p. 2010), e os investimentos resultando em novas descobertas de petróleo.

Figura 19 - Relação investimentos e descobertas de petróleo no Brasil, período 1965-1970.



Fonte: Leite, p. 584-585, 2007. Elaboração própria

O processo de aprendizado à prospecção petrolífera em plataforma continental (*offshore*) exigiu um grande esforço da Petrobras, e, como consequência, ela tornou-se uma importante empresa petrolífera no cenário internacional. A descoberta e a prospecção de petróleo em águas marinhas iriam, no futuro, ser determinantes à transição da dependência a autossuficiência em petróleo no Brasil. Mas como isto liga à política industrial?

Do ponto de vista da mudança tecnológica, a Petrobras, no início de suas operações, era altamente dependente de importação de materiais, equipamentos e serviços técnicos. Contudo, visando reduzir a dependência de insumos importados, a empresa desencadeou uma política pioneira e bem sucedida de capacitação e qualificação de fornecedores locais. Ela pode ser considerada a primeira estatal brasileira a usar a política de compras direcionada ao mercado doméstico, passando a incentivar o fortalecimento da produção doméstica de materiais e equipamentos e o desenvolvimento da competência em projetos, engenharia e tecnologia. Contribui ao comportamento de vanguarda do setor petróleo a "geologia rebelde" do país. A escassez de fontes de petróleo em terra empurrou a companhia a uma nova fronteira de prospecção: petróleo *offshore*.

> O desafio tecnológico, porém, logo se mostrou intenso. As maiores reservas de petróleo e gás do Brasil encontravam-se sob o Oceano Atlântico, na costa brasileira. Não havendo, no mundo, tecnologia adaptada para tais especificidades, a Petrobras precisou desenvolvê-la por conta própria. Esse imenso entrave tecnológico, aliado à necessidade urgente de contornar o problema da escassez da commodity, através da conquista da

> autossuficiência, foram os principais elementos motivadores do esforço nacional para dar o salto tecnológico necessário. (LIMA; SILVA, 2012, p. 99).

Em 1974, como já comentado, a Petrobras descobriu petróleo no campo de Garoupa, bacia de Campos, a uma profundidade de 120 metros. Nos anos 1980 a empresa descobriu petróleo a uma profundidade superior a 400 metros, deixando o sonho da autossuficiência em petróleo bem mais próximo e contribuiu muito para isto o fato do Estado ter consolidado o centro de pesquisa e desenvolvimento da empresa. Em 1975, já sob nova sede, o centro de pesquisas da Petrobras foi rebatizado de Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguêz de Melo (CENPES). No ano seguinte ele encampou toda atividade de pesquisa básica dispersa pela companhia. O Centro foi criado com o propósito de suprir a carência da Petrobras e do país em tecnologia petrolífera. Por intermédio dele, a estatal conseguiu formar um corpo técnico - engenheiros, geólogos, físicos, químicos - altamente qualificados para o desenvolvimento próprio de soluções tecnológicas em petróleo. Além disto, ele também contribuiu para estabelecer parcerias com fornecedores de bens e serviços para o desenvolvimento de tecnologias na indústria petroleira - produção, refino e distribuição. Os principais resultados concretos da atuação do CENPES foram: (i) formação de quadro técnico qualificado em petróleo e gás pela Universidade Petrobras; (ii) celebração de parcerias com centros internacionais[178] de referência em pesquisa no setor; e (iii) aproximação e desenvolvimento conjunto de pesquisas, no Brasil, principalmente com universidades (LIMA; SILVA, 2012).

Isto certamente colaborou para a companhia assumir o desafio de explorar petróleo em águas profundas, que demandou pesado esforço em inovação tecnológica para prospecção, desenvolvimento e produção de petróleo *offshore*. Dito de outro modo, na primeira metade dos anos 1980, a Petrobras desenvolveu sua aprendizagem tecnológica na produção de petróleo por meio do desempacotamento tecnológico (SILVA; 2009).

> Em meados da década de 1980, quando o Brasil ainda importava praticamente a metade do petróleo consumido, ocorre a descoberta de grandes reservatórios localizados em águas profundas (mais de 400 metros de lâmina d'água) que viabilizavam a autossuficiência. Porém, a tecnologia para produzir a tais profundidades não estava disponível internacionalmente. Naquele momento se consolida o projeto de alcançar simultaneamente as

[178] Por exemplo, Instituto Francês de Petróleo, Association pour Le Dévéloppement de l'Étude des Ressources et Materiaux Mineraux (ADERM) e o Centre Nationale de Recherche Scientifique (França); Institutos Oceanográficos Woodshole e Lamont Doherty, Universidades de Houston e de Tulsa, além do Chevron Oil Field Research Company e do N. W. Kellogg (Estados Unidos); Det Norske Veritas - DNV (Noruega); The Welding Institute (Inglaterra) e o Federal Institute for Geosciencesand Natural Resources (Alemanha) (LIMA; SILVA, 2012).

> metas da auto-suficiência [*sic*] com o de autonomia e até mesmo liderança tecnológica. O Procap (Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração em Águas Profundas) traduz esse novo estágio da estratégia nacionalista. (FURTADO; FREITAS, 2004, p. 58-9).

Deste modo, vê-se que, pela perspectiva neoschumpeteriana, o choque do petróleo, apesar dos problemas econômicos gerados, contribuiu para impulsionar a rota tecnológica de petróleo *offshore*, e a Petrobras, por meio do emprego da política industrial, tornou-se líder na tecnologia de prospecção de petróleo em águas profundas: 5.000 a 7.000 metros. O feito é resultado da experiência acumulada ao longo de décadas, que confere um posicionamento estratégico ao país num contexto de crescimento da demanda por energia. O pré-sal viabilizou a construção de um sistema nacional de inovação composto pela empresa em colaboração com universidades e centros de pesquisas, bem como estimulou a demanda por sondas de perfuração, plataformas de produção, navios, submarinos, que movimenta uma extensa cadeia produtiva.

4.1.1.2 II PND e o Programa Nacional de Álcool (Proálcool)

O II PND, mirando o futuro, previu a necessidade do desenvolvimento de novas fontes de energia. Mas, de uma perspectiva histórica, o uso de etanol no Brasil como substituto do petróleo deu-se antes deste evento. Em 1931, o colapso do mercado internacional de açúcar, em decorrência da crise de 1929, levou o governo Vargas a baixar um decreto para estimular o setor açucareiro, que determinava que o etanol fosse adicionado na gasolina na proporção mínima de 5%. Em sintonia com tal propósito, em 1933, Vargas criou o Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA), com o propósito de modernizar as usinas, incentivar o aumento da produtividade e desenvolver pesquisas com a cana-de-açúcar (MAIA, 2009).

Do ponto de vista político, a expansão na produção de etanol[179], em grande medida, foi condicionada pelo emprego de políticas públicas, seja para estabilizar o preço do açúcar ou para responder as crises de energia em períodos de guerras. O IAA, por exemplo, funcionava como uma agência reguladora que controlava os preços e as quotas fixadas de açúcar e etanol. Deste modo, o etanol foi um importante substituto ao petróleo, principalmente durante a Primeira e a Segunda Guerra quando a gasolina importada era escassa. Como prova disto, em 1941, a produção de etanol alcançou 650 milhões de litros, volume de produção que só voltaria a ocorrer em 1976. Assim, a indústria, que historicamente fora amparada por políticas públicas,

[179] O termo álcool etílico hidratado combustível ou etanol hidratado combustível são sinônimos.

encontrava-se estruturada e bem posicionada para atuar como substituto do petróleo após a crise do mesmo (MEYER et al., 2012).

Em decorrência do choque do petróleo, o governo Geisel institui, em 1975, o Proálcool, com o propósito de aumentar a produção nacional de etanol como substituto ao petróleo. Entretanto, na decisão de criação, pesou mais o interesse por salvar o setor agroindustrial canavieiro que padecia de excesso de capacidade ociosa, do que uma solução a crise energética. Como estímulo, pelo lado da oferta, o programa oferecia taxas de juros subsidiadas e correção monetária muito abaixo da inflação. Já pelo lado da demanda, o determinou a adição de etanol anidro à gasolina na proporção de até 20%, em consequência, a produção de etanol cresceu rapidamente, principalmente em São Paulo que respondia por 2/3 da produção nacional. A eclosão do segundo choque do petróleo, em 1979, levou a ampliação do Proálcool e os instrumentos foram os incentivos fiscais às destilarias de etanol e a mudança nos preços do açúcar e etanol, aumentando o retorno do último. O propósito da medida era a expansão da oferta e a garantia do abastecimento do combustível (MARTINS, 2010).

Tabela 25 - Brasil: Formação bruta de Capital Fixo (FBKF) e Investimentos totais no Proálcool, período 1976-1989, em milhões US$.

ANO	FBKF/BRASIL	PROÁLCOOL	(%)
1976	45.825	114	0,25
1977	45.288	378	0,83
1978	47.438	283	0,60
1979	49.282	245	0,50
1980	53.802	884	1,64
1981	47.160	1.636	3,47
1982	44.218	887	2,01
1983	37.016	868	2,34
1984	37.088	1.131	3,05
1985	41.617	154	0,37
1986	50.874	85	0,17
1987	50.675	313	0,62
1988	48.449	68	0,14
1989	41.200*	47*	0,11

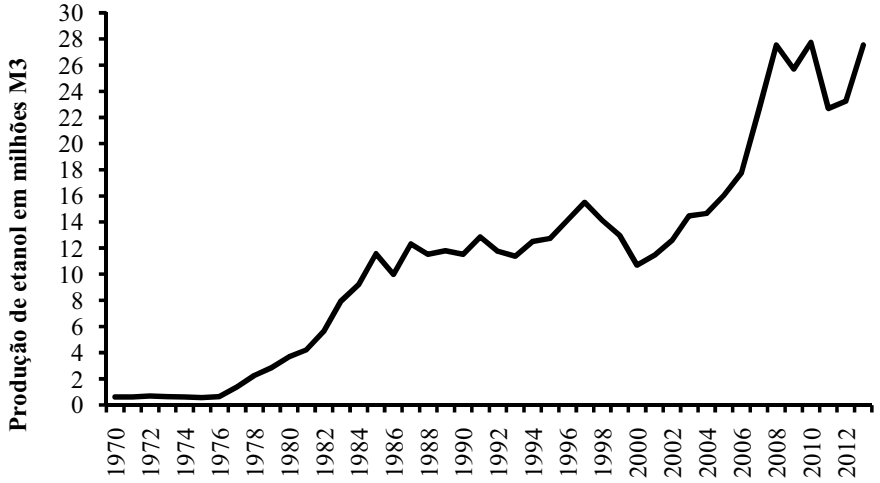
Fonte: Cavalcanti, 1992,p. 8.
*Estimativa

Em termos monetários, a destinação de recursos para investimentos ao Proálcool foi mais significativa nos primeiros anos da década de 1980. Por exemplo, em 1976, foram investidos US 114 milhões no programa ou 0,25% da formação bruta de capital fixa do país - FBKF (ver tabela 25). Em 1981, maior desembolso do período, a proporção foi de 3,47% da FBKF, com investimentos no setor chegando a US$ 1.6 bilhões. Nos três próximos anos, os investimentos foram ainda significativos, porém, abaixo de 1981. Todavia, a redução dos preços do petróleo no mercado internacional provocou uma reversão nas expectativas do setor

e os investimentos foram minguando gradativamente, em 1989, foram investidos apenas US$ 47 milhões no setor ou 0,11% FBKF do país.

No tocante a produção física de etanol vê-se que, em resposta aos estímulos ofertados pelo governo em decorrência do segundo choque do petróleo[180], a produção expandiu rapidamente (ver figura 20). Entre 1979 e 1985 a ela aumentou 4 vezes, saltando de 2,8 para 11,55 milhões de m^3. Mas, no decorrer dos anos 1980, a queda no preço do petróleo no mercado internacional alterou o cenário benigno ao setor (em 1988, o preço do barril de petróleo caiu para US$ 14,92) e estagnando a sua produção até a década seguinte. O setor só recobraria o vigor na década seguinte, em função do novo aumento do preço do petróleo e da introdução dos veículos com motorização *flex*[181] no mercado doméstico.

Figura 20 - Evolução da produção brasileira de etanol: período 1970-2013, em milhões m^3.



Fonte: Ipedadata, 2014; UNICA, 2014. Elaboração própria.

Após o segundo choque do petróleo o expressivo aumento do preço do petróleo, a pressão exercida sobre a balança comercial pelas importações do produto e a preocupação com a segurança energética provocou uma reorientação estratégica do Proálcool que passou também a incentivar o uso direto de etanol hidratado em motores alimentados apenas com etanol. Em agosto de 1976, dado o nível de desenvolvimento tecnológico, a General Motors, Ford e Volkswagen declaram não haver maiores barreiras técnicas à produção de motores alimentados apenas com etanol. Em 1979 a indústria automotiva já havia se tornado mais

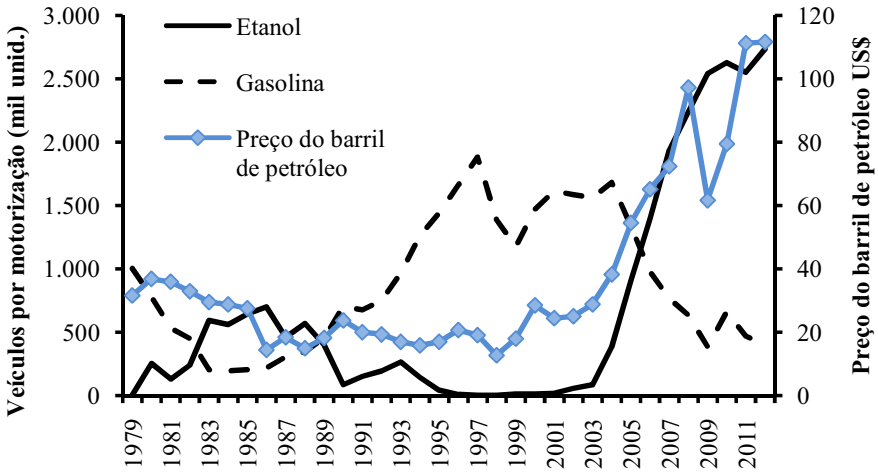
[180] O preço do barril saltou de US$ 14,02, em 1978, para US$ 31,61 em valores correntes.

[181] Este tipo de motorização permitiu os proprietários escolher o tipo de combustível desejado: gasolina pura, etanol puro ou ambos misturados. Sensores a bordo determinam o tipo de combustível e ajustam o motor. Por exemplo, uma importante inovação em termos de redução de custos, deu-se com a introdução de sensores pós-combustão (no interior do escapamento) para estabelecer a mistura gasolina/etanol, que antes era instalado dentro do tanque de combustível (MEYER et al., 2012).

interessada na produção de veículos com motorização impulsionada por etanol, e, é claro, desde que houvesse ajuda do governo à aquisição do veículo a etanol (HIRA; OLIVEIRA, 2009).

A produção de veículos alimentados a etanol em escala comercial começou timidamente, em 1979, com 4.684 veículos, isto é, menos de 1% do mercado (ver figura 21). No ano seguinte foram produzidas mais de 254 mil unidades, com os veículos a etanol já abocanhando mais de 24% do *marketshare*. Dada a aceitação pelo mercado, os veículos a etanol[182] já respondiam, em 1984, por mais de 74% da produção nacional de veículos, que aumentou para mais 76%, em 1986. Neste mesmo ano o preço do petróleo no mercado internacional já havia arrefecido-se, com o barril passando a custar US$ 14,43, 45% do que custara em 1980, e, permanecendo abaixo de US$ 20 durante o resto da década e a seguinte, excetos os anos de 1990, 1991 e 1996.

Figura 21 - Produção de autoveículos[183] brasileira por tipo de combustível: período 1979-2007, em mil unidades.



Fonte: BP Statistics, 2014; ANFAVEA, 2014. Elaboração própria.

Como o petróleo (cuja gasolina é um importante derivado) e etanol são dois bens substitutos, a queda no preço do petróleo alteou a competitividade do etanol e a preferência por veículos impulsionados com este tipo de combustível. Com isto, a participação dos veículos alimentados por etanol na produção total foi declinando gradativamente, caindo de 60% em 1997, para próximo de 1% no período 1996-2000. Entretanto, com o novo ciclo de

[182] Entre 2003 e 2006, a indústria automotiva brasileira produziu tanto veículos *flex* como os com motorização somente etanol. Para fins analíticos, contabilizamos os dois tipos de motorização apenas como etanol.
[183] Soma da produção de automóveis, veículos comerciais leves, caminhões e ônibus.

aumento do preço[184] do petróleo no século XXI, o etanol tornou-se atrativo novamente. Do ponto de vista tecnológico, a introdução do motor *flex*, que permitiu que os proprietários usassem tanto o etanol como a gasolina, representou outro grande impulso ao etanol. Em 2004 a participação dos veículos *flex* já era de mais de 18%, e em, 2012, ultrapassou 87%.

Considerando a tendência de descompasso entre demanda e oferta de petróleo no mercado internacional, não é improvável que o preço do petróleo continue elevado. Nesta circunstância, o etanol seguirá sendo boa fonte de energia alternativa, bem como mostra que a estratégia do governo Geisel de desenvolvimento do Proálcool mostrou-se acertada. Entretanto, visto da perspectiva neoschumpeteriana, o êxito do etanol não pode ser compreendido em sua plenitude e nem faz justiça com iniciativas adotadas anteriormente se for considerado apenas a partir do evento Proálcool. Como já mostrado, foi a partir dos anos 1930 que o Estado brasileiro passou a intervir significativamente na agroindústria canavieira, quando o governo Vargas, por intermédio do IAA, e, em decorrência da mais grave crise econômica internacional, passou a ajudar e regular a produção do setor. Todavia, foi a partir início dos anos 1970 que o IAA adotou uma série de medidas que provocaria uma mudança estrutural no setor: (i) eliminar as usinas não lucrativas e estimular concentração industrial por meio de fusões e aquisições para viabilizar economias de escala; (ii) modernização de unidades produtivas de açúcar e álcool obsoletas, e (iii) implantação de programas de P&D nas áreas de genética, agronomia e entomologia com o propósito de produzir novas variedades de cana-de-açúcar de alto rendimento. Além disto, o IAA também contribuiu com o fortalecimento da infraestrutura necessária à exportação de açúcar (NUNBERG, 1986).

No tocante ao desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar, o IAA implantou o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar - PLANALSUCAR[185] (criado em 1971). No ano seguinte ele passou a fazer parte do Plano Nacional de Desenvolvimento e seu principal propósito era o "desenvolvimento em larga escala no país, e de acordo com as condições e necessidades brasileiras, de novas variedades de cana por meio da experimentação e da manipulação genética", que só veio produzir resultados em grande monta nos anos 1980. (SZMRECSÁNYIE; MOREIRA, 1991, p. 68).

---

[184] A elevação do preço do petróleo, principalmente a partir de 2003, pode ser explicada por uma conjunção de fatores: (i) forte crescimento do consumo mundial de petróleo; (ii) fraca expansão da produção mundial de petróleo; (iii) redução da capacidade ociosa - o mercado da *commodity* tornou-se mais sensível a tensões geopolíticas e eventos climáticos negativos; e (iv) aumento das operações especulativas com a *commodity* no mercado financeiro internacional (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2008).

[185] Somou-se ao PLANALSUCAR a estrutura de pesquisa existente desde os anos 1930 no Estado de São Paulo: Instituto Agronômico de Campinas - IAC e a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- (ESALQ).

Do ponto vista institucional, o programa foi organizado em departamentos técnicos (melhoramento e agronomia) que agregavam oito estações experimentais e nove subestações para testes e seleção geograficamente instalados nas regiões Nordeste e Centro-Sul do Brasil. Ademais, o programa contava ainda com o Centro de Estudos Especiais localizado em Piracicaba, no Estado de São Paulo, onde se localiza o Centro de Pós-graduação, formando mestres e doutores com ênfase no setor sucroalcooleiro. O programa também apoiava as pesquisas realizadas pelos pesquisadores de universidades para capacitá-los e "mantê-los vinculados ao PLANALSUCAR e à atividade canavieira", além de oferecer convênios com entidades locais de assistência técnica e extensão rural para fazer chegar aos produtores novas tecnologias. (MARTINS, 2010, p. 25). Vê-se, deste modo, que o desenvolvimento, induzido pelo Estado, do arranjo econômico dinâmico composto por empresas e o conjunto de instituições (universidades, institutos públicos de pesquisa, agências públicas de fomento ao investimento em inovação, o qual Bengt-Åke Lundvall chamou de sistema nacional de inovação) foi crucial ao desenvolvimento do etanol como fonte alternativa de energia. Na prática, a combinação de pesquisa científica tecnológica e a política industrial de modernização do parque industrial sucroalcooleiro brasileiro permitiu que quase 90% dos automóveis e veículos comerciais leves, atualmente produzidos no país, possam ser alimentados pelo etanol. Desta forma, a análise *ex post* do Programa mostra que ele contribui acentuadamente à redução da dependência de petróleo e à diversificação da matriz energética brasileira.

4.1.1.3 II PND e a Eletrobrás

O planejamento do setor elétrico em âmbito nacional no Brasil iniciou-se nos anos 1960, pois antes disto ele era regional e irregular. No âmbito institucional, em 22/06/1960 foi criado o Ministério das Minas e Energia. No ano seguinte, em 25/04/1961, o então presidente Jânio Quadros criou as Centrais Elétricas Brasileiras (ELETROBRAS[186]), mas que só foi ser oficialmente instalada no governo do presidente João Goulart em 11/06/1962. Ela nasceu com o propósito de planejar o setor elétrico brasileiro, construir e operar usinas e linhas de transmissão, bem como as subestações para garantir o provimento de energia elétrica do país (ELETROBRAS, 2014).

[186] O governo Vargas já havia proposto a criação da Eletrobrás desde 1954, contudo o projeto enfrentou grandes dificuldades políticas e só foi aprovado na década seguinte (ELETROBRAS, 2014).

Do ponto de vista operacional, em 1962 a Companhia de Energia de Minas Gerais - CEMIG, visando levantar o potencial hidroelétrico do Estado Minas, recorreu ao apoio financeiro do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (UNDP no inglês). Com isto, ela assinou contrato com *Canambra Engineering Consultants*, um consórcio formado por duas empresas canadenses - *Montreal Engineering Company Ltd.* e *G.E. Crippen & Assciates Ltd.* - e uma empresa norte-americana – *Gibbs & Hill Inc*., para que o consórcio levantasse o potencial energético do Estado. Considerando que todos os rios que nascem em Minas também atravessam outros Estados, o Banco Mundial - agente executivo da UNDP - recomendou que o inventário fosse expandido a toda região Sudeste, e o projeto abraçado pelo governo federal. O consórcio investigou 1,1 milhão de km^2 e identificou 510 locais de barragens, sendo que 264 destes eram merecedores de estudos mais detalhados. Considerando o êxito do projeto, Canambra também foi contratado para o levantamento do potencial hidroelétrico na região Sul do país. Nos anos 1970 as empresas nacionais realizaram inventário do potencial hidroelétrico das regiões Norte e Nordeste (MELLO, 2011). Este foi o "primeiro esforço integrado de planejamento do setor elétrico no Brasil". (PINTO JR, 2007, p. 210). Na prática, o consórcio Canambra contribuiu substancialmente à evolução do conhecimento hidroelétrico, deixando um legado ao país.

A partir da criação da ELETROBRAS, os recursos geridos pelo BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - BNDE[187]foram transferidos a ela. Além disto, a fim de garantir fundos para financiar a expansão da hidroeletricidade o governo reformulou a cobrança do Imposto Único sobre Energia Elétrica e criou o empréstimo compulsório em favor da Eletrobrás. Com tais medidas, a ELETROBRAS conseguiu fortalecer o seu caixa para financiar a expansão da oferta de energia elétrica no país (PINTO JR, 2007, p. 210).

Contudo, foi nos anos 1970 que o Estado tomou a decisão de implantar projetos de geração e transmissão de grande envergadura no país, bem como interligar os sistemas regionais e aumentar a participação da eletricidade no balanço energético. Com o choque do petróleo, o II PND orientou a política energética a intensificar a substituição do petróleo por outras fontes de energia, com prioridade à energia hidrelétrica (PINTO, 2004). Neste sentido, o II PND promoveu um expressivo crescimento da capacidade de geração e distribuição de energia elétrica no país, que produziu demandas tecnológicas substanciais ao setor de material elétrico no mercado doméstico. Elas, em grande medida, eram atendidas por transferências

[187] A partir de 1982 a instituição incorporou a questão social à sua política de desenvolvimento, com isto o nome da instituição foi alterada para Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

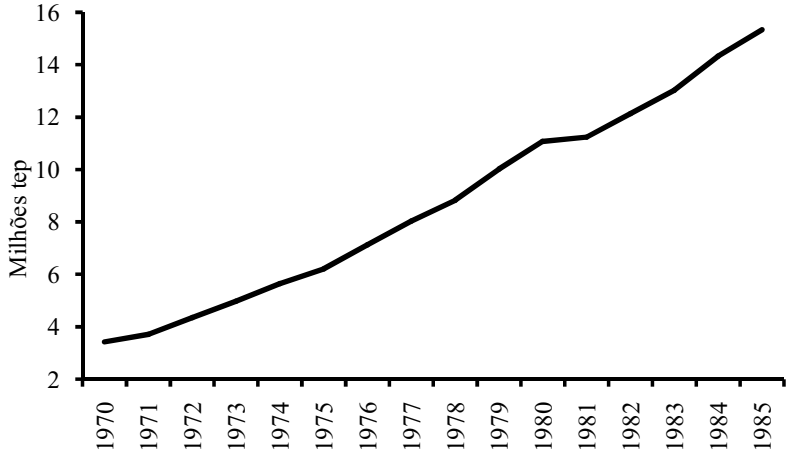
tecnológicas das subsidiárias multinacionais que operavam no país. Contudo, em função das especificidades dos projetos locais muito superiores ao padrão internacional, essas empresas foram obrigadas a internalizar pesquisa e desenvolvimento para oferecer soluções específicas ao setor elétrico brasileiro (AMANN; BAER, 2001).

Mas, não foi apenas o setor privado a desenvolver atividades de pesquisa de desenvolvimento em atenção às necessidades do setor elétrico brasileiro, o Estado também se prestou a este papel. Em 1974, a ELETROBRÁS juntamente com suas empresas controladas (FURNAS, ELETRONORTE, CHESF e ELETROSUL), criou o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL. Ele, por um lado, foi pensado como instrumento para reduzir a pressão sobre o balanço de pagamentos decorrente do pagamento de *royalties* e patentes pela importação de tecnologia. Por outro, ele foi pensado para dotar as empresas de energia de um centro de pesquisas, dado a crescente demanda por desenvolvimento de equipamentos e sistemas elétricos. Naquela época, as pesquisas restringiam-se a laboratórios privados e institutos vinculados a universidades tais como USP, UFRJ e a da atual Universidade Federal de Itajubá. Ademais, alguns estudos eram desenvolvidos por pequenos laboratórios de empresas concessionárias, que tinham como propósito solucionar problemas técnicos em seus equipamentos e aferição de instrumentos de medição (ERBER; AMARAL, 1995).

Deste modo, vê-se que o Estado erigiu uma infraestrutura científica e de pesquisa para o desenvolvimento nacional de equipamentos e sistemas à indústria hidroelétrica. Na prática, as especificidades locais pressionavam por tecnologias que, às vezes, encontravam-se ainda em fase experimental nas economias maduras. Então, O Estado usou a política industrial no desenvolvimento de soluções para: (i) aproveitar fontes cada vez mais distantes das áreas de consumo; (ii) operar e controlar complexas redes de transmissão de energia elétrica cada vez mais interconectada; (iii) transmitir e distribuir grandes blocos de energia em zonas de elevada concentração urbana ou industrial. A conjunção destes fatores impulsionou o interesse tanto das concessionárias quanto dos fabricantes de equipamentos por alternativas tecnológicas próprias (SARAVIA, 2005).

Do ponto de vista da expansão da produção de energia hidráulica (ver figura 22) em relação à energia primária, é possível perceber que ela, no período 1970-1985, mais que quadruplicou. Em 1970 a produção hidroelétrica era de 3,4 milhões de toneladas equivalentes de petróleo, saltando para 5,6 milhões em 1974. Entretanto, a partir de 1975, o ritmo do crescimento da oferta de energia hidroelétrica se acentua, o qual cresceu a uma média anual de 0,9 toneladas equivalentes de petróleo até 1985 quando a produção alcançou 15,3 milhões.

Figura 22 - Produção primária de energia hidráulica entre 1970-1985, em milhões de tonelada equivalente de petróleo (tep).



Fonte: EPE, 2014. Elaboração própria

A partir de um recorte setorial, a participação do consumo de energia elétrica sobre o consumo total de energia do setor industrial aumentou de 31,8% em 1973 para 45,8% em 1983. Em sentido contrário, no mesmo período, o consumo de óleo combustível pelo setor declinou de 30,2% para 14,4%. Na mesma direção, a contribuição da hidroeletricidade no total da eletricidade consumida saltou de 89% para 94% no mesmo período. Tais dados reforçam a mudança estrutural no consumo de energia no período. Em sintonia com o previsto pelo II PND, a participação da hidroeletricidade na matriz energética foi significativamente aumentada[188], seja para uso industrial ou no consumo total de eletricidade do país. Levando em consideração uma das metas da política industrial do Plano, substituição de importações em setores industriais intensivos em energia (metalúrgico, químico, papel e celulose), nos parece que foi estratégico a alteração da matriz energética em direção ao uso da hidroeletricidade, fonte de energia renovável mais acessível e barata (BATISTA, 1987). Dada nossas vantagens comparativas em recursos hídricos, a disponibilidade de energia e a baixo custo é um diferencial competitivo importante ao desenvolvimento industrial, mormente na fase infante da indústria. Deste modo, a opção estratégica de redução da dependência do petróleo por meio da expansão de energia elétrica nos parece muito sensata, assim como o propósito de usar a vantagem comparativa em energia hidroelétrica para estimular a competitividade externa em setores intensivos no uso de energia.

[188] Em sintonia com o propósito de expandir a oferta de energia hidroelétrica pelo II PND, em 1975 dois grandes projetos hidroelétricos foram iniciados quase simultaneamente: Itaipu com 12.600 MW e Tucuruí com 7.000 MW de capacidade instalada (LEITE, 2007) A criação da usina hidroelétrica de Itaipu é fruto duma longa negociação entre Brasil-Paraguai desde 1966. Em 1973, eles assinaram o Tratado de Itaipu para construção e gestão da usina, mas o efetivo início das obras ocorreu em 1975 (MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2014).

4.1.1.4. II PND e as Usinas Nucleares Brasileiras (Nuclebrás)

Ao considerar a questão energética como o principal determinante do estrangulamento externo brasileiro[189], o Governo Goulart reorientou a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) para dotar a indústria nacional da autonomia necessária para projetar e construir centrais nucleares: projeto nacional muito semelhante ao programa nuclear[190] que seria futuramente implantado pelo governo Geisel (FONSECA; MOREIRA, 2012).

A pretensão brasileira de desenvolver um projeto nuclear foi objeto de constrangimento externo, com o país procurando comprá-lo dos norte-americanos e dos alemães ocidentais. Em 1954, o Brasil havia comprado três ultracentrífugas da então Alemanha Ocidental, porém a entrega foi vetada pelos Estados Unidos com a preocupação de que com a posse de tais equipamentos o país pudesse estabelecer as bases de um programa nuclear autônomo. Em função disto, o governo norte-americano pressionou o Brasil a demitir, em 1955, o Almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva do comando da política nuclear brasileira (ALVES, 1987). Tais fatos servem como parâmetro à dificuldade do desenvolvimento tecnológico numa área tão sensível ao interesse internacional.

Com o golpe de 1964, a estratégia de desenvolvimento nacionalista foi substituída pela perspectiva internacionalista. No tocante a política nuclear, a reorientação deu-se por intermédio da desarticulação do projeto nacionalista: paralisação de projetos e desativação de institutos de pesquisas por falta de apoio. A repressão militar também se abateu sobre os cientistas, com vários deles presos ou exilados. Com isto, as decisões sobre o programa nuclear passaram ao controle dos militares e alguns tecnocratas do CNEN. Após a institucionalização do Ato Institucional n.5 (AI5), em 13 de dezembro de 1968, a repressão agravou-se. O Congresso Nacional foi fechado, diversos deputados tiveram seus mandatos cassados e o debate sobre a política energética, entre outros, foi silenciado. Doravante, a

[189] O Plano SALTE, ainda que primitivo, foi a primeira experiência brasileira de planejamento econômico orquestrada pelo Estado para superar gargalos nas áreas de Saúde, Alimentos, Transportes e Energia (ABREU, 2010). A guerra tornou evidente que a infraestrutura havia restringido o crescimento econômico brasileiro. Por exemplo, o consumo anual de energia elétrica no período cresceu 179%, em contrapartida o crescimento da expansão da oferta de energia elétrica não ultrapassou 20% ao ano. Enfrentar o gargalo em infraestrutura, principalmente em energia e transporte, tornou-se a grande preocupação econômica, contudo a falta de recursos culminou no abandono do Plano SALTE (SAES; LOUREIRO, 2013).

[190] Não é possível tratar da política nuclear brasileira sem relembrar o Almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva. Após a Segunda Guerra Mundial ele foi a personalidade brasileira mais destacada no campo da energia nuclear, cabendo-lhe a articulação da política nacional da energia nuclear. Ele foi o representante do país na recém-criada Comissão de Energia Atômica da Organização das Nações Unidas, onde lutou com veemência contra a cessão de minerais físseis em troca apenas da compensação monetária. Com o Brasil sendo um dos poucos fornecedores de minérios atômicos estratégicos, ele defendia a troca destes pela tecnologia à sua utilização. Na Comissão, o almirante defendeu a política nuclear brasileira centrada no tripé: nacionalismo, monopólio nacional e compensações específicas (MEDEIROS, 2005).

política nuclear pautou-se pela importação de reatores nucleares alimentados com urânio enriquecido, deixando o país na dependência tecnológica tanto dos reatores nucleares como dos combustíveis para alimentá-los (OLIVEIRA, 1991).

Em 1968, a CNEN transferiu à Eletrobrás a responsabilidade da construção da primeira usina nuclear brasileira. James Lane, engenheiro norte-americano, foi enviado pela IAEA para supervisionar a comissão técnica também composta por outras autoridades no assunto. Muitos cientistas manifestaram-se contrários a compra do reator nuclear de urânio enriquecido para construção de uma usina nuclear, pois predominava a crença de que compra sem transferência tecnológica colocava o país sob a dependência dos norte-americanos. Mas, com a instauração do AI5 as vozes contrárias foram silenciadas. Então, em 1969 foi decidida a compra da usina de Angra I (Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto). O fornecimento do reator ficou sob a responsabilidade da empresa norte-americana *Westinghouse Eletric Corporation* no formato *turn-key*. O *yellowcake* (mistura de óxidos de urânio para extrair-se o urânio puro) seria comprado da África do Sul, a conversão em hexafluoreto seria feita na Inglaterra, já o enriquecimento nos Estados Unidos (ANDRADE, 2012).

A participação da indústria nacional no projeto foi insignificante. O banco de desenvolvimento norte-americano - *Eximbank* - exigia o processo de concorrência internacional. Do ponto de vista da qualidade do projeto, Muniz Bandeira, citado por Ana Andrade, argumenta que a "Westinghouse vendeu uma caixa-preta lacrada e com inúmeros problemas técnicos, contendo um reator PWR[191]-urânio enriquecido e água leve pressurizada." (ANDRADE, 2012, p. 126).

A usina Angra 1 deveria ter sido inaugurada em 1977, mas, de fato, isto só foi ocorrer em 1983. Nos primeiros três anos de operação ela apresentou 22 problemas, que levaram ao seu desligamento. Tais paralisações fizeram que a usina, nos primeiros três anos de operação, trabalhasse apenas 3 meses com capacidade máxima de produção (VEJA, 1986).

Buscando mais que a simples aquisição da tecnologia nuclear, na transição do governo Médici ao Geisel, a política nuclear sofreria um forte revés. Em meio à crise do petróleo, o governo Geisel preferiu ignorá-la e prosseguir com a política de crescimento econômico e de reduzir a importância do petróleo na matriz energética. Para tanto, o governo Geisel decidiu firmar o Acordo nuclear Brasil-República Federativa da Alemanha[192], e, para executá-lo,

[191] Pressurized waterreactor.
[192] O acordo foi negociado meses após a Índia ter realizado a primeira explosão nuclear. O evento produziu um efeito psicológico nos países em desenvolvimento, especialmente no Brasil e na Argentina: vizinhos rivais

criou uma instituição específica. Na prática, a lei 6.189 de 16 dezembro de 1974, criou, em substituição a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear-CBTN, a NUCLEBRÁS. No ano seguinte, os dois países assinaram o tratado de cooperação, com o Brasil mantendo-se fiel ao propósito de não submeter-se ao tratado de não proliferação de armas nucleares - TNP.

A razão da parceria com os alemães é explicada pela disposição deles em transferir tecnologias de interesse do Brasil. No caso dos Estados Unidos, a proposta das duas empresas norte-americanas - Westinghouse e General Eletric - não atendiam os anseios do governo brasileiro, já que o contrato com elas não contemplava as usinas de enriquecimento e reprocessamento de combustível, deixando o Brasil dependente de dois serviços essenciais à geração de energia nuclear. A França, outro potencial parceiro, não podia comercializar a tecnologia no mercado internacional. A firma francesa Framatome, que dominava a tecnologia de fabricação de reatores nucleares PWP, havia obtido a mesma (tecnologia) da Westinghouse, que a proibia de comercializá-la no exterior (OLIVEIRA, 1991).

Brasil assinou um contrato com *Kraftwerk Union* (KWU), subsidiária da *Siemens AG*, que envolvia mais que a transferência de tecnologia nuclear. O acordo abarcava todos os aspectos do ciclo do combustível nuclear, incluindo a exploração de urânio, fabricação de combustível, oito reatores de energia nuclear, uma usina de enriquecimento de urânio em escala comercial, uma fábrica de reprocessamento piloto e tecnologia de armazenamento de resíduos nucleares num valor aproximado de US$ 15 bilhões (valores de 1975). A Alemanha Ocidental, por outro lado, assumiu o risco financeiro da construção de dois reatores, Angra 2 e 3, com início da construção previsto para 1976 e 1977. O Brasil concordou em comprar a tecnologia de enriquecimento alemã *jet-nozzle*, a qual encontrava-se ainda em fase experimental (CABRERA-PALMER; ROTHWELL, 2008). Com o projeto, o Brasil esperava acelerar seu programa nuclear para alcançar a meta de produção de 10.000 MW de capacidade de geração de energia elétrica até 1990 e a participação de 41% da energia termonuclear na produção total da energia elétrica (GALL, 1976).

Do ponto de vista técnico e a fim de dar suporte ao ambicioso projeto de construção de centrais atômicas no Brasil, a Nuclebrás criou as seguintes subsidiárias para apoiar o projeto (LEITE, 2007):

---

próximos da tecnologia nuclear que não assinaram o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (GALL, 1976).

- Nuclebrás Auxiliar de Mineração-Nuclam: empresa mista para prospecção, exploração e extração de urânio, sendo 51% do capital pertencente à Nuclebrás e os outros 49% à UragesellshaftmbH de Frankfurt - então Alemanha Ocidental;
- Nuclen Engenharia e Serviços S/A: empresa mista para executar serviços de engenharia a usinas nucleares, sendo 75% do capital pertencente à Nuclebrás e o restante à *Kraftwerk Union* (*KWU*) da Alemanha Ocidental;
- Nuclebrás Equipamentos Pesados S/A: consórcio de empresas para fabricar componentes pesados para usinas nucleares, sendo que a Nuclebrás controlava 98,2% do capital e o restante era distribuído entre duas empresas alemãs, *Kraftwerk Union* (*KWU*) e *Gute Hoffnungs Hütte* (*GHH*), e a austríaca *Voest*. O consórcio foi criado com o propósito de fabricar reatores, geradores de vapor, componentes pesados e protótipos de carros blindados;
- Nuclei Enriquecimento Isotópico S.A: associação de empresas para enriquecer isotópico, com 75% do capital pertencente à Nuclebrás e o restante à *Steag Group* da Alemanha.

Vê-se, deste modo, o empenho do governo Geisel no fomento a transferência tecnológica nuclear de empresas europeias, principalmente alemãs, para empresas brasileiras. Com isto, o país avançou em direção ao domínio do ciclo nuclear completo: construção de centrais atômicas, usinas de enriquecimento, de processamento e reprocessamento de urânio.

Do ponto de vista geopolítico, o acordo Brasil-Alemanha Ocidental provocou a reação da comunidade internacional, especialmente dos Estados Unidos e três importantes questões reforçam esta tese: (i) o acordo, à época, foi a maior e mais cara transferência de tecnologia avançada para um país em desenvolvimento; (ii) foi a primeira quebra do monopólio dos Estados Unidos sobre o mercado mundial de exportação de reatores nucleares por parte de um fornecedor não norte-americano; e (iii) o acordo permitiu a transferência do ciclo de combustível nuclear completo, incluindo a capacidade de enriquecimento e reprocessamento de combustível nuclear, permitindo ao detentor da tecnologia a capacidade para produção de plutônio (KOLLMANN, 2012). O editorial do New York Time de 13 de junho de 1975, intitulado “Loucura nuclear”, serve como termômetro da reação norte-americana ao acordo, classificando-o de uma ação imprudente que poderia desencadear uma corrida armamentista nuclear na América Latina e o gatilho para armamento nuclear para meia dúzia de nações em outras partes do mundo, pondo em perigo a segurança dos Estados Unidos e de todo o mundo.

Já a reação da União Soviética foi mais cautelosa, com eles expressando a preocupação com a proliferação nuclear (GALL, 1976).

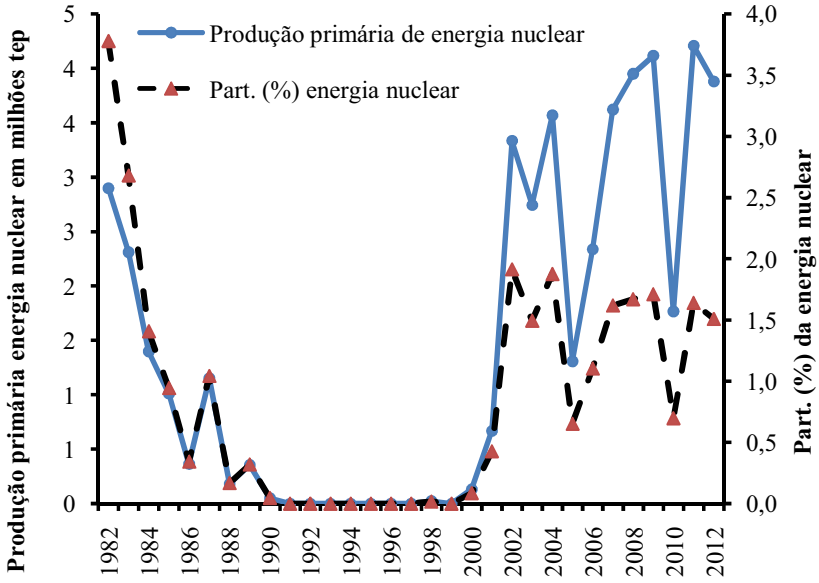
Diante da ousadia da política nuclear brasileira - tecnológica, geopolítica e econômica - uma questão importante logo aparece: qual a razão para tal gigantismo? O programa, por um lado, atendia antigos anseios das forças armadas brasileiras: domínio completo da tecnologia nuclear. Ele, por outro, amparou-se no Plano de Atendimento aos Requisitos de Energia Elétrica até 1990 elaborado pela Eletrobrás. Mais comumente conhecido como Plano 1990, ele foi elaborado num contexto muito adverso, com sua realização coincidindo com a ocorrência do primeiro choque do petróleo e a implantação do II PND. Então, o Plano tinha de arbitrar sobre a perspectiva de crescimento considerando dois eventos paradoxais: impacto negativo da crise do petróleo e a perspectiva de continuidade de crescimento impulsionado pelo II PND, bem como a manutenção do ritmo de crescimento do milagre econômico atesta. E a perspectiva otimista prevaleceu. Com isto, o Plano elaborou dois cenários sobre o crescimento da demanda de energia elétrica. No primeiro período, até 1979, a projeção acompanhou o crescimento econômico previsto pelo II PND, e para o segundo período (1980-1990) foram elaborados dois cenários de crescimento econômico: 8% ao ano numa perspectiva conservadora e 11% numa perspectiva otimista (OLIVEIRA, 1991; LEITE, 2007).

Todavia, o acordo Brasil-Alemanha mostrou-se um fracasso, com o primeiro pagando alto preço pelos equipamentos sem contrapartida da transferência tecnológica (ANDRANDE 2012). De modo semelhante ao ocorrido com a central nuclear Angra I adquirida da norte-americana Westinghouse, Angra II também acumulou uma série de problemas, especialmente relacionados à localização e à engenharia de construção que redundou em grande atraso na sua execução. Por exemplo, para evitar que o reator nuclear afundasse foi necessário colocá-lo sobre 1.600 estacas (45 m de comprimento por 1,8 m de diâmetro). Como o subsolo era dotado de uma quantidade expressiva de matações (rochas em decomposição), isso atrasou o ritmo do progresso da obra. Em termos de tempo, construía-se 36 estacas em média por mês, a este ritmo seria necessário aproximadamente quatro anos para concluir a fundação da obra. Do ponto de vista financeiro, cada estaca foi orçada em US$ 35 mil. Com isto, vê-se que o imprevisto no tipo de formação rochosa resultou no retardamento e encarecimento da obra. Outra questão não menos importante foi que o FMI, em sua primeira inspeção no Brasil em decorrência da crise da dívida externa, conforme trataremos na seção seguinte, exigiu a desaceleração do programa nuclear, bem como a paralisação de Angra II. Considerando que

62% da obra civil já estava concluída, 85% dos equipamentos importados e 80% dos nacionais já comprados, é de se indagar se o custo da paralisação não foi maior que o de terminá-la, dado o estágio avançado em que já se encontrava a obra (OLIVEIRA, 1991).

Do ponto de vista operacional, das nove centrais nucleares previstas pelos governos militares apenas a central planejada pelo governo Médici e a primeira (uma entre oito) planejada pelo governo Geisel entraram em operação. Em um período de 26 anos, apenas a central Angra 1[193], concluída em 1982, e Angra II, concluída em 1994, estavam gerando energia elétrica.

Figura 23 - Produção primária de energia nuclear e sua participação na produção total de energia primária, período 1982-2012 em milhões tep.



Fonte: EPE, 2014. Elaboração própria.

Se compararmos os dados da produção de energia primária total à energia eletronuclear primária, em tep, o programa nuclear brasileiro pode ser considerado um grande fiasco. Em 1982, foram produzidos 2,9 milhões de tep de energia primária por meio da tecnologia nuclear ou 3,8% da energia primária produzida pelo país. Nos anos subsequentes a produção de energia eletronuclear declinou substancialmente, tanto que a produção de 1990 representou apenas 1,7% da quantidade produzida no primeiro ano. Entre 1991-2001, a produção manteve-se paralisada, exceto 1998, 2000 e 2001 (ver figura 23).

A situação só foi revertida, em 2002, muito provavelmente em função da crise energética - "apagão" - que o país enfrentou no ano anterior, obrigando as centrais nucleares

[193] A preço de 2012, o custo bruto de construção da central nuclear de Angra 1 foi de R$ 2.546 milhões. Já o custo de Angra II foi de R$ 5.944 milhões (ELETRONUCLEAR, 2014).

retomarem a geração de energia eletronuclear. Naquele ano a produção primária de energia nuclear foi de 3,3 milhões/tep ou 1,9% da matriz energética do país. Entretanto, a produção de energia eletronuclear oscilou no resto do período, com o pico da série sendo registrado, em 2011, quando a produção foi de 4,2 milhões/tep. Mas, a participação dela na matriz energética nunca mais ultrapassou 2%. Em contrapartida, vê-se que a estratégia de ampliar as fontes da matriz energética também por centrais nucleares mostrou-se acertada. Considerando a escassez de chuva e, consequentemente, a crise energética de 2001, o fato de o país dispor de uma fonte de energia complementar é uma reserva para garantir a segurança energética.

Pode-se, *ex post*, identificar diversos problemas relacionados ao programa nuclear brasileiro: (i) instalar oito novas centrais nucleares; (ii) dominar o ciclo completo da tecnologia nuclear para fins civil; (iii) elevado nível de dispêndio na execução do programa; (iv) retardamento do cronograma de execução do cronograma. Ademais, pode-se, com muita facilidade, condenar o gigantismo do projeto nuclear e o fato do governo brasileiro ter subestimado a pressão internacional (econômica, político-militar) contra o acesso, por um país em desenvolvimento, de tecnologia sensível.

Contudo, constata-se que o desenho da estratégia industrial para alicerçar a tecnologia nuclear antecipou a abordagem evolucionária da firma proposta por Richard Nelson e Sydney Winter, na qual eles apresentam a firma como uma entidade com capacidade de aprendizado. Vê-se, em prol da busca pela autonomia da tecnologia nuclear brasileira, o esforço em construir um conjunto de instituições (sistema Eletronuclear: instituições de pesquisa e aplicação prática) empenhadas em internalizar conhecimentos que colocassem o país no seleto grupo de países dotados de competência tecnológica para construção de centrais eletronucleares, principalmente considerando o *trade-off*: manutenção do crescimento econômico e escassez de fontes de energia. Então, vê-se, com nitidez àquela época, o Estado brasileiro comprometido em criar as condições para que as firmas estatais brasileiras assimilassem aprendizado nesta área conhecimento. Cabe reforçar o ímpeto do Estado na transformação industrial brasileira, que contrasta com o modelo de Estado implantado no Brasil sob a égide do Consenso de Washington, nos anos 1990. Este último priorizou as políticas macroeconômicas de estabilização de economia (tripé macroeconômico), que, óbvio, são muito importantes, mas se esqueceu das políticas de longo prazo. Na prática, ele perdeu a capacidade de usar a política industrial para encorajar o desenvolvimento e a exploração de setores econômicos mais intensivos em tecnologia. E é justamente sobre esta questão que nos debruçaremos na seção seguinte.

4.2 Condicionantes externos e descontinuidade no projeto nacional[194] brasileiro

A continuidade do projeto desenvolvimentista, nos anos 1980, foi seriamente condicionada pela ocorrência de dois eventos externos: crise da dívida externa e a política comercial norte-americana. A crise da dívida colocou-nos numa condição de vulnerável junto aos credores externos, inclusive tendo que aceitar "recomendações" de políticas econômicas sugeridas principalmente pelo FMI, que não eram compatíveis com o projeto desenvolvimentista em curso no páis. Por outro lado, a política comercial norte-americana, pautada pela proteção aos interesses industriais norte-americanos atacou severamente a política industrial brasileira, especialmente a indústria farmacêutica e de informática. Na prática, a tentativa de continuidade de um projeto desenvolvimento das forças produtivas domésticas foram inviabilizada por uma radical mudança no contexto internacional. O neoliberalismo não deixou pedra sobre pedra.

4.2.1 Nova ordem internacional[195] e a crise da dívida externa brasileira

A mudança na ordem econômica internacional é condicionada pelas circunstâncias históricas. Assim, pode-se dizer que a substituição da ordem internacional regulada de Bretton Woods pela maior mobilidade internacional de capital (globalização) conecta-se com mudanças políticas em países-chave no sistema econômico internacional, especialmente na Inglaterra e Estados Unidos (CARNEIRO, 2002).

---

[194] Concordando com Pereira (2012), a falência do projeto nacional desenvolvimentista dos países latino-americanos ocorreu no fim dos anos 1980, mas seu enfraquecimento teve origem já nos anos 1960 por meio de cinco eventos: (i) exaustão do modelo de substituição de importações conduzido pelo Estado; (ii) prevalência da abordagência da dependência associada da América Latina no início dos anos 1970; (iii) crise da divída externa dos países latino-americanos; (iv) onda neoliberal impulsionada pela Teoria da Escolha Pública e pelo Novo Institucionalismo, reforçando a retórica do *mainstream* sobre a superioridade dos mercados na alocação de recursos; e (v) êxito da política norte-americana em aceitar economistas latino-americanos nos programas de doutorado nos Estados Unidos e Grã-Bretanha.

[195] A ordem econômica internacional anterior consolidou-se no após-guerra em um contexto geopolítico que dividia o mundo entre o bloco de países capitalistas e o bloco de países socialistas. O bloco capitalista estruturou-se sobre três pilares: (i) econômico - predomínio o estado keynesiano intervencionista; (ii) ideológico - predomínio democracia liberal; (iii) finanças internacionais - predomínio de organizações de cooperação econômica internacional, com destaque para o FMI (monitorar o sistema de câmbio internacional e socorrer países com problemas de balanço de pagamentos), BM (criado originalmente para financiar os Estados membros) e o Acordo Geral de Tratados e Tarifas - GATT em inglês - (padronização tarifária em alguns setores do comércio internacional). Sob tal arranjo internacional, período 1945-1973, os pertencentes ao bloco de países capitalistas registraram crescimento econômico sustentado e melhorias nos indicadores sociais, e, por isso, sendo chamado de a "Era de Ouro" (PIRES, 2012b).

Deste modo, a crise da dívida externa brasileira não é um fenômeno puramente endógeno, ela foi condicionada pela crise econômica internacional. Em 1979, o segundo choque do petróleo, em decorrência da revolução iraniana, levou os países desenvolvidos a usarem instrumentos de políticas macroeconômicas restritivas. No primeiro choque, o mercado financeiro vivenciava uma situação de crescente liquidez pela reciclagem dos petrodólares. Mas, o cenário econômico era muito diferente durante o segundo choque, os Estados Unidos, principal praça financeira internacional, havia iniciado o ciclo de elevação da taxa de juros sobre sua dívida pública, redirecionando os fluxos de capitais aos Estados Unidos (PIRES, 2012a).

Além disto, é impossível negar a conexão da medida supramencionada à crise dos anos 1970 e o processo de desmoralização do modelo de Estado de bem-estar social, criando o cenário apropriado ao ataque do *mainstream*. Sob alegação de que tais medidas eram prejudiciais à sociedade, ao elevarem o déficit público e a inflação sem melhorar o nível de emprego e renda da sociedade, o discurso dos economistas neoliberais ganhou ampla força para defender a reestruturação econômica do Estado: desregulamentação dos mercados, privatizações e redução dos gastos sociais (PIRES, 2012a). Não por acaso, como já mostrado nesta tese, a elegante construção da Teoria da Escolha Pública pelos *mainstream* argumenta que a intervenção estatal para corrigir as falhas de mercado provoca falhas de governo piores que o objetivo almejado. Nesta perspectiva, o mercado é sempre preferível ao Estado de bem-estar social.

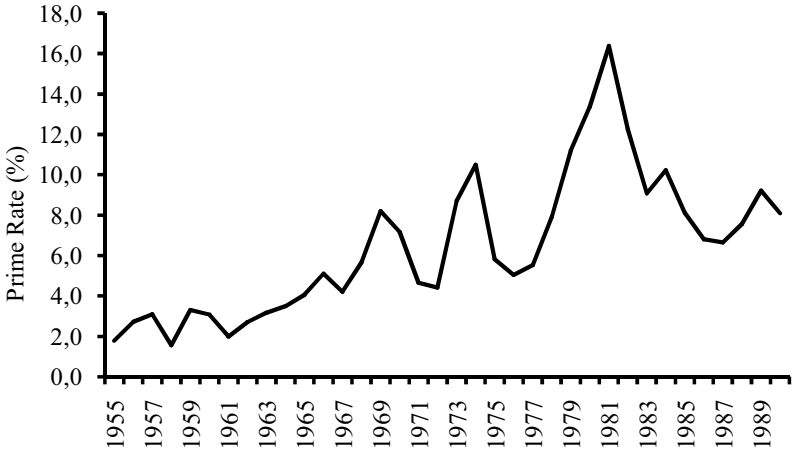
Com a chegada de Margareth Thatcher e do partido conservador ao poder nas eleições de 1979 começaram o ataque ao Estado. Nos Estados Unidos, este movimento ganhará contornos mais nítidos com a ascensão de Ronald Reagan ao poder. Um dos pilares de sua política macroeconômica foi o combate ao processo inflacionário, que fora impulsionada pelos dois choques do petróleo. Para tanto, elegeram a elevação da taxa da básica de juros doméstica. Em um contexto de maior mobilidade ao capital internacional, a medida também provocou um grande influxo na conta de capital do balanço de pagamentos dos EUA. Vê-se, com isto, que o aperto monetário norte-americano cumpriu dois objetivos: controle inflacionário e atração de poupança externa para financiar o balanço de pagamentos.

A mudança na política monetária norte-americana pode ser facilmente conectada à situação do seu balanço de pagamentos. Em 1971, eles registraram o primeiro déficit na balança comercial do pós-guerra, situação que repetiria pelo resto da década, exceto 1973 e 1975. Até 1971, o superávit em transações correntes contrabalançava o fluxo de saída de

dólares pela conta de capital, contudo, na nova fase - década de 1970 - a economia norte-americana passou a registrar déficits tanto na conta de transações correntes como na de capital (KILSZTAJN, 1989).

Sob a perspectiva geopolítica, a política monetária norte-americana tinha um propósito ainda mais ambicioso que os dois já mencionados anteriormente. O governo Reagan, a fim de lograr a recuperação hegemônica, colocou em marcha um projeto para reordenar a divisão internacional do trabalho por meio da revolução científico-tecnológica, que ampliaria o hiato tecnológico entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (PEREIRA, 2010). E, contribui para isso, como muito bem observou Maria da Conceição Tavares, o emprego da diplomacia do dólar forte no plano geoeconômico, que provocou profundas transformações na hierarquia das relações internacionais na década seguinte (FIORI, 2000).

Figura 24 - Evolução da taxa de juros Prime Rate nos Estados Unidos: média anual do período 1955-1990



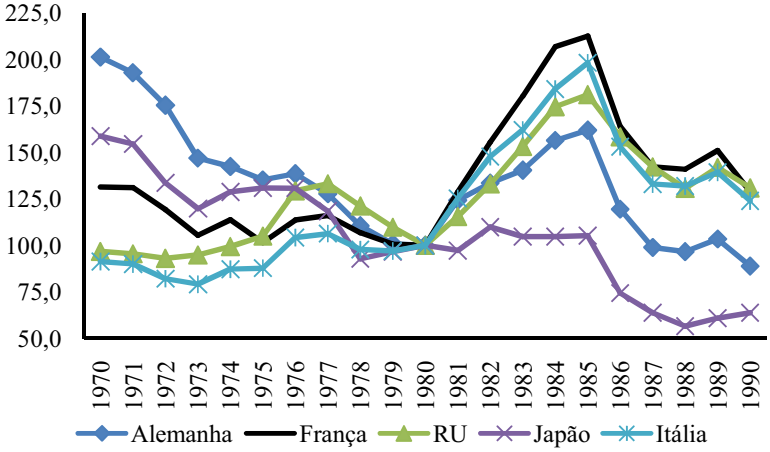
Fonte: FEDERAL RESERVE, 2014.

A diplomacia do dólar foi uma política de valorização do dólar sobre as demais moedas nacionais durante o governo Reagan. O FED, sob o pretexto de combater a inflação, promoveu forte elevação das taxas de juros à compra de títulos da dívida pública norte-americana (ver figura 24) de tal intensidade que uma parcela significativa dos recursos financeiros que estavam dispersos pelo mundo rumaram aos Estados Unidos, inclusive capitais que financiavam inversões produtivas em países como Alemanha, Japão e em países em desenvolvimento como o Brasil. Ela tinha como objetivo conter o crescimento econômico de seus principais concorrentes, e estimular o seu próprio crescimento. Como muito bem notou Maria da Conceição Tavares, os Estados Unidos usaram a política monetária para comandar o desempenho econômico global (NATAL, 2002).

> [...] os americanos, indiscutivelmente, deram, de 1979 a 1973, uma demonstração de sua capacidade maléfica de exercer sua hegemonia e de ajustar todos os países [...]. A partir de 1984, segundo as próprias palavras da sua elite financeira, estão cobrando ao mundo uma nova divisão do trabalho e gabando de ser a "*trade locomative*" da recuperação mundial. (TAVARES, 1985, p. 8).

Dado a situação do balanço de pagamentos dos EUA, o dólar desvalorizou-se no mercado financeiro internacional (ver figura 25). Por exemplo, entre 1970-1980, ele depreciou-se frente ao marco alemão (101%), franco francês (31%) e iene (58%). Mas, em decorrência do aperto monetário conduzido pelo FED, o dólar passou a apreciar-se em relação às principais moedas do mercado financeiro internacional. Entre 1980-1985, ele valorizou-se frente ao marco alemão (62%), franco francês (112%), libra esterlina inglesa (81%), iene (58%) e lira italiana (56%). A partir de 1986 as referidas moedas retomaram novamente a trajetória de valorização em ralação ao dólar, principalmente o marco e o iene que valorizaram 73% e 41%, respectivamente.

Figura 25 - Moedas selecionadas versus dólar: evolução da taxa de câmbio entre 1970-1990 (1970 = 100%).



Fonte: IPEADATA, 2014.

A valorização das moedas dos principais concorrentes industrial nos EUA na segunda metade dos anos 1980 corrobora à tese de hegemonia do dólar. Chama atenção não apenas a valorização cambial, mas também a sua intensidade. Entre 1985-1990 o marco alemão e o iene apreciaram-se em 73% e 74%, respectivamente. Contudo, esta mudança seria mero resultado das forças de mercado em contexto de maior mobilidade internacional de capitais? Não é o que sugere a capacidade de "convencimento" dos norte-americanos.

> As reuniões do Plaza e do Louvre[196] foram realizadas pelos ministros das finanças dos principais países capitalistas (EUA, Japão, Alemanha, Grã-Bretanha e França), o chamado G-5. Nas duas oportunidades, o governo norte-americano argumentou que sua posição externa era muito desconfortável e que contava com a "colaboração" de seus principais parceiros comerciais. O problema estava na valorização do dólar frente às demais moedas (PIRES, 2012a, p. 354).

O próprio Paul Volker, presidente do FED à época, tratou o tema da seguinte forma:

> Então, o iene e marco tinham sido forçados a voltar a seus níveis anteriores a 1973 ou outros mais baixos, relativamente ao dólar, e, seus fabricantes de carros, máquinas e eletrônicos estavam descobrindo o conforto das facilidades oferecidas pelo mercado americano (VOLKER, 1993, p. 248).

Aos "infiéis" os norte-americanos dispunham das armas, já aos parceiros comerciais eles possuíam a taxa de câmbio, um instrumento de controle "voluntário" da competitividade internacional de seus principais parceiros comerciais, bem como de repartição dos prejuízos decorrentes de seus desequilíbrios macroeconômicos.

Mas, e como o Brasil se inseriu neste complexo contexto internacional? Como já comentado, a despeito do primeiro choque do petróleo ele levou a cabo um ambicioso programa que mirava principalmente a autonomia energética sob a responsabilidade de empresas estatais. Também não é demais lembrar que no modelo do tripé industrial (capital estrangeiro, capital privado nacional e o capital estatal), coube ao Estado os setores que exigiam elevado nível de inversões e longo período de maturação do investimento: hidroelétrica, usinas siderúrgicas e produção e refino de petróleo, por exemplo. Em função do abandono da política de realidade tarifária praticada a partir do golpe militar de 1964, durante o II PND, a política de preços e tarifas voltou a ser usada como instrumento de controle inflacionário, a qual só se viabilizaria com a tomada de empréstimos externos (CRUZ, 2002).

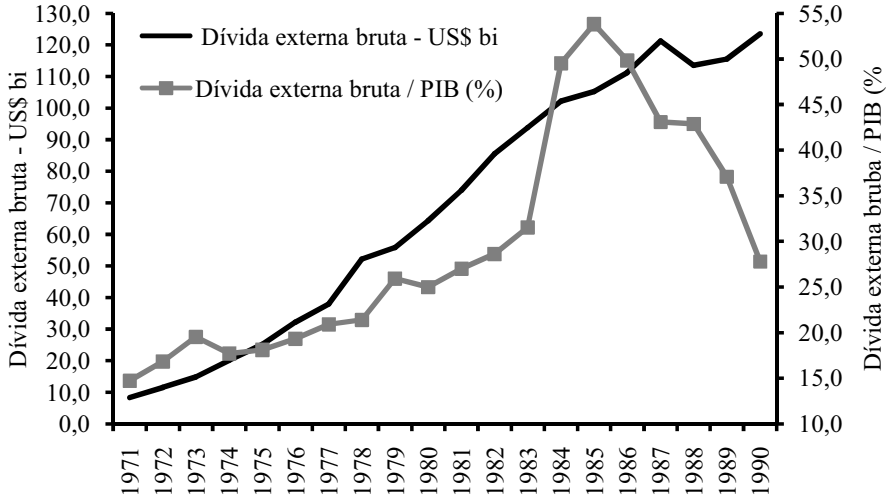
Visto pela perspectiva da engenharia financeira, chama atenção a inovação à época - contratação de empréstimos externos a taxa de juros flutuante, tendo como parâmetro a taxa LIBOR (*London InterbankOffering Rate*). Fruto da intensificação da competição do sistema financeiro internacional, esta modalidade de operação financeira parecia ser um bom negócio aos países tomadores de crédito no mercado internacional (PIRES, 2012a). Contudo, quando os Estados Unidos promoveram o aperto monetário por meio do aumento da taxa básica de juros, a crise da dívida externa instalara-se no país.

A consequência imediata foi a deterioração do setor externo da economia e dois indicadores são úteis para enfatizar a magnitude do fato: (i) estoque da dívida externa bruta; e

[196] Para uma análise mais detalhada dos Acordos de Plaza (09/1995) e Louvre (02/1987) consultar o capítulo 8 do livro A nova ordem econômica: as finanças internacionais, o surgimento de novos blocos regionais e a ameaça à hegemonia americana (VOLKER, 1993).

(ii) dívida externa bruta/PIB (%). No transcorrer de quase duas décadas o estoque da dívida externa saltou de U$ 8,2 bilhões, em 1971, para US$ 123,4 bilhões, em 1990, um aumento de quase 14 vezes no período (ver figura 26).

Figura 26 - Indicadores do endividamento externo brasileiro: período 1971-1990



Fonte: BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2014.

Comparando o estoque da dívida externa com capacidade doméstica de geração de renda (PIB) brasileira, em 1971 a dívida externa representava 14,7% do PIB. Em 1981, no auge de ciclo de elevação dos juros nos EUA, ela absorvia 27% do PIB. No período de transição do regime militar ao regime democrático ela já absorvia de aproximadamente metade do PIB, que certamente contribuiu para acelerar este processo, bem como fragilizar o país na sua relação com os credores.

A crise da dívida externa trouxe, nos anos 1980, diversas consequências à economia brasileira, porém cumpre destacar, em especial, os problemas de natureza cambial. A paralisação dos fluxos autônomos de capital externo empurrou o país ao estrangulamento externo e a uma severa crise - primeira recessão do após-guerra. Com isto, a economia brasileira ingressou numa nova fase cujas características mais relevantes foram: geração de significativos superávits comerciais, semi-estagnação e instabilidade macroeconômica. Contribuiu para isso: a interrupção dos fluxos externos de capital autônomo, os quais desempenharam papel de destaque no financiamento da formação bruta de capital fixo na primeira metade dos anos 1970, bem com o próprio II PND executado principalmente pelo Estado na última metade da década (CRUZ, 2002).

> Na verdade, o impacto financeiro da interrupção dos fluxos voluntários de empréstimos externos deu-se, fundamentalmente, sobre o setor público

> brasileiro, quer sobre as autoridades monetárias - que haviam absorvido parcela substantiva dos compromissos em moeda estrangeira assumidos originalmente pelo setor privado -, quer sobre as empresas estatais que, além de terem recorrido massivamente ao euromercado para sua o financiamento de suas inversões, foram exaustivamente utilizadas como instrumento de administração do balanço de pagamentos no período crítico que se seguiu aos choques externos. (CRUZ, 2002, p. 196-7).

A crise da dívida externa e a dificuldade de honrar os compromissos externos do país colocaram o FMI na berlinda. Para além da função técnica de emprestador de última instância, ele deve ser encarado como uma instituição compromissada em garantir os direitos dos credores internacionais em com credo neoliberal em ascensão. Na prática, o FMI foi o veículo propulsor do desmonte da estratégia de industrialização nos anos 1980 e do programa de privatizações nos anos 1990.

> [...] a crise da dívida externa dos países do Terceiro Mundo representou, de fato, uma série ameaça para a saúde do sistema financeiro internacional e, principalmente, para o setor bancário dos EUA. Viu-se que o FED, por intermédio de seu presidente, Paul Volcker, tomou a frente das renegociações com os países devedores, ao coordenar o comitê de bancos credores e, também, ao ditar sua estratégia para o FMI. Este, por sua vez, supostamente uma entidade multilateral, deveria se encarregar da criação de condições macroeconômicas necessárias, nos países em dificuldade, para que as dívidas fossem honradas. (PIRES, 2002b, p. 363-4).

O governo João Batista Figueiredo (1979-85) não conseguiu cumprir os critérios para pagamentos dos serviços da dívida externa acordados com o FMI, transferindo-os ao próximo governo. Por ocasião do lançamento do plano Backer[197], em 1985, o secretário do tesouro norte-americano propôs que, caso o Brasil cedesse na política de tecnologia de informação, os EUA facilitariam a negociação de sua dívida externa brasileira. Entretanto, o ministro da Fazenda Dilson Funaro rejeitou a condicionalidade externa para celebração do acordo, e, em janeiro de 1986, a negociação da dívida foi suspensa (VIGEVANI; CEPALUNI, 2011).

A chegada de José Sarney à presidência (1985-1990) marcou o retorno do sistema político democrático brasileiro, mas isto não reduziu a fricção entre os dois países. A elevação da taxa de juros pelo FED e a drenagem das finanças internacionais em direção aos Estados Unidos, levou o Brasil e outros países da América Latina a enfrentarem dificuldades para financiar seus compromissos externos - dívida externa - (HIRST, 2004). Neste contexto de

[197] Pelo Consenso de Cartagena (1984) ficou acordado que os países latino-americanos deveriam persuadir os países desenvolvidos sobre a necessidade de compartilhamento de responsabilidades sobre a questão da dívida externa dos países da região. Em setembro de 1985, o secretário do tesouro norte-americano James Backer demonstrou interesse em equacionar o problema dívida dos países em desenvolvimento, mas, de fato, o governo dos EUA não se comprometeu a injetar volumes significativos de recursos. Os bancos privados, de quem se esperavam a maior parte dos recursos, não tinha intenção de emprestar recursos novos. Com isso, o plano Backer serviu apenas para amainar os ânimos dos países latino-americanos (VIGEVANI; CEPALUNI, 2011).

vulnerabilidade externa o governo Sarney precisou barganhar[198] dois importantes contenciosos com os Estados Unidos: patentes farmacêuticas e o da informática. A partir deste momento, o esforço de industrialização, que fora preponderante desde a era Vargas, sofreu um forte revés impulsionado pela pressão norte-americana.

4.2.2 Endurecimento da política comercial norte-americana à propriedade intelectual

Ainda que não tenha ligação direta com a política energética brasileira, é seguro que a introdução do direito de propriedade intelectual no âmbito do GATT, mais especificamente durante a Rodada do Uruguai (1986), conecta-se à estratégia norte-americana de retomada hegemônica. Com a lei de patentes, eles estenderam sua legislação doméstica ao comércio internacional, criando um mecanismo adicional de acumulação de capital ao proporcionar reserva de mercado a setores industriais-chave norte-americanos em terceiros mercados. Tal medida colocaria Brasil e Estados Unidos em campos opostos na arena da política comercial às indústrias farmacêutica e de informática.

4.2.2.1Contencioso da indústria farmacêutica

O governo Geisel havia reorientado[199] a política externa brasileira com o propósito de desenvolver um projeto de inserção autonomista, cujas premissas básicas eram a atuação

[198] A compreensão das razões que levaram os Estados Unidos a travar uma batalha comercial com o Brasil nos anos 1980 exige, em primeiro lugar, uma breve análise das transformações ocorridas na economia mundial naquela década: (i) baixo crescimento econômico da economia mundial, (ii) declínio da competitividade das exportações norte-americana e aumento das vantagens comparativas deles no setor de serviços; (iii) aumento da performance exportadora dos novos países industrializados, crescendo a parcela deles na exportação total de manufaturas; (iv) crescimento da produção de conhecimento de alta intensidade, particularmente o aumento do emprego das tecnologias de informação na produção de bens e serviços. Estas tendências da economia mundial tiveram três implicações à disputa comercial Brasil-Estados Unidos: (i) justificou as políticas comerciais protecionistas das economias desenvolvidas; (ii) provocou o surgimento de novas questões aos acordos multilaterais de comércio, já que negociações bilaterais tornaram-se ainda mais difícil; e (iii) os Estados Unidos estrategicamente buscaram construir um sistema de proteção legal à propriedade intelectual, e, com isso, permitir que os produtores de tecnologias intensivas em conhecimento pudessem desfrutar seus investimentos em conhecimento (BASTOS, 1994).

[199] Na fase precedente também sob o regime militar (1964-74), a política externa foi reorientada para o alinhamento com os Estados Unidos. O Brasil abandonou a autonomia na formulação de política externa, assimilando os valores ocidentais sob a liderança dos Estados Unidos, o qual passou a moldar o perfil da política externa Brasileira (HIRST, 2004).

independente[200] e ativa no sistema internacional (HIRST; PINHEIRO, 1995; HIRST, 2004). O ministro das Relações Exteriores do Brasil, Francisco Azevedo da Silveira, procurou estabelecer um novo nível de entendimento com Washington - eliminar o alinhamento tradicional. Silveira e Henry Kissinger, secretário de Estado dos EUA, assinaram o *Memorandum of Understanding,* em 1976, que foi arquitetado como um mecanismo recíproco de troca de interesses para tornar as relações menos assimétricas ao Brasil. Mas, tal empreitada teve vida curta. A chegada de Jimmy Carter à presidência dos Estados Unidos (1977-1981) alterou o relacionamento entre os dois países, com a política externa norte-americana à América Latina colidindo com os interesses brasileiros em pelo menos dois pontos: (i) defesa dos direitos humanos chocava-se com o governo militar no poder; e (ii) condenação da política nuclear brasileira - símbolo do desenvolvimento autônomo e da soberania na segurança (HIRST, 2004).

Durante o último governo militar (João Batista Figueiredo / 1979-85) a relação entre os países não melhorou, com a rispidez norte-americana à América Latina refletindo o esforço de recuperação hegemônica deles. A estratégia do governo de Ronald Reagan de derrotar o mundo soviético-cubano afastou-nos de Washington como parceiro preferencial, com nossa política externa primando pelas relações bilaterais e multilaterais. (HIRST, 2004).

As rusgas entre Brasil e Estados Unidos no âmbito da política externa também transbordaram à esfera comercial. Como já comentado, a preocupação com seu declínio hegemônico levou os EUA a usar a política externa para pressionar seus parceiros comerciais em setores de alta tecnologia, e, com isso, atender os interesses de setores industriais norte-americanos que demandavam medidas rígidas que garantissem o crescimento dos negócios em terceiros mercados (CEPALUNI, 2005).

Nos Estados Unidos, o Presidente da República tem a prerrogativa de tratar de problemas relativos ao comércio internacional, mas cabe ao *Office of the United States Trade Representative* (USTR), a *International Trade Commission* (ITC) e ao Poder Legislativo o papel de identificar e investigar possíveis ameaças aos interesses comerciais dos EUA. O presidente, após receber os relatórios formulados pelos organismos supramencionados, decidirá se e como os Estados Unidos agirão. Então, o "interesse" comercial norte-americano

[200] Outra inflexão da política externa do governo Geisel foi com a África, que passou a condenar a política de *Apharteid* da África do Sul. Ademais, o Brasil foi o primeiro país a reconhecer a independência de Angola (1975), um fato não inédito já que o país já havia reconhecido a independência de outra ex-colônia portuguesa, Guiné-Bissau. Contudo, o traço marcante da política externa brasileira foi o país ter reconhecido a independência de um novo Estado sob um governo socialista do Movimento para Libertação de Angola (MPLA). Além disso, o reconhecimento ganhou mais importância ainda por contrariar a política externa norte-americana que apoiava a Frente Nacional de Libertação de Angola - FNLA.

será definido pelas forças domésticas, perpassando ao âmbito internacional (OLIVEIRA, 2007).

Em setembro de 1987, a *Pharmaceutical Manufactures Association* (PMA) e o USTR escolheram o Brasil como alvo preferencial na disputa comercial do setor farmacêutico. Na prática, os bens imateriais tornaram-se essenciais à estratégia de acumulação de capital da indústria norte-americana. Mas por que o Brasil? Ele era o líder econômico e político dos países em desenvolvimento. A disputa comercial serviu como instrumento de persuasão norte-americana contra os países que não dispunham de legislação adequada à proteção ao direito de propriedade intelectual. Uma ferramenta útil para "convencer" os países em desenvolvimento sobre a importância de estabelecer um rígido acordo internacional sobre o direito de propriedade intelectual no âmbito do GATT, que foi chamado de *Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights* - TRIPS (VIGEVANI; CEPALUNI, 2011).

A indústria norte-americana, a pretexto de estarem sofrendo perdas financeiras decorrentes da ausência ou da fraca proteção de seus acervos tecnológicos em terceiros países, pressionou o governo norte-americano a estabelecer padrões internacionais de proteção à propriedade intelectual. Esses padrões, "modelados presumivelmente a partir da legislação dos Estados Unidos e acoplados ao mecanismo de solução de controvérsias do GATT, viriam a tornar mais rígida a proteção à propriedade intelectual em termos mundiais". (FROTA, 1993, p. 30).

A PMA, em 11/07/1987, ingressou com petição junto ao governo norte-americano alegando ausência de proteção - pirataria - às patentes farmacêuticas no Brasil, ficando o mercado brasileiro sujeito as sanções da Seção 301 do *Trade Act*. Além da petição, ela também apresentou estudos estimando que, entre 1979 e 1987, a ausência de patentes no mercado brasileiro de produtos farmacêuticos teria provocado prejuízos de US$ 160 milhões às matrizes norte-americanas. Com isso, o USTR iniciou investigação contra o Brasil amparado pela Seção 301 da Lei de Comércio. Foram três as razões que explicam a rápida ação do governo norte-americano no caso: (i) permeabilidade do executivo a pressões empresariais; (ii) capacidade de mobilização da política da PMA; (iii) importância do mercado de fármacos brasileiro. A capacidade da indústria farmacêutica norte-americana de contribuir para reduzir o déficit comercial dos EUA tornou-a um importante elemento, o qual a PMA usou para influenciar nas decisões do poder executivo e do congresso dos EUA (BULHÕES, 2008).

Em contrapartida, as empresas farmacêuticas de capital nacional, por meio de entidades como a Associação dos Laboratórios Farmacêuticos Nacionais (ALANAC) e a Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina (ABIFINA), manifestaram opiniões contrárias à lei de patentes. Para estas associações a reduzida participação da indústria nacional no mercado doméstico de medicamentos não decorria da falta de patentes, pois, desde a abolição das patentes em 1969, as empresas estrangeiras já dominavam o mercado. A liderança era explicada por dois motivos: (i) maior poder econômico; e (ii) capacidade de inovação tecnológica - introdução no mercado de produtos obtidos por meio da sintetização de moléculas. Desta forma, a ausência de patentes não impediu o aumento da participação de mercado das empresas estrangeiras (FROTA, 1993).

Contudo, no Brasil, o debate sobre o contencioso foi difuso. A instituição mais "vocal" em defesa das patentes ao setor foi a Câmara da Indústria Farmacêutica Anglo-americana (CIAFAB), representante dos interesses das filiais norte-americanas ligadas a PMA. A estratégia perseguida pela CIAFAB foi procurar convencer a sociedade brasileira sobre os benefícios inerentes a adoção de patentes para produtos e processos da indústria farmacêutica. Para isso, argumentou que a ausência de patentes na legislação brasileira: (i) não contribuiria para desenvolver a indústria farmacêutica nacional, que detinha em 1967 37% do mercado, caindo para 15% em 1992; (ii) dificultaria o acesso a novas terapias já que lançamentos de novos produtos poderiam ser postergados em países sem proteção, pois as empresas não estariam dispostas a ver o fruto de anos de suas pesquisas serem apropriados por *free riders*; (iii) desembolso de recursos pelo setor público para pesquisas que poderiam ter sido desenvolvidas pela iniciativa privada; (iv) aumentaria a incerteza da viabilidade econômica de novos investimentos, pois as empresas não se sentiriam seguras para fazer novos lançamentos sem que, por algum tempo, pudessem desfrutar dos resultados para compensar o gastos com pesquisas; (v) sem o desenvolvimento de pesquisas não haveria como empregar pesquisadores e cientistas brasileiros; e (vi) o Brasil havia estabelecido um mau exemplo internacional. Além disso, para a CIAFAB a questão nuclear envolvendo a lei de patentes era permitir que as empresas pudessem recuperar os pesados investimentos no desenvolvimento de novas drogas (FROTA, 1993).

A introdução da lei de patentes serviu ao propósito de garantir reserva de mercado e aumento de lucro às empresas norte-americanas, que foram repatriados às suas matrizes, contribuindo para enfrentar o problema do balanço de pagamentos norte-americano. Outra questão não menos importante, a lei de patentes foi uma estratégia do tipo "chutando a

escada" à pretensão do governo brasileiro de desenvolver firmas farmacêuticas de capital nacional. Ao criar uma barreira tecnológica, a política comercial norte-americana dificultava o emprego da política industrial para estimular o processo de aprendizado de firmas de capitais nacionais, impedindo-as de competir com firmas estrangeiras que dispunham de *know-how* consolidado neste ramo de atividade econômica.

4.2.2.2 Contencioso da indústria de informática

Assim como na política energética, o governo Geisel também ousou na política de informática. Sua característica central foi a ênfase no desenvolvimento da competência tecnológica nacional. Isto representou uma inovação, pois as estratégias de política industrial até então não contemplavam tal questão. Outro aspecto inovador da política de informática foi o argumento que o domínio da competência tecnológica (estado da arte) só poderia ser alcançado por meio de empresas genuinamente nacionais, por isso, a partir de 1977, o Estado concedeu reserva de mercado às empresas nacionais nos setores mais dinâmicos da indústria (microcomputadores e periféricos), nicho de mercado ainda não ocupado pelas empresas multinacionais no setor (TIGRE, 1987). A política de informática representava uma luta científica, política e empresarial para desenvolver, sobre controle nacional, o segmento de negócio mais importante gerado pela revolução tecnológica do final do século XX (EVANS, 1988).

Mas a política de informática, especialmente a reserva de mercado, colidiu com os interesses comerciais norte-americanos. A questão de acesso ao mercado brasileiro de computadores foi o elemento central da agenda bilateral de negociações Brasil-EUA entre 1985 e 1988. Eles estimavam que o mercado brasileiro de computadores fosse o segundo em ritmo de crescimento, alcançando US$ 3,7 bilhões em 1987. Esta cifra representava somente 5% do mercado norte-americano, mas que faria do Brasil o oitavo mercado de computadores do mundo (EVANS, 1988).

Além da questão econômica, a questão geopolítica também contribuiu à disputa comercial. Os países alvos nos contenciosos norte-americanos não necessariamente são "pecadores" contra as regras do livre comércio, mas rivais bem-sucedidos cujas estratégias ameaçam a hierarquia da divisão internacional do trabalho. Neste contexto, cabe repetir uma frase dum funcionário do Departamento de Comércio dos Estados Unidos relacionada à

política de informática: “Nós deixamos o Japão ir muito longe. Não deixaremos que isto aconteça de novo [neste caso, com o Brasil].” (EVANS, 1989, p. 222).

O governo Sarney tinha conhecimento das dificuldades de negociar a política de informática com Estados Unidos. Ele não estava disposto a abandonar o projeto de crescimento econômico e o apoio às transformações industriais e tecnológicas. Sarney tinha a esperança que a restauração do regime democrático serviria como credenciais para melhorar as relações e abrir um canal de diálogo com os Estados Unidos. O primeiro sinal de não reciprocidade norte-americana foi emitido em 7 de setembro de 1985. Em pleno feriado da proclamação da independência do Brasil, o presidente Sarney foi informado que os Estados Unidos, amparados pela Seção 301, haviam instaurado uma investigação contra o Brasil (BULHÕES, 2008).

A estratégia de Reagan tinha um cunho nitidamente comercial. O governo Reagan usou sua política comercial - Seção 301 - contra a política de informática com o propósito de abrir mercados, criar mais empregos e aumentar suas exportações, justificando que a política de informática brasileira tinha restringido as exportações norte-americanas de computadores e produtos relacionados (EVANS, 1989). Como comentado na seção anterior, os EUA usaram a política comercial e política externa para pressionar seus parceiros comerciais em setores de alta tecnologia.

Após o Estado norte-americano instaurar investigação contra a política de informática, as empresas daquele país mantiveram posição cautelosa, preferindo não se pronunciar individualmente sobre a questão. Duas associações industriais do setor, a *Computer and Business Equipment Manufacturers Association* (CBEMA) e a *American Electronics Association* (AEA), se pronunciaram argumentando que a política de informática restringia seus interesses, mas foram moderadas no confronto. O posicionamento delas não é de difícil compreensão. As companhias que mais perderiam com a política de informática seriam aquelas com investimento direto no Brasil, empresas como IBM e Burroughs eram as mais vulneráveis dependendo da forma como a política de informática fosse administrada. A IBM, por exemplo, era o maior fabricante de computador no mercado brasileiro, seu tamanho era seis vezes o de seu rival mais próximo. Além disso, a reserva de mercado aumentou o tamanho do mercado aos produtores locais de computadores de porte médio, protegendo-as de empresas importadoras como *Digital Equipment Corporation* (DEC) VAXes (EVANS, 1989).

Se à época as principais empresas multinacionais - segmento tradicional - norte-americanas não ficaram felizes com a intervenção de seu governo na política de informática, o mesmo não ocorreu com novas indústrias - produtores de microcomputadores e software - que solicitaram ajuda do seu governo para garantir acesso ao mercado brasileiro. Por exemplo, a *Apple* esperava aval do Estado brasileiro para ingressar no mercado de microcomputadores no país. Ela acreditava que o seu *MacIntosh* era diferente de qualquer outro micro produzido no país. Entretanto, a Unitron, uma empresa nacional, já havia, com sucesso, "clonado" o *MacIntosh* e iniciado sua comercialização no mercado. Por isso, a *Apple* estava preocupada que o governo brasileiro aprovasse o "MAC pirata", bem como lhe proibisse de ingressar no mercado brasileiro (BECK, 2012).

Outra empresa norte-americana cuja política de informática não atendia seus interesses econômicos era a *Microsoft* - empresa líder de software nos Estados Unidos. As autoridades brasileiras não licenciaram a venda de seu software de microcomputadores - MS-DOS - no Brasil, argumentando que a Scopus, empresa de propriedade local, já havia desenvolvido um sistema operacional equivalente chamado SISNE. Tal situação enfureceu a *Microsoft* já que o SISNE possui alguns códigos copiados do MS-DOS (BECK, 2012).

Desta forma, ambas, *Microsoft* e *Apple* apresentaram suas queixas ao congresso dos EUA e à imprensa, e o Congresso novamente acusou a política de comércio norte-americana para o Brasil de ser *soft*. Em 13 de novembro de 1987 a Casa Branca anunciou que iria de fato retaliar o Brasil, taxando em 100% 66 itens da pauta de exportação brasileira aos EUA (incluindo veículos, aviões, calçados, suco de laranja, produtos de petróleo refinado, ferro e aço), bem como embargou as exportações norte-americanas de computadores ao Brasil. Em termos monetários, a retaliação representou US$ 105 milhões, valor equivalente às perdas estimadas pelas empresas norte-americanas pela política de informática. As palavras de uma autoridade norte-americana ilustram o desgaste das relações políticas entre os dois países: "Esta resposta é a única forma de podermos mostrar aos brasileiros que não somos apenas um tigre de papel". (BECK, 2012, p. 120).

Em 1983, o governo norte-americano já havia acusado a política de informática brasileira de protecionista e contrária aos interesses de corporações multinacionais norte-americanas. Por meio de relatório, o USTR afirmou que a reserva de mercado, a discriminação de invenção por agências de Estado e as restrições à importação foram os principais obstáculos aos interesses de exportadores norte-americanos. Na ocasião, o USTR foi ajudado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) e pela Federação das Indústrias do

Estado de São Paulo (FIESP), está última, em abril de 1983 publicou sua crítica à política de informática baseada em argumentos similares ao relatório produzido pelo USTR. Em defesa da política de informática, a Associação Brasileira da Indústria de Computadores e Periféricos (ABICOMP) acusou as duas associações comprometimento com os interesses de subsidiárias de multinacionais instaladas no Brasil (BASTOS, 1992).

A defesa da política de informática (*lobby*) pelo *win-set*[201] doméstico brasileiro como supracitado foi assumida por algumas entidades ligadas ao setor de informática. Por exemplo, a ABICOMP representou os interesses dos fabricantes nacionais de computadores, a Sociedade Brasileira da Computação (SBC) os dos professores universitários de informática e a Associação de Profissionais de Processamento de Dados (APPDs) os dos técnicos em computação (MATTOS; VASCONCELLOS, 1988). Entre elas, a ABICOMP tornou-se a mais ferrenha defensora da política de informática. Até agosto de 1979 os fabricantes nacionais de hardware estavam afiliados à Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), mas por entenderem que a entidade não apoiaria seus interesses - política de informática - abandonaram a associação para criar a ABICOMP. Esta última foi criada com o propósito de defender os interesses (*lobbies*) genuinamente nacionais dos fabricantes de computadores.

Do ponto de vista tecnológico, o sonho da autonomia na indústria de informática só foi possível com o desenvolvimento de um sistema nacional de inovação para este fim. A fabricação de computadores domésticos (não apenas a montagem) viabilizou-se no Brasil em 1970 pelo conhecimento acumulado por institutos de pesquisas instalados no país, tais como o laboratório de Física do Estado Sólido do departamento de Física da Universidade de São Paulo (USP), o laboratório do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e do laboratório de sistemas digitais da Escola Politécnica da USP (BASTOS, 1992). Ainda que o sonho não tenha se concretizado, o Estado, de modo empírico, estabeleceu a rota tecnológica ao desenvolvimento da indústria de informática no país. Ele, de modo precoce, aplicou teses neoschumpeterianas à construção de competência tecnológica ao desenvolvimento das forças produtivas autônomas em setores de alta complexidade tecnológica.

Nota-se que o Brasil, ao longo dos anos 1980, colecionou uma série de dissabores em sua estratégia de desenvolvimento tecnológico em setores indústrias-chave à economia brasileira. Não bastasse a ocorrência dos choques externos, a busca pela retomada

[201] Conjunto de interlocutores domésticos envolvidos numa negociação internacional. Ele geralmente é composto por Organizações Não Governamentais (ONGs), movimentos sociais, *lobbies*, partidos políticos, parlamentares e governos subnacionais (OLIVEIRA, 2003).

hegemônica norte-americana contribui ao desmantelamento do esforço brasileiro ao desenvolvimento tecnológico como na indústria farmacêutica e na de informática. Entretanto, na década seguinte, auge do neoliberalismo materializado pelo Consenso de Washington, o projeto desenvolvimentista brasileiro seria sepultado conforme abordaremos na seção seguinte.

4.3 Década de 1990, Consenso de Washington e intensificação da descontinuidade

Na década de 1990 muitos problemas que já se mostravam presentes na década passada intensificaram-se, com, por exemplo, a semi-estagnação transformando-se em estagflação. A nova ordem internacional erigida principalmente a partir dos anos 1980 solapou a América Latina, e no Brasil não foi diferente.

Do ponto de vista econômico, a taxa média anual de inflação na primeira metade da década de 1980 foi de 135% a.a., saltando para 727% na da segunda metade da mesma década. Na primeira metade da década seguinte (1990) ela já ultrapassava 1300% e caindo abaixo de dois dígitos na última metade em decorrência do Plano Real (ver tabela 26).

Tabela 26 - Brasil: duas décadas de indicadores socioeconômicos selecionados

INDICADORES	1980-1984	1986-1989	1990-1994	1995-1999
Inflação medida pelo IPCA-IBGE (% a. a.)	135,79	727,69	1.321,27	9,56
Variação do PIB (%)	1,65	4,39	1,24	2,05
Coeficiente de Gini	0,59	0,61	0,60	0,60
Part. na renda dos 50% mais pobres (%)	12,84	11,96	12,29	12,32

Fonte: IPEADATA, 2014. Elaborado pelo autor.

Considerando o aspecto produção, vê-se que o crescimento do produto interno bruto foi instável nas duas décadas, porém o desempenho dele nos anos 1990 foi ainda pior que a década anterior. O comparativo entre as duas décadas pela perspectiva social foi pouco significativa. Tanto o coeficiente de Gini - mede a distância média entre a renda dos agentes - com a participação na renda apropriada pelos 50% mais pobres alteraram-se muito pouco, mantendo-se estacionadas a um nível elevado.

Diante de tal contexto, é, no mínimo, questionável a interpretação do mundo desenvolvido (G7[202]) à causa da crise vivenciada pelo Brasil, além dos demais países latino-

[202] Grupo dos sete países mais desenvolvidos: Estados Unidos, Alemanha, Canadá, França, Itália, Japão e Reino Unido.

americanos e as reformas necessárias para superá-la. “Consenso de Washington”, como notoriamente ficou conhecido, surgiu em decorrência da crise da teoria do desenvolvimento econômico fundada nos anos 1940 e 1950, principalmente pela escola de pensamento latino-americana (Teoria Cepalina). Sob forte influência do *mainstream*, principalmente da Escola de Chicago, da Teoria das Expectativas Racionais e da Teoria da Escolha Pública, estruturou-se a partir de Washington uma coalizão de forças no núcleo do capitalismo formado por instituições legitimamente norte-americanas (Departamento de Estado, Tesouro, FED), agências multilaterais (FMI, BM), ministros das finanças dos demais países do G7 e os 20 maiores bancos internacionais, que, amparados em axiomas propagadores da superioridade universal dos mercados, exerceu “poderosa influência sobre os governos e as elites da América Latina”. (PEREIRA, 1991, p. 5). O professor Wilson Barbosa nos oferece uma excelente síntese sobre a capacidade de convencimento do centro sobre a periferia capitalista.

> A falácia das políticas econômicas das metrópoles e do FMI está na sua suposta universalidade. Dentro do espírito da velha economia neoclássica, brincando com demonstrações bidimensionais como um ambulante brinca com argolas, pretende convencer com a verdade de seus falsos axiomas. Quanto às elites dos países subdesenvolvidos, que gazetearam as aulas da escola, é possível que as convençam. (BARBOSA, 1998, p. 84).

Para tal coalização, a crise latino-americana decorria basicamente de dois determinantes: tamanho excessivo do Estado e do populismo econômico de seus gestores. Em relação ao primeiro determinante, o tamanho excessivo derivava do modelo protecionista de substituição de importações capitaneado pelo Estado, do tamanho e do número excessivo de empresas estatais e, por fim, da excessiva regulação econômica. Por outro lado, o populismo fiscal era consequência da incapacidade dos gestores latino-americanos de controlar o déficit público e as demandas salariais do setor público e privado (PEREIRA, 1991).

Quadro 5 - Instrumentos e objetivos propostos pelo Consenso de Washington

MEDIDAS	OBJETIVOS
a) disciplina fiscal; b) priorização dos gastos públicos; c) reforma tributária; d) liberalização financeira; e) regime cambial;	Curto prazo: foco no combate a inflação usando instrumentos ortodoxos, tais com ajuste fiscal, taxa de juros positivas e de câmbio determinados pelo mercado.
f) liberalização comercial; g) investimento direto estrangeiro; h) privatização; i) desregulação; j) propriedade intelectual	Médio prazo: foco na redução do tamanho e Estado e na orientação de mercado para estimular a modernização e o crescimento econômico.

Fonte: PEREIRA, 1991; BATISTA, 1994 (pai). Elaborado pelo autor.

Diante de tal diagnóstico, a solução à crise requeria uma ampla reforma econômica. No curto prazo, o propósito era combater o populismo econômico, buscar o equilíbrio fiscal e

estabilização, principalmente, dos preços (ver quadro 5). No médio prazo, o foco era o crescimento econômico impulsionado pelo mercado, para tanto, era necessário reduzir o tamanho do Estado, promover a liberalização comercial e promover as exportações (PEREIRA, 1991).

Para isso, os promotores do Consenso de Washington propuseram um conjunto de medidas econômicas que conectam-se ao propósito de reduzir o tamanho do Estado e de promover maior abertura econômica para bens, serviços e fluxo de capitais em "nome de um grande princípio: o da soberania absoluta do mercado autoregulável nas relações econômicas, tanto internas quanto externas." (BATISTA, 1994, p. 18). Contribui para isso a crença velada que as livres forças de mercados, num contexto de maior abertura econômica, encarregar-se-iam de promover a reestruturação produtiva ao incentivar o ingresso de capital, tecnologia e conhecimentos oriundo do mercado internacional. Neste período, o emprego da política industrial passou ser visto como retrógrado e ineficaz (CANO, SILVA, 2010).

No Brasil, foi o governo Collor quem primeiro aplicou o receituário proposto pelo Consenso de Washington. Em seu primeiro ano de mandato, adotou três medidas importantes: (i) reformas institucionais e econômicas alinhadas com o Consenso de Washington; (ii) tentativa de controle do processo inflacionário; e (iii) uma ativa Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE). Dado o propósito de nossa pesquisa, nos ateremos apenas ao terceiro item. A política industrial tinha dois vertentes. De um lado, ela priorizava aumentar a competitividade dos bens produzidos internamente usando a abertura econômica para incentivar a entrada de bens importados e de investimento estrangeiro direto, bem como, alterou a legislação de controle de mercado e proteção ao consumidor. Na outra vertente, ela buscou apoiar o desenvolvimento tecnológico com prioridade ao aumento da qualidade dos produtos e da produtividade. A análise *ex post* da PITCE mostra a desproporcionalidade entre as duas vertentes da política industrial. As medidas de competição, principalmente a abertura comercial sobrepuseram as de incentivo ao aumento da competitividade. Dito de outra forma, houve ampla predominância da abertura comercial e da liberalização dos mercados e o fracasso da estabilização da inflação levou ao abandono da política industrial como instrumento de transformação das forças produtivas, que ficou a cargo das forças de mercado (ERBER; CASSIOLATO, 1997).

Vê-se, deste modo, que o Estado brasileiro abandonou sua postura intervencionista como indutor do processo de transformação das forças produtivas, em seu lugar, em sintonia com o Consenso de Washington, emergiu a ideologia do Estado mínimo, deixando o setor

industrial brasileiro sempre acostumado à proteção oferecida pelo Estado desamparado. Então, a política industrial no governo Collor rompeu com o padrão de política industrial das décadas anteriores, mudando o foco da expansão da capacidade produtiva à competividade.

Com o propósito de reorientação do papel do Estado, o governo Collor, por meio da lei 8.031, de 12 de abril de 1990, criou o Programa Nacional de Desestatização (PND reverso). Na contramão de seus acrônimos durante os governos militares - I e II PND - o Programa tinha como objetivo fundamental transferir a propriedade e o controle das empresas estatais à iniciativa privada, reordenando o papel do Estado na economia. A medida tinha o propósito de instaurar a disciplina fiscal, a retomada dos investimentos quando as empresas estatais fossem transmitidas à iniciativa privada, a modernização do parque industrial brasileiro, e, por fim, ao fazer definhar o Estado empresário, impulsionar o Estado mínimo (BRASIL, 1990).

No governo Itamar, empossado após o *impeachment* do governo Collor, em dezembro de 1992, a orientação de política econômica não mudou substancialmente, exceto pela tarifa aduaneira que foi reduzida de 32% em média em 1990, para 14% em 1993. Na prática, a indústria nacional sofreu um choque de concorrência, especialmente num contexto em que setores industriais dos países desenvolvidos desfrutavam duma vantagem competitiva em setores tais como: eletrônica, química, comunicação e novos materiais (TONI, 2013).

No governo Fernando Henrique Cardoso (FHC) a descontinuidade com a política industrial seria mantida, com a predominância da política industrial implícita[203]. Com foco na estabilização dos preços, os instrumentos de política macroeconômica foram condicionados ao controle do processo inflacionário. A taxa de juros foi elevada acima da média internacional, a taxa de câmbio - com taxa de juros doméstica elevada e mobilidade ao capital externo - sobrevalorizou-se (âncora cambial) e a política fiscal - com corte dos gastos públicos - foi contracionista. Em consequências, as medidas produziram uma política industrial implícita, com resultados desfavoráveis ao setor industrial.

Não é exagero argumentar que no governo FHC a política industrial subordinou-se ao principal objetivo do Plano Real: controle da inflação. A PICE de 1995 criou instrumentos de intervenção baseados na política: (i) de investimento; (ii) de capacitação tecnológica, (iii) de comércio exterior; (iv) de capacitação de recursos humanos; e (v) apoio às microempresas e empresas de pequeno porte. (BONELLI, et al., 1997). Também conhecida como política industrial explicita, ela, com exceção do setor automotivo, mostrou-se pouco efetiva e, assim

[203] Termo empregado por Fábio S. Erber para que enfatizar que a política industrial é interdependente com outras políticas econômicas, como, por exemplo, a política fiscal, monetária e cambial. Mesmo que elas tenham sido empregadas com outros propósitos (ERBER, 1992).

como no governo Collor, também houve a predominância das políticas macroeconômicas sobre a política industrial.

O governo FHC, em nome da orientação de mercado e da redução do tamanho do Estado apostou nas privatizações, que asseguraria recursos ao Tesouro sem o aumento de impostos. Ademais, as privatizações proporcionariam boas oportunidades de negócios ao setor privado com a promessa da retomada o investimento e do crescimento econômico. Marcos Cordeiro Pires expressou da seguinte forma a força gravitacional que o processo de privatização exercia sobre os adeptos do Estado mínimo - neoliberais.

> As privatizações passaram a ser defendidas como a panaceia que curaria todos os males da economia. Privatizar passou a ser sinônimo de gastos públicos sobre controle, de aumento da produtividade, de eliminação de "cabides de empregos", de maior concorrência, de tarifas e preços mais baratos, etc. (PIRES, 2012b, p. 393).

A nova ordem econômica internacional não foi nada favorável ao Brasil. Os constrangimentos econômicos e políticas internacionais condenaram a estratégia desenvolvimentista que contribui para erguer no Brasil a maior e mais diversificada base industrial da América Latina, inclusive com pretensão de desafiar os países desenvolvidos em setores econômicos de vanguarda tecnológica nos anos 1980. Com a ascensão neoliberal fomos "convencidos" a trocar o planejamento de longo prazo e o projeto desenvolvimentista por fórmulas universalistas, dentre elas, por exemplo, a privatização foi vendida como poderoso elixir milagroso para todos os males da economia. Nos anos 1990, a predominância do controle inflacionário e o processo de enxugamento do Estado cobraram o seu preço. As políticas macroeconômicas de viés contracionista lograram a estabilização dos preços, mas criaram uma política industrial implícita desfavorável que nos aprisionaram num legado de curto prazo que impedia o uso de políticas estratégicas para fomentar o padrão de desenvolvimento industrial capaz de acompanhar a evolução tecnológica das economias mais avançadas. Além disto, como mostrado à política energética, no Brasil as principais rotas tecnológicas foram estabelecidas principalmente por arranjos institucionais em que as empresas estatais lideravam-no. Com o processo de privatização - reorientação pró-mercado - as firmas no Brasil sob o controle da iniciativa privada não apresentam a mesma disposição ao aprendizado tecnológico, fazendo que o *gap* tecnológico em relação às nações mais avançadas fosse ampliado.

4.4 A retomada da política industrial na década 2000

Os anos 1980 e principalmente os 1990 não foram favoráveis ao planejamento industrial. De forma objetiva, o país não empregava o planejamento industrial explícito desde os governos militares, com o arcabouço existente sendo desfigurado ao longo dos anos 1990. Como mostrado na seção anterior, a preocupação com a inflação e o déficit fiscal colocou a questão macroeconômica em primeiro plano. Na esfera política, a crise do Estado de bem-estar social e ascensão ao neoliberalismo, que na América Latina materializou-se sob a forma do Consenso de Washington, operou como instrumento ideológico implacável à ação do Estado na promoção da estrutura industrial. Isto é particularmente importante ao Brasil, já que ele, seja pela intervenção direta ou pela construção de arranjos institucionais, contribui decisivamente ao desenvolvimento da base industrial brasileira. Por isto, nas subseções seguintes analisaremos as três versões de política industrial brasileira no novo milênio.

4.4.1 PITCE: uma tentativa de estratégia horizontal

A chegada do governo Lula ao Palácio do Planalto, no limiar do século XXI, renovou as esperanças de retomada do planejamento industrial no país. Por um lado, o país vivenciou uma situação impar configurada pelo setor externo da economia, com os termos de intercâmbios movendo-se em favor dos preços de matérias-primas e alimentos combinada com a redução nos preços das importações de bens industrializados, em grande medida explicado pelo "milagre econômico" chinês. Isto permitiu o acúmulo de reservas internacionais e a própria melhora na renda nacional. Por outro, os Estados Unidos, locomotiva da economia mundial durante grande parte do século XX vem perdendo força. A crise financeira global de 2007 originada lá contribuiu para colocar em dúvida, ao menos nos planos econômicos, a sua hegemonia, oferecendo margem de manobra aos países periféricos desenvolver estratégias na contramão da retórica do *mainstream*.

Mantendo a preocupação com a gestão da política macroeconômica, o governo Lula priorizou uma nova trajetória para o desenvolvimento econômico que demandava o emprego de políticas públicas explícitas com o propósito de transformar a atividade produtiva doméstica. Para tanto, ele, em 2003, formulou a PITCE que foi lançada no ano seguinte priorizando "o aumento da eficiência econômica, do desenvolvimento e da difusão de

tecnologias com maior potencial de indução do nível de atividade e de competição no comércio internacional". (BRASIL, 2003, p. 2).

Com a política, percebe-se o desejo do governo de atualizar o conteúdo tecnológico da indústria doméstica e inseri-lo no comércio internacional. Deste modo, além da retomada da política industrial explícita - contramão das décadas anteriores - a PITCE do governo Lula também teve o mérito de introduzir os temas inovação e competitividade como elementos estratégicos ao desenvolvimento de um padrão industrial para o país, que é bem mais ambicioso que processo de substituição de importações que vigorou até os anos 1980 (ARBIX, 2010).

Para isso, a PITCE foi desenhada estrategicamente em três eixos: linha de ação horizontal, linha de ação vertical - apoio a setores estratégicos e linha de apoio a setores portadores de futuros. No primeiro eixo, plano horizontal, a ação do Estado foi direcionada a todos os setores de atividade econômica, já que o esforço de inovação, desenvolvimento tecnológico, aperfeiçoamento da inserção internacional, modernização industrial e aperfeiçoamento do ambiente institucional se espraiam a toda sociedade. Na linha ação vertical ou "escolha dos vencedores" como designada pelo *mainstream*, a PITCE elegeu os setores com vantagens comparativas dinâmicas, e, por tanto, indispensáveis à acumulação de capital: semicondutores, software, bens de capital e fármacos. Por fim, na terceira linha de ação, a PITCE estabeleceu como foco a preocupação com tecnologias "com potencial para transformar radicalmente produtos, processos e formas de uso a médio e longo prazos. Dentre essas, biotecnologia e nanotecnologia são duas atividades cuja importância fala por si". (ABDI, 2006, p. 44). O país, ao já contar com competência tecnológica na produção de bioenergia, pode usar sua vantagem comparativa para manter ou ampliar sua posição neste segmento, principalmente em etanol. Além dos setores mencionados, há espaço também ao desenvolvimento de energias renováveis.

Vê-se, deste modo, que do ponto de vista da economia política, a PITCE foi desenhada observando elementos de política industrial horizontal - conforme recomenda o *mainstream* - e de política industrial vertical em conformidade com os postulados da escola neoschumpeteriana: usar a inovação e o progresso tecnológico como motores da transformação produtiva.

Fruto do processo de desconstrução do Estado planejador nas últimas décadas, a política industrial, apesar de benvinda, enfrenta dificuldades pelo esvaziamento de instituições que desempenharam importante papel no processo de industrialização brasileira, incluindo os

departamentos das próprias empresas públicas de infraestrutura privatizadas (CANO, SILVA, 2010).

Nesta perspectiva, o problema central da política industrial resulta da falta de coordenação política, sendo desejável a criação de uma estrutura enxuta e ágil para promover a articulação institucional. Para tanto, foi criada uma agência especial vinculada diretamente à presidência da república para definir as estratégias e a execução da política industrial. Um segundo problema é que as instituições envelheceram e não conseguem acompanhar as transformações decorrentes da globalização econômica. Outro problema adicional é a falta de articulação entre as instituições públicas e o setor privado, que vem à tona quando as empresas planejam suas estratégias de inovação e não contam com o apoio estatal adequado (COMIN, 2009). Com o propósito de superar tais limitações, foi criada uma agência especial vinculada diretamente à presidência da república para definir as ações e a implantação da política industrial.

Um esforço para atenuar o problema deu-se pela criação, por meio da Lei nº 11.080/2004, da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) em 2005. A agência para-estatal foi instituída com o propósito de tornar-se responsável pela articulação entre diversas instituições relacionadas à política industrial: financiamento, apoio à P&D&I, instituições de promoção comercial e fomento às exportações. Entretanto, dado sua natureza jurídica - serviço autônomo social vinculado ao "sistema s", - a ABDI não tem controle legal sobre órgãos da administração pública, comprometendo sua capacidade de coordenação (SUZIGAN; FURTADO, 2006).

Além do aparato institucional inadequado, a PITCE também foi constrangida pela apreciação cambial decorrente da entrada de dólares principalmente pelas exportações de *commodities*, desnudando a contradição entre os objetivos da política industrial e a política macroeconômica (KUPFER, 2006). Na verdade, mesmo a troca de governo não foi o suficiente para romper-se com o núcleo da política macroeconômica preconizado pelo Consenso de Washington, em especial o regime de câmbio e taxa de juros que seguem sendo desfavoráveis ao setor industrial brasilleira, conforme evidenciaremos na sequência.

Um regime de câmbio favorável à política industrial é aquele que combinar baixa taxa de juros e taxa de câmbio subvalorizada, como na situação **A** (ver quadro 6). Neste cenário, tem-se uma situação "benigna", que estimula a produção industrial interna e as exportações. O cenário **B** é uma posição intermediária, que mostra a situação macroeconômica de um país que convive simultaneamente com altas taxas de juros e taxa de câmbio subvalorizada. Tal

cenário é comum em países que enfrentaram uma crise cambial, mas ainda não enfrentam problema inflacionário. Outra condição intermediária é o ponto **C**, trata-se de uma situação hipotética de um país convivendo com baixas taxas de juros e câmbio sobrevalorizado. Esta situação é própria de países desenvolvidos cuja sustentabilidade desta posição decorre principalmente do potencial competitivo no comércio e da solidez no balanço de pagamentos, como, por exemplo, foi o caso do Japão na segunda metade dos anos 1980 em decorrência do Acordo de Plaza. No extremo, no cenário **D,** tem-se um regime desfavorável ou "maligno" à política industrial, combinando altas taxas de juros e câmbio valorizado. Este cenário é muito comum com a situação vivenciada pelos países latino-americanos nos anos 1990 durante o auge do Consenso de Washington, mas que continua sendo o *core* da política macroeconômica.

Quadro 6 - Sistemas macroeconômicos e condições de competição

TAXA DE CÂMBIO	TAXA DE JUROS	
	BAIXA	ELEVADA
SUBVALORIZADA	**A**: Situação "benigna", posição externa sólida, taxas de juros com viés de baixa. Um ciclo virtuoso é possível.	**B**: situação "semimaligna", mas minimizada pela posição relativamente positiva da taxa cambial. Taxas de juros deveriam baixar.
SOBREVALORIZADA	**C**: Situação "semimaligna" se a posição externa inicial for sólida. Taxa de câmbio sobrevalorizado pode comprometer a posição. Taxa de juros podem continuar a baixar se o índice inflacionário estiver baixo.	**D**: Situação "maligna". Taxas de juros elevadas sustentam a taxa de câmbio sobrevalorizado, afetando desfavoravelmente as contas externas. Também pode originar um déficit fiscal de origem financeira.

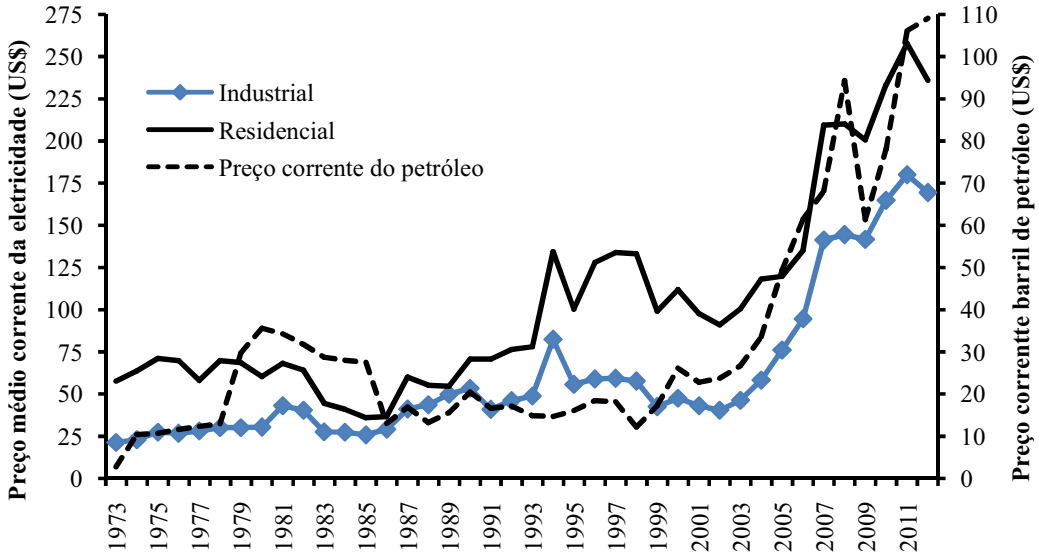
Fonte: COUTINHO, 2005, p. 433.

Outro fator de constrangimento ao setor industrial relaciona-se ao custo da energia elétrica a partir da reestruturação/privatização do setor elétrico brasileiro. Numa perspectiva, o setor elétrico dos países em desenvolvimento, principalmente latino-americanos (geração, transmissão e distribuição) foi alvo da "cobiça" de empresas norte-americanas e de demais parceiros do G7. Assolados pelo endividamento externo, as privatizações foram usadas pelos países latino-americanos como forma de abater suas respectivas dívidas externas. Pela ótica dos compradores, as privatizações permitiram acesso a uma fonte de renda com boas perspectivas de lucros e controle/propriedade de ativos valiosos a preços baixos. Pela lógica de mercado, como vários países latino-americanos negociaram simultaneamente suas empresas estatais, o preço delas caíram. Contudo, não foi este o argumento utilizado pelo BM para fundamentar as privatizações. O banco, de fato, usou a retórica da superioridade do mercado como arte de convencimento com a promessa de que a privatização do setor elétrico

iria[204] reduzir o custo da eletricidade já que aumentaria a competição no mercado (ABREU, 1999).

Especificamente no caso do Brasil, ao contrário do previsto pelo BM, o custo da energia elétrica sofreu forte elevação. Por exemplo, o preço médio corrente da energia elétrica à indústria saltou de US$ 43,2 para US$ 169,5 - quase 300% de acréscimo. Em menor intensidade, o preço médio corrente da eletricidade aos usuários residenciais aumentou mais de 140% (ver figura 27).

Figura 27 - Evolução do preço da energia elétrica e do petróleo: período 1973-2012, em US$.



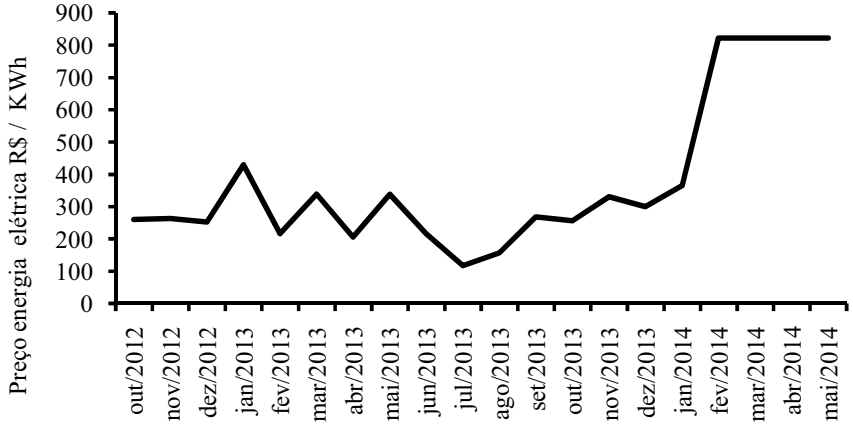
Fonte: BRASIL, 2014; BP, 2014. Elaboração própria.

Não é nossa intenção atrelar a elevação do custo da energia elétrica ao processo de privatização. A regressão linear do preço do petróleo no mercado internacional com o preço da energia elétrica à indústria apresentou um coeficiente de determinação (R^2) = 0,8175, sugerindo que 81% da variação no preço da eletricidade à indústria pode ser explicada pela variação do preço do petróleo. Para medir a intensidade da relação entre as variáveis, empregamos a correlação de Pearson (R) e o resultado encontrado foi R = 0,9042, indicando forte correlação entre as duas variáveis. Como o petróleo é uma *commodity* cujo preço é formado tanto pelo lado real como pelo lado monetário (especulação financeira internacional) da economia, logo o preço do petróleo também é condicionado pelo "humor" do mercado financeiro, com reflexos no preço da energia elétrica.

[204] As privatizações seriam responsáveis também: (i) elevar a eficiência econômica e operacional das empresas de eletricidade; (ii) reduzir a carga financeira que as empresas impõem ao Estado; (iii) reduzir o endividamento do Estado (ABREU, 1999).

A liberalização do setor de energia elétrica permitiu que um insumo fundamental à competitividade da indústria passasse a ser determinado não pelo seu custo de produção, mas no quanto os usuários possam pagar por ela. A instabilidade no preço da energia elétrica de curto prazo negociado no mercado livre (Preço de liquidação de diferenças-PLD) corrobora esta tese. A estiagem a partir de 2013 reduziu o nível dos reservatórios e o potencial de geração de hidroeletricidade, em consequência o preço da energia no mercado livre para atender a demanda adicional de energia disparou. Em outubro de 2012, o preço médio dela era R$ 260,59/KWh, e em fevereiro de 2013 ja era comercializado por R$ 822,83. Nestas circunstâncias, é de se indagar como fica o *animal spirit* dos empresários industriais para buscar uma eventual expansão da capacidade produtiva (ver figura 28).

Figura 28- Preço médio semanal da energia elétrica no mercado livre: período out./2012 a jun./2014 em R$/KWh



Fonte: CCEE, 2014. Elaboração própria

Com o exposto, constata-se a existência de três vetores que condicionaram negativamente e seguem condicionando o desempenho da política industrial: o aparato institucional inadequado, regime macroeconômico e a elevação do custo da energia elétrica ao setor industrial. Na subseção seguinte, analisaremos a segunda versão da política industrial do governo Lula, uma ampliação da PITCE.

4.4.2 Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP): uma abordagem pragmática

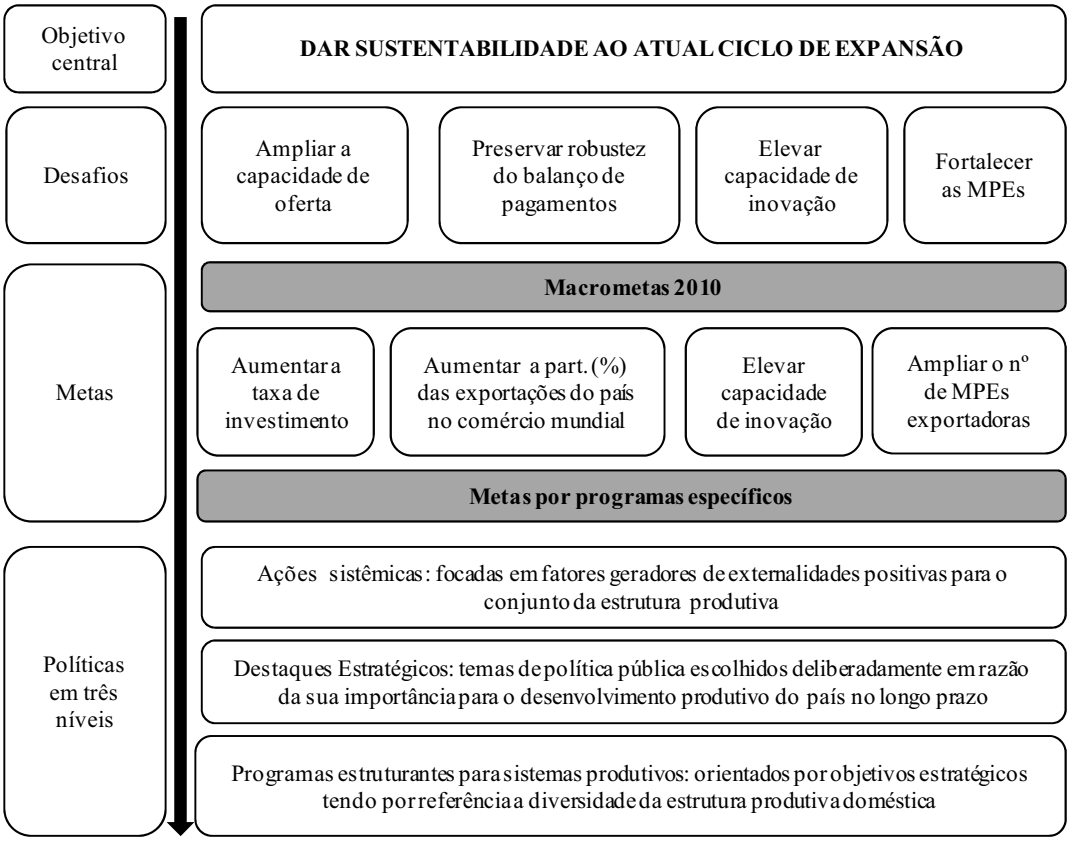
Em função dos estraves ao avanço da política anterior, o governo Lula lançou, em 2008, a PDP - também foi chamada de PITCE II. O contexto de lançamento do plano era extremamente favorável, ele foi anunciado pouco antes da eclosão da crise financeira global

em 2008. O país vinha apresentando taxa de crescimento contínuo do PIB por treze trimestres consecutivos, a taxa de inflação sobre controle, o crédito em expansão e a popularidade do governo nas alturas (TONI, 2013). O discurso do ex-presidente Lula, quando do anuncio do plano, oferece uma ótima dimensão da confiança e ambição esperada com o PDP.

> Estou seguro de que a Política de Desenvolvimento Produtivo que estamos lançando agora dará sustentação a um longo ciclo de investimentos produtivos no Brasil, com ênfase na inovação, na competitividade, no apoio ao empreendedorismo e no crescimento das nossas exportações. Mais do que uma política de governo, no dia de hoje estamos propondo ao País um compromisso entre o setor público e o setor privado, entre o governo, os trabalhadores, os empresários, os cientistas, enfim, entre todos os segmentos do povo brasileiro. Nosso País quer recuperar a capacidade de criar e ousar, e por isso mesmo a Política de Desenvolvimento Produtivo tem forte amplitude e ambições comparáveis às de outras iniciativas, que em outras épocas ajudaram a transformar economicamente o País, como o Plano de Metas nos anos 50 e 60 e o Segundo PND nos anos 70. (SILVA, 2008, p. 5).

Figura 29 - Desenho da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) 2008

O plano tinha como principal objetivo a manutenção do ciclo virtuoso de crescimento econômico do país. Para isso, a PDP estabeleceu quatro desafios a serem enfrentados (ver figura 29).



Fonte: ABDI, 2008, p. 15.

O primeiro era a própria expansão da capacidade produtiva para viabilizar o crescimento econômico equilibrado: evitar pressão inflacionária e gargalos, sendo indispensável para tanto aumentar a FBKF. O segundo desafio era a preservação da robustez do balanço de pagamentos, conectando-se à preocupação de afastar o risco de choques externos, que, num passado não muito distante, empurrou o país para crises econômicas, como, por exemplo, as desvalorizações cambiais de 1999 e 2002. Para tanto, o PDP vislumbrou a necessidade de impulsionar as exportações, principalmente nos setores cuja economia já tivesse vantagens comparativas no comércio internacional, além de diversificar a pauta exportadora (ABDI, 2008).

O terceiro desafio era elevar a capacidade de inovação nacional, que também contribuiria ao propósito de sustentar o crescimento econômico. A inovação é determinante à ampliação da competitividade doméstica e da inserção internacional, ela é útil tanto para consolidar a posição em setores que o país já tenha vantagem comparativa, tanto como em setores cuja inovação é a variável chave. Por fim, o quarto e último desafio é ampliar os mercados às Micro e Pequenas Empresas (MPEs) para elevar o nível de emprego e a inclusão social no país (ABDI, 2008).

Em alinhamento com os desafios estabelecidos, a PDP estabeleceu quatro "macrometas 2010" ou "meta-país" mirando ao ano de 2010: meta 1, aumentar a FBFK de 17,6% do PIB em 2007 para 21% em 2010; meta 2, ampliar a participação brasileira nas exportações mundiais de 1,18% em 2007 para 1,25% em 2010; meta 3, elevar o gasto privado com P&D de 0,51% do PIB em 2005 para 0,65% em 2010; e meta 4, elevar em 10% o número de MPEs no período 2006-2010 (ABDI, 2008).

A PDP a fim de lograr êxito com as quatro "macrometas" previstas estabeleceu um conjunto de políticas setoriais chamadas de Programas Estruturantes para Sistemas Produtivos. Tais programas foram estruturados em três níveis de política. No primeiro nível a PDP preocupou melhorar a competitividade sistêmica da economia brasileira, com ênfase no emprego de medidas econômicas que perpassassem o nível da firma e da indústria. São elas: fiscal-tributária, financiamento ao investimento e à inovação e garantir segurança no ambiente econômico. A política deu ênfase à promoção da competitividade sistêmica, propondo a substituição de setores-chave por uma política mais universalista. Pesou, para tanto, a compreensão de que: (i) a dinâmica da econômica mundial é permeada por constantes mudanças tecnológicas que dificulta a escolha de setores prioritários; (ii) o país tem um mercado interno de grande porte e com boas perspectivas e em expansão, que dificulta a

seleção de setores promissores. Com isso, percebe-se a preponderância da PDP pela política industrial horizontal com ênfase em políticas públicas que transbordassem a toda economia (ABDI, 2008).

No segundo nível, a PDP priorizou o fortalecimento das forças produtivas domésticas de longo prazo. Foram escolhidos seis "destaques estratégicos": fortalecimento das micro e pequenas empresas; a expansão das exportações; estreitamento da integração produtiva com a América Latina e Caribe, especialmente o MERCOSUL; integração com África; regionalização ou descentralização espacial da produção no país; e a produção ambientalmente sustentável (ABDI, 2008). Depreende-se, com isso, a opção pela estratégia velada de incentivar o crescimento econômico impulsionado pelas exportações, em especial para América Latina e Caribe e África, regiões cujas exportações brasileiras sempre registraram maior valor agregado (ABDI, 2008).

No nível três, a PDP mostrou sua natureza vertical ao preocupar-se com uma grande quantidade de setores de atividade econômica. Chamado de Programas Estruturantes para Sistemas Produtivos, a política foi segmentada em três linhas de ação. A primeira linha - Programas Mobilizadores em Áreas Estratégicas - enfatizou que competitividade depende da superação de desafios científico-tecnológicos à inovação, exigindo o compartilhamento de metas entre o setor privado, institutos tecnológicos e comunidade científica nos programas desenhados para os diversos setores produtivos. Os setores contemplados pelo programa são: tecnologias de informação e comunicação, nanotecnologia, biotecnologia, complexo industrial de defesa, complexo industrial da energia nuclear e complexo industrial da saúde (ABDI, 2008).

Na segunda linha de ação a PDP preocupou-se em fortalecer a competitividade de setores com potencial exportador ou que possam gerar transbordamento à estrutura industrial, sendo contemplados 12 setores industriais: complexo automotivo, a indústria de bens de capital (sob encomenda e seriados), a indústria naval e de cabotagem, a indústria têxtil e de confecções, complexo de couro, calçados e artefatos, setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos, setor de madeira e móveis, plásticos, o complexo produtivo do biodiesel, agroindústria, a construção civil e o complexo de serviço. Por fim, na última linha de ação, a PDP ocupou-se em consolidar e expandir a liderança em setores que o país já era forte. Foram contemplados 7 setores: setor aeronáutico, setor de petróleo, gás e petroquímica, bioetanol, mineração, siderurgia, celulose e carnes (ABDI, 2008).

Do ponto de vista da economia normativa, considerando o rumo que a política industrial pode tomar (se horizontal ou vertical), verifica-se que a PDP deu muita ênfase à horizontalidade das políticas públicas. Ela, pensando a política industrial em camadas, primeiro baseou-se em medidas econômicas que transbordassem para todos os setores econômicos priorizando: inovação e o desenvolvimento tecnológico; aperfeiçoamento da inserção internacional; modernização industrial e aperfeiçoamento do ambiente institucional.

Porém, na última camada, a PDP verticalmente elegeu os setores alvo de sua atuação. Uma primeira constatação é que ela aumentou o apoio setorial quando comparado à PITCE. Segundo, a PDP estabeleceu duas linhas de ação estratégicas: curto e médio prazo. No curto prazo, o apoio foi direcionado aos setores que o país já desfrutava de protagonismo no mercado internacional (complexos carnes, celulose, mineração) cujo foco era preservar ou manter a liderança internacional. Dito de outra maneira, de modo pragmático a politica vertical foi utilizada para aproveitar as vantagens comparativas estáticas do país. Já no médio prazo, a política industrial vertical direcionou-se ao apoio a setores cujo país tivesse potencial exportador (indústria automotiva, naval, têxtil e confecções, móveis, por exemplo). É correto inferir que no médio prazo a política industrial foi direcionada para criar vantagens competitivas rumo às exportações.

Com o exposto, cabe indagar se a PDP não foi ambígua? Ela, por um lado, enfatizou com veemência o uso da política industrial horizontal para aumentar a competitividade sistêmica do país (incentivar a externalidade positivas), mas, por outro, usou a política vertical para apoiar setores que o país já era detentor de vantagens comparativas no comércio internacional. Isto pode ser compreendido pela estratégia política do governo Lula de enfatizar o emprego de política pública de recorte horizontal para atender todos os setores de atividade econômica, mas, que de modo pragmático, usou a política industrial vertical para apoiar setores com potencial para aumentar as exportações brasileiras. Neste sentido, a passagem abaixo é elucidativa:

> Há um grande elemento de retórica política e dissimulação neste argumento, fica evidente a dificuldade essencialmente política em declarar prioridades e, sobretudo, as "não prioridades" diante da multiplicidade de grupos de pressão - com força no Congresso Nacional, inclusive - e os diversos interesses envolvidos. Aqui percebe-se claramente o uso de uma retórica tecno-administrativa, que publicamente contempla todas as demandas num nível de generalidade e abstração (todos estão incluídos igualmente, em tese). A amplitude dos setores definidos como prioritários responde a uma lógica mais política, que econômica, isto é, o governo antecipa as pressões potenciais das corporações, dos eventuais setores não incluídos nas prioridades. (TONI, 2013, p. 174).

Ao nosso juízo, a PDP foi pragmática e coerente com as “macrometas” fixadas. Em 2008 as exportações brasileiras já representavam 1,27% das exportações mundiais, logo a “macrometa” foi antecipada em dois anos. Nos anos subsequentes a participação continuou subindo, em 2013 ela atingiu 2,26% das exportações mundiais (UN CONTRADE, 2014). Outra “macrometa” em que o alvo foi alcançado é os gastos privados em P&D. Em 2007 a proporção do gasto privado com P&D em relação ao PIB foi de 0,66%; em 2010, o alvo da meta, a proporção foi de 0,78%, com o gasto do setor privado em P&D excedendo R$ 4,9 bilhões. E, em 2012, ele foi de 0,83% (MCTI, 2014). Não é nosso objetivo determinar quais foram os fatores determinantes ao êxito das “macrometas”, contudo não é descabido inferir que tanto os instrumentos horizontais e como os verticais de política industrial tenham contribuído ao seu êxito.

Contudo, metade das “macrometas” não foram alcançadas. Em nenhum dos 25 trimestres (1º trim./2008 ao 1º trim./2014) que sucederam ao anuncio da PDP a meta à FBKF foi alcançada. Apenas os terceiros trimestres dos anos 2008, 2010 e 2011 a FBKF foi superior a 20% do PIB (IPEADATA, 2014). Além disto, a PDP projetou um crescimento de 10% do número de MPEs exportadoras em relação ao ano de 2006, entretanto houve uma queda de 13,9% (MDIC, 2014a). Estas duas “macrometas”, em comum, dependem do espírito animal dos empresários e decerto a crise financeira internacional deve ter contribuído para amainá-lo. Deste modo, é prematuro atribuir o seu fracasso à política industrial horizontal ou vertical da PDP.

Todavia, nossa visão não é compartilhada por toda academia. A crítica é fruto da polarização entre as visões sobre a natureza da politica industrial: horizontal ou vertical. Logo, a corrente horizontalista é crítica a PDP pela convicção que a ação do Estado deve ser pautada pelas ações horizontais (sistêmicas) que transbordem para toda economia, mas é contrária a intervenção setorial (assim como para o caso de empresas) para aumentar ou diminuir sua importância na estrutura econômica. Nesta perspectiva, a política industrial deve ser usada para criar as condições (educação, ciência e tecnologia, infraestrutura, política antitruste e até mesmo a política macroeconômica) para o desenvolvimento de firmas com capacidade inovadora. Nesta abordagem, é necessário que o Estado e os empresários articulem-se de forma colaborativa para a eficácia da política industrial. Não cabe mais ao Estado “escolher os vencedores”, mas sim, em articulação com empresários numa tarefa de “autodescobrimento”, criar as condições ao surgimento de empresas vencedoras. Dani Rodrik,

um dos principais expoentes desta corrente de pensamento, expôs a questão da seguinte forma:

> [...] a maneira correta de ver a política industrial é como um processo de descobrimento aonde as empresas e o governo aprendam sobre os custos e as oportunidades subjacentes e se dedicam a coordenação estratégica. Os argumentos tradicionais contra a política industrial perdem muita força quando se examinam estes termos. (RODRIK, 2011, p. 153-4).

Em conformidade com esta orientação teórica, o emprego de medidas econômicas de recorte setorial não é bem visto. As críticas à PDP podem ser classificadas em três tipos. Primeiro, a política industrial deveria ser usada para alterar o padrão de comércio brasileiro muito concentrado nas exportações de *commodities* agrícolas e minerais, ao invés disto ela o intensifica ao estimular a concentração e a internacionalização de empresas exportadoras nestes setores. Segundo, a política industrial, por meio da ajuda financeira do BNDES, ao criar empresas líderes nacionais discrimina o capital estrangeiro[205]. Terceiro, o ativismo do BNDES resultou no aumento da dívida pública brasileira, com suas liberações anuais saltando da faixa de 2% e 2,5% do PIB até 2007 para uma média de 4% do PIB em 2010 e 2011 (ALMEIDA, 2013).

No sistema econômico internacional a competição transcende a esfera meramente empresarial, existe uma competição interestatal. Estados que queiram ter projeção no cenário internacional devem desenvolver suas forças produtivas para serem competitivos internacionalmente. Então, de modo pragmático, o Estado não deve se preocupar em "escolher os vencedores" e sim viabilizar um ambiente econômico para que os vencedores possam surgir[206]. Na prática, garantir a competividade internacional em setores que o país já tenha vantagem comparativa e buscar criar vantagens comparativas em setores potenciais nos parece estratégias coerentes de política industrial de curto e médio prazo. Isto, entretanto, não impede o Estado de usar a política industrial para impulsionar setores intensivos em tecnologia com maior capacidade de espraiar inovação a todos os outros setores. E, para tanto, ele deverá dispor do maior número de instrumentos de ação, sejam horizontais ou verticais.

Então, nota-se na segunda versão da política industrial um exercício de retórica por parte do governo Lula. Ele, por um lado, adota o discurso de perseguir ações horizontais, mas,

---

[205] Sobre o papel do BNDES, cabe indagar se os adeptos do *mainstream* têm saudades do Consenso de Washington, quando o banco era usado para outros fins. Sobre tal questão vale reproduzir a opinião de Marcos Cordeiro Pires: "*O escândalo do 'grampo' trouxe à luz os mecanismos utilizados na privatização do setor de telecomunicações. Visando beneficiar determinados grupos, os recursos do BNDES e dos fundos de pensão eram peças essenciais para determinar o grupo vencedor. Em muitos casos, a quantidade de 'dinheiro vivo' usada pelos compradores foi ínfima. Recursos daqueles fundos de pensão, somados aos empréstimos obtidos pelo BNDES no exterior, perfaziam a maior parte do que foi pago ao governo.* (PIRES, 2012, p. 398).

[206] Expressão forjada por Luiz Gonzaga Belluzzo (BELLUZZO, 2013).

de modo pragmático, ampara-se principalmente em instrumentos verticais para executar, como no caso da política de criação dos "campeões de exportação". A PDP é uma *upgrade* de sua antecessora, com instrumentos horizontais e verticais para perseguir estratégias de curto, médio e longo prazo. Na subseção seguinte analisaremos a política industrial no governo Dilma.

4.4.3 Plano Brasil Maior (PBM): uma estratégia defensiva

No governo Dilma, a política industrial chegou a sua terceira versão no século XXI. Sob o *slogan* "Inovar para competir. Competir para crescer", o Plano Brasil Maior (PBM) é uma versão continuada do PITCE e PDP do governo Lula. Entretanto, o contexto econômico que cingia sua formulação era bem diferente ao do governo anterior. Primeiro, o cenário à política de comércio exterior era adverso. Em 2011, as perspectivas de avanço na Rodada de Negociações de Doha da Organização Mundial do Comércio (OMC) estavam emperradas e sem expectativas de avanço - que acabaria confirmando-se no decorrer do ano. Segundo, no plano doméstico, a combinação de aumento das importações (42% em 2010) e queda na participação nas exportações de produtos manufaturados (de 55% no início do governo Lula para 39,4%, em 2010) sobre as exportações totais causou descontentamento no setor industrial, que passaram a pressionar o governo por mais ativismo em termos de política industrial - entenda-se mais proteção (VEIGA, et al., 2013). Além destes dois vetores, a crise financeira global (2008) é outra fonte de pressão que também foi ponderada na formulação do PBM, o próprio texto da medida exalta esta apreensão:

> O Plano Brasil Maior [...]. Surge num contexto conturbado da economia mundial. De um lado os países desenvolvidos mergulhados numa crise sem precedentes desde a Grande Depressão de 1929, podendo levar o mundo para uma crise sistêmica. De outro o vigor econômico dos países emergentes, liderados pelo crescimento chinês, tem garantido o crescimento mundial e evitado o *débâcle*. (BRASIL, 2014, s. p.)

Em função do exposto, o PBM foi elaborado para cumprir dois objetivos centrais: (i) "acelerar o crescimento do investimento produtivo e o esforço tecnológico e de inovação das empresas nacionais"; e (ii) aumentar a competitividade dos bens e serviços nacionais". E, para que os objetivos estipulados fossem concretizados, o PBM estabeleceu "como foco a inovação e o adensamento produtivo do parque industrial brasileiro, objetivando ganhos sustentados da produtividade do trabalho". (BRASIL, 2014, s. p.).

O Plano foi estruturado em duas dimensões: sistêmica e estruturante. Usando de instrumentos de ação horizontal ou vertical, a dimensão sistêmica tem foco de atuação na modernização da estrutura produtiva da nação. Primeiro, aumentar a eficiência da economia do país (em termos de custos e de produtividade) para tornar as empesas brasileiras competitivas no mercado internacional. Segundo, consolidar um sistema nacional de inovação (como proposto originalmente por Bengt-Åke Lundvall) por intermédio "da ampliação das competências científicas e tecnológicas" e da sua irradiação às suas empresas (BRASIL, 2014, s. p.).

Quadro 7 - Diretrizes estruturantes do Plano Brasil Maior

DIRETRIZ ESTRUTURANTE	FOCO
1) Fortalecimento das cadeias produtivas	Apoiar os setores atingidos pelas importações. Incentivar o aumento da eficiência e da agregação de valor no mercado doméstico, bem coibir práticas desleais de competição. Nota-se que tal diretriz é uma estratégia defensiva de setores econômicos contra a concorrência internacional para preservá-lo, como os setores: calçados e artefatos; têxtil e confecções, e móveis, por exemplo.
2) Ampliação e criação de novas competências tecnológicas e negócios	Usar as compras governamentais para impulsionar a criação de negócios intensivos em conhecimento e escala. Nota-se que tal diretriz é uma ação à criação de vantagens competitivas em setores intensivos em conhecimento, como por exemplo: bens de capital; tecnologias de informação, aeronáutica, entre outras.
3) Desenvolvimento das cadeias de suprimento em energias	Aproveitar oportunidades ambientais e de negócios para tornar o país um ator relevante em segmentos: petróleo e gás; bioetanol e energias renováveis.
4) Diversificação das exportações (mercados e produtos) e internacionalização corporativa	Impulsionar os bens manufaturados de média e alta intensidade tecnológica; intensificar esforço de internacionalização de empresas via diferenciação de produtos e agregação de valor; incentivar o enraizamento de empresas estrangeiras e estímulo à instalação de centros de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no país.
5) Consolidação de competências na economia do conhecimento natural:	Aproveitar o conhecimento acumulado para aumentar o conteúdo científico e tecnológico em setores intensivos em recursos naturais para aproveitar as vantagens comparativas na produção de commodities.

Fonte: BRASIL, 2014. Elaboração própria.

A dimensão estruturante, a partir de um recorte setorial, tem o foco no crescimento da eficiência produtiva, da modernização tecnológica, bem como no aumento da produtividade da indústria brasileira no contexto internacional (ver quadro 7). Sob o guarda-chuva desta dimensão, desdobraram-se cinco diretrizes estruturantes (BRASIL, 2014).

Em termos quantitativos, para alcançar os objetivos propostos o PBM fixou dez metas a serem alcançadas no decorrer do plano (até 2014):

1) expandir a FBKF de 18,4% do PIB em 2010 para 22,4% em 2014. Como mostrado na subseção anterior, tal meta não já não havia sido lograda na PDP e também não foi no PBM, por exemplo, a FBKF do primeiro trimestre de 2014 foi de 17,7% do PIB;

2) elevar o gasto privado com P&D de 0,59% do PIB em 2010 para 0,90% em 2014. Em 2012, última informação divulgada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Comércio Exterior, o gasto privado com P&D foi de 0,83% do PB;

3) aumentar o nível de qualificação dos trabalhadores (nível médio de escolaridade) da indústria de 53,7% em 2010 para 65,0% em 2014.

4) ampliar o valor agregado nacional, por meio do aumento da relação entre o Valor da Transformação Industrial e o Valor Bruto da Produção (VTI/VBP): de 44,3% (2009) para 45,3% em 2014;

5) elevar a participação da indústria intensiva em conhecimento (valor da transformação industrial de alta e média-alta tecnologia/VTI) de 30,1% em 2009 para 31,5% em 2014;

6) fortalecer as MPEs, aumentando em 50% o número de MPEs inovadoras: de 37,1 mil (2008) para 58,0 mil em 2014;

7) produzir de forma mais limpa e reduzir o consumo de energia por unidade de PIB industrial de 150,7 tep/R$ milhão em 2010 para 137,0 tep/R$ milhão em 2014;

8) diversificar as exportações brasileiras e ampliar a participação do país no comércio internacional de 1,36% em 2010 para 1,60% em 2014. Como mostrado na subseção anterior, em 2013 a participação das exportações brasileiras nas exportações mundiais foi 2,26%, antecipando em um ano o previsto.

9) elevar a participação nacional nos mercados de tecnologias, bens e serviços para energias, aumentando o (VTI/VBP) dos setores ligados a energia: de 64,0% em 2009 para 66,0% em 2014.

10) ampliar o acesso à banda larga no domicílios de 13,8 milhões de domicílios em 2010 para 40,0 milhões para 2014 (BRASIL, 2014).

Numa primeira aproximação, nota-se que as metas do PBM aumentaram tanto em termos absolutos como qualitativos. Eram 4 na PDP e passaram para 10 no PBM. Na prática, as “macrometas” foram reeditadas e ampliadas. Com isto, a preocupação com o crescimento econômico, com o aumento dos gastos privados com P&D, com o aumento da participação das exportações brasileiras nas exportações mundiais e com o aumento no do número de MPEs exportadoras foram mantidas.

A estas metas foram acrescentadas outras: aumentar o nível de escolaridade dos trabalhadores na indústria, aumentar a intensidade tecnológica e o valor agregado da produção doméstica, aumentar a eficiência energética e a participação de bens e serviços brasileiros do setor de energia no plano internacional. Disto depreende-se que a política industrial na sua terceira versão - PBM - tornou-se mais estruturada que suas antecessoras.

Para colocar as metas em práticas o PBM estipulou um conjunto de medidas setoriais, conferindo-lhe o viés de política industrial vertical. Ao todo foram escolhidos dezenove setores, divididos em cinco blocos (ver tabela 27).

Tabela 27 - Grupos de setores apoiados pelo PBM

SETORES	Nº MEDIDAS	%
Bloco 01	**149**	**50,7**
Automotivo	30	10,2
Bens de Capital	22	7,5
Complexo da Saúde	34	11,6
Petróleo, Gás e Naval	10	3,4
TIC, e Complexo Eletrônico	24	8,2
Defesa, Aeronáutico e Espacial	29	9,9
Bloco 02	**37**	**12,6**
Celulose e Papel	6	2,0
Energias Renováveis	14	4,8
HPPC	2	0,7
Indústria da Mineração	7	2,4
Indústria Química	5	1,7
Metalurgia	3	1,0
Bloco 03	**22**	**7,5**
Construção Civil	5	1,7
Moda (Couro, Calçado, ...)	8	2,7
Móveis	9	3,1
Bloco 04	**63**	**21,4**
Agroindústria	63	21,4
Bloco 05	**23**	**7,8**
Serviços	9	3,1
Comércio	6	2,0
Serviços Logísticos	8	2,7
TOTAL	294	100,0

Fonte: MDIC, 2014b.
Elaboração própria.

É bem verdade que o número de medidas de apoio setorial não é um indicador ótimo para avaliar a importância que o setor recebeu do Estado, já que não permite determinar o volume de ajuda financeira (gastos público ou subvenções) recebida. Contudo, ao nosso juízo, ele serve como *proxy* da atenção do governo a setores específicos.

O bloco 1, composto pelos setores automotivo; bens de capital; complexo da saúde; petróleo, gás e naval; Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e complexo eletrônico, defesa, aeronáutico e espacial, recebeu metade das medidas de política industrial. A agroindústria (bloco 4) recebeu 1/5 das medidas de apoio. O restante foi distribuído aos outros

blocos em proporção semelhante. Em termos individuais, os "campeões" de atenção foram o setor agroindustrial com 20% das medidas, seguido por complexo da saúde e setor automotivo, com 11,6 e 10,2% respectivamente. No caso do setor agroindustrial, as medidas de apoio certamente foram empregadas para dinamizar as exportações do setor, enquanto que as medidas do setor automotivo certamente foram empregadas com o propósito de defender o setor da competição internacional. Ademais, cumpre mencionar que o setor de defesa, aeronáutica e aeroespacial foi contemplado com quase 10% das medidas, certamente influencias pelo bom desempenho da indústria de aviação, principalmente pela Embraer.

Tabela 28 - Quantidade de medidas de viés protecionista introduzidas pelo PBM

SETORES	QUANT.	%
TIC, e Complexo Eletrônico	9	22,5
Automotivo	8	20,0
Bens de Capital	8	20,0
Defesa, Aeronáutico e Espacial	6	15,0
Agroindústria	3	7,5
Complexo da Saúde	2	5,0
Energias Renováveis	2	5,0
Petróleo, Gás e Naval	1	2,5
Metalurgia	1	2,5
TOTAL	40	100

Fonte: Elaborada a partir de MATTOS, 2013, p. 11.

A natureza defensiva da política industrial do PBM pode ser confirmada pela análise das medidas de apoio no âmbito setorial. De 287 medidas de apoio setorial, 40 apresentaram viés protecionista (ver tabela 28). Como era de se esperar, o setor de tecnologia de informação foi quem mais recebeu medidas econômicas de viés protecionista, 9 ou 22,5% do total. Na sequência vieram os setores automotivo e de bens de capital com 8 medidas cada (20% para cada). O setor de defesa, aeronáutica e aeroespacial foi contemplado com outras 6 medidas - 15% do total (MATTOS, 2013). Mas, as ações do Estado em defesa da indústria e do mercado doméstico não é prerrogativa apenas do Brasil.

> Após um interstício de cerca de três décadas em que predominaram os ventos liberais, as intervenções públicas na indústria e no comércio voltaram a ganhar força recentemente. Governos de diferentes orientações ideológicas passaram a intervir maciçamente na economia para acudir, proteger e estimular suas indústrias e para produzir resultados comerciais sob o pretexto da crise financeira. Afinal, como caracterizar a política monetária ultra-heterodoxa do Federal Reserve, as ações multibilionárias para salvar empresas falidas como a General Motors, a reinstituição do *Buy American*, as inúmeras barreiras comerciais levantadas pela UE, desde questões sanitárias a picos tarifários, passando por regras de patentes e outras medidas questionáveis, a '*Abenomics*' no Japão, ou a escancarada intervenção do governo suíço no franco? (ARBACHE, 2013, p. 4).

O problema de competitividade da indústria brasileira não é um fenômeno recente - crise financeira global de 2008. A "sorte" dela foi alterada nos anos 1990 pela adoção unilateral da política de liberalização econômica: comercial e financeira. Ela, pega de surpresa, teve que adaptar-se ao cenário econômico mais competitivo. Todavia, esta não é missão das mais fáceis. Num contexto de baixo crescimento econômico, as reformas liberalizantes não produziram grandes estragos na indústria brasileira. Mas, o ovo da serpente havia sido depositado. A retomada do crescimento econômico combinada com: aumento do Custo Brasil, restrição da oferta de trabalho, principalmente qualificada, valorização cambial e a própria crise econômica internacional, levou ao descompasso no crescimento da indústria brasileira. Diante do exposto, é oportuno que o Estado disponha de instrumentos e coragem para perseguir estratégias a fim de atenuar a perda de dinamismo industrial e mesmo fazê-la avançar (ARBACHE, 2013).

O Plano Brasil Maior, a terceira tentativa de política industrial dos governos do PT, é a versão mais elaborada de intervenção do Estado à transformação das forças produtivas deste governo. Ele é continuidade por manter as principais linhas de ação das versões anteriores: crescimento econômico, desenvolvimento da inovação tecnológica e aumento da inserção externa da indústria brasileira. Mas, com o setor industrial minguando, o governo tratou de ampliar a política industrial para defendê-lo. Como esperado, o maior ativismo do Estado tem incomodado os economistas ortodoxos, com a resistência ideológica desferindo dois tipos de críticas. Primeira, o Estado deveria usar apenas a política horizontal por ela transbordar por toda economia - externalidade positiva. Ao invés disto, o Estado tem priorizado medidas verticais em apoio a firmas ou setores econômicos, resultando na prática, na "escolha dos vencedores". As críticas ao apoio financeiro do BNDES à consolidação de empresas multinacionais brasileiras no setor de alimentos - "campeãs nacionais" - verbalizam a crítica a esta ideia. Segunda, quando tal estratégia foi interrompida pelo governo a resistência ideológica mudou o foco, voltando-se às medidas de viés protecionista de apoio ao setor industrial e ao mercado doméstico.

Diante do exposto, é de se indagar: qual é o melhor tipo de política industrial? A resposta nos parece fácil: aquele que conseguir concretizar os resultados propostos, com menores custos. Com isto, cabe indagar qual é, então, a pior política industrial? E, a resposta nos parece mais fácil ainda: quando, em um contexto de esgarçamento - desadensamento - do tecido industrial do Estado, por falta de convicção política, não ter coragem de enfrentá-lo.

Com isto, a política industrial no século XXI tem o mérito de realçar a importância do Estado no planejamento e execução das transformações das forças produtivas. Após a ascensão da "onda" neoliberal do fim do século XX e suas consequências à atividade produtiva, o debate sobre política industrial voltou à ordem do dia. No Brasil, o governo não parece estar alheio à questão. A análise da política industrial, em conformidade com a teoria neoschumpeteriana, mostra que a preocupação com inovação tecnológica foi alvo das três versões de política industrial. Como o sucesso em tal escopo de política depende principalmente da acumulação de competência (aprendizado tecnológico), nos parece, portanto, por tratar-se de um processo de longo prazo, prematuro emitir qualquer opinião sobre seu êxito ou fracasso. Os mais bem sucedidos exemplos de política industrial - Embraer (1969), Embrapa (1973) e Petrobras-Pré-sal (1953) - têm em comum: (i) nasceram do desejo do Estado em desenvolver setores econômicos nacionais estratégicos ao país; (ii) construção de um sistema nacional de inovação para absorção e desenvolvimento tecnológico; e (iii) continuidade do projeto a despeito das flutuações econômicas foi e continua sendo determinante ao êxito do projeto. Considerando a competência tecnológica como um processo de aprendizado, ele dever ser "cultivado" com atenção para dar bons frutos.

Neste sentido, parece-nos promissora, por exemplo, a estratégia de formação e qualificação profissional tecnológica do Programa Ciência sem Fronteira, instituído pelo Decreto nº 7.642, de 13 de dezembro de 2011. Um de nossos grandes gargalos, o foco no ensino tecnológico é uma estratégia de longo prazo que pode nos trazer bons resultados, mas, para isso, é necessário que os participantes deste programa encontrem locais e condições de trabalho em centros de pesquisas no país, como no caso dos bons exemplos supramencionados. Então, faz todo sentido a fixação de metas em aumentar os gastos privados com P&D para alocação destes profissionais.

Outra questão, não menos importante, é a conexão entre as estratégias de curto e longo prazo contidas na política industrial. Como vimos, a continuidade da política industrial é essencial ao desenvolvimento da competência tecnológica, mas as crises econômicas irradiadas ao balanço de pagamentos brasileiro levaram à descontinuidade dela. Desta forma, as estratégias de fortalecimento das exportações de curto prazo, como das "campeãs nacionais" de exportação são vitais à estabilidade do balanço de pagamentos, e, com isso criar o ambiente econômico adequado à busca dos objetivos de longo prazo. Ademais, nos parece plausível o uso da política comercial como instrumento de defesa de indústrias e do mercado interno brasileiro, pois, num contexto de crise internacional é muito comum a estratégia de

diversos países de compensar a redução na demanda doméstica pelo aumento das exportações, e isto tem contribuído na perda de dinâmica do setor industrial brasileiro.

Porém, cumpre ainda analisar a importância conferida especicamente às energias renováveis na política industrial do século XXI, bem como ela posiciona-se, para uma eventual transição energética. E, é sobre isto que vamos nos dedicar na seção seguinte.

4.5 Política industrial e as energias renováveis: balanço e perspectivas

Ao analisarmos o contexto socioeconômico que vem servindo de pano de fundo para nossas reflexões, durante a década de 2000, constatamos que o ambiente econômico se tornou ainda mais restritivo para as políticas industrializantes. Os impactos das políticas macroeconômicas, as restrições ambientais e o elevado custo dos bens energéticos, contribuíram à perda de dinamismo do setor industrial, fato que pode ser observado tanto em nossa pauta de exportações como também pelo elevado patamar de penetração de bens importados no mercado local. Entretanto, sabemos que do ponto de vista de uma economia capitalista, as restrições para um agente ou setor acabam gerando oportunidades para outros agentes e setores. Deste ponto de vista, para o desenvolvimento de políticas industriais no setor energético, por isso, um ambiente tão restritivo deveria ser um importante impulsionador deste setor. Vale recordar que projetos de grande porte, como a exploração de petróleo *offshore* e também o PROÁLCOOL, tiveram como incentivo os dois choques do petróleo que se sucederam durante a década de 1970.

Conforme discutiremos a seguir, a elite dirigente do país não logrou êxito em aproveitar aquelas oportunidades para realizar uma efetiva política industrial para um setor tão estratégico como o energético. No "balanço" a seguir levantaremos elementos para dar suporte a esta premissa.

4.5.1 PROINFA: política industrial explícita às energias renováveis

Nos anos 1970, a energia ganhou status de preocupação à humanidade. À época, a preocupação com esgotamento do combustível fóssil resultou em duas políticas ativas bem definidas: expansão da oferta de petróleo em outras áreas (além do oriente médio) e a substituição do petróleo por novas fontes energéticas. O ritmo da taxa de crescimento do

consumo de petróleo caiu principalmente nos países desenvolvidos e novas fontes de petróleo foram descobertas em outras regiões. Com estas mudanças estruturais, a preocupação com o esgotamento físico de petróleo foi amainada, porém, do ponto de vista geopolítico, a dependência de petróleo oriundo do Oriente Médio pelo Ocidente foi um grande incômodo.

Entretanto, a preocupação com a disponibilidade de recursos fósseis ampliou-se à preocupação ambiental, especialmente com o efeito estufa que também ganhou status de questão política global, com dois vetores sobre a geração de energia elétrica servindo como termômetro para tal preocupação. Por um lado, o consumo de eletricidade seguiu crescendo (relação positiva entre crescimento econômico e do consumo de energia elétrica, como mostrado no capítulo 3), e, por outro lado, a preocupação com a fonte de energia tornou-se latente. Por exemplo, a oposição à energia nuclear é crescente, antecipando os desastres nucleares de Chernobyl (Ucrânia-1986) e Fukushima (Japão-2011). A resistência à instalações de usinas hidroelétricas também, principalmente em decorrência da construção de barragens é muito forte pelos impactos socioambientais. Ademais, a geração de energia elétrica por meio de centrais termelétricas também são alvos de críticas em decorrência da emissão de gases de efeito estufa (OLIVEIRA, 1990). Em consonância com a preocupação ambiental, a esperança de enfrentamento ao *trade-off* supramencionado foi depositada nas energias renováveis.

No Brasil, a crise energética provocou uma guinada na orientação de política econômica. Assumindo o governo após um ciclo de crescimento exuberante ("milagre econômico"), o governo Geisel preferiu não usar medidas macroeconômicas convencionais (contração da demanda agregada) de enfrentamento à crise. Ao contrário, ele implantou o II PND com metas ambiciosas para reduzir a dependência de petróleo e mudar a matriz energética do país. O Plano priorizou a expansão: da oferta de petróleo (Petrobras), da produção de etanol (Proálcool), da produção de energia elétrica (principalmente Itaipu) e a construção de oito novas centrais eletronucleares (Angra II e III).

O II PND foi a última grande ação estruturada do Estado brasileiro no âmbito de política energética. Nos anos 1980, o espraiamento da "onda" neoliberal serviu como instrumento de contestação à intervenção do Estado na economia, com a dominância da retórica do Estado mínimo de Adam Smith. Os EUA, alheios a sua responsabilidade no mercado financeiro internacional, aumentaram a taxa de juros básica (*Prime)* a fim de controlar a sua inflação. Em contrapartida, recursos que financiavam atividades produtivas pelo mundo foram drenados ao mercado financeiro norte-americano em busca do binômio: rentabilidade-risco. A reorientação da política monetária norte-americana foi duplamente

perversa ao Brasil:(i) encareceu os serviços da dívida externa brasileira; e (ii) paralisia do mercado de crédito. Com isto, a estratégia de ampliação das fontes e da produção de energia foi minada.

Nos anos 1990, auge das ideais neoliberais no Brasil, o Estado esteve comprometido com a estabilidade de preços e a reestruturação produtiva da economia, que, em nosso caso, foi sinônimo de desregulamentação econômica (abertura comercial e financeira) e privatizações. Em tal contexto, a agenda de política econômica foi dominada pelas questões de curto prazo (estabilização monetária e cambial e equilíbrio fiscal) em detrimento das questões de longo prazo, que também perpassou ao setor energético.

> Dentro do espírito da economia de mercado, estabeleciam-se como diretrizes gerais a privatização, sem distinção de origem do capital, e a extinção dos monopólios, sem maior atenção pela existência de monopólios naturais. Não figurava explicitamente, entre as preocupações dos reformistas no governo, a questão da responsabilidade pelo adequado suprimento de energia, a longo prazo. (LEITE, 2007, p. 287).

Pesou na reorientação da política de energia elétrica brasileira o documento publicado pelo BM: *The World Bank's Role in the Electric Power* (1993). Em sintonia com a ascensão das ideias neoliberais, o documento exortou a necessidade de modernização e aumento da disponibilidade de energia elétrica. Para tanto, o BM "recomendou" a reorientação na substituição do investimento das empresas estatais, muitas vezes viabilizado pelo próprio banco, pelo investimento do setor privado sob o argumento de que o setor público não mais exercia com eficiência este papel (WORLD BANK, 1993).

Uma consequência visível da reestruturação energética foi a crise de oferta de energia elétrica, mais conhecida como "apagão" do setor elétrico de 2001. Antes que ele ocorresse, o Ministério de Minas e Energia elaborou em fevereiro de 2000, o Programa Prioritário de Termoelétricas (PPT), cujo propósito era mitigar o risco de desabastecimento de energia elétrica. Na prática, o PPT era única alternativa para enfrentar a iminente crise. Não havia um plano **B**. Como não houve consenso, o Programa não seguiu adiante. Em consequência, predominava a certeza da necessidade da expansão da oferta de energia elétrica, uma vez que a relação entre oferta e demanda de energia indicava uma situação provável de escassez de energia. Com isto, pode-se destacar como aspectos negativos da reforma do setor elétrico dos anos 1990 - constrangimento ao crescimento econômico, falta de planejamento e falta de investimento na expansão da oferta - contribuíram negativamento ao desenvolvimento econômico (GIANNINI; CARPIO, 2002).

O critério à tomada de decisão sobre investimentos sob a ótica do setor privado passou a ser definido pela perspectiva risco/lucro, que era totalmente distinto daquele que prevaleceu antes da reforma do setor (privatizações). Na prática, os mecanismos de mercado, conforme tese da "mão invisível" de Adam Smith, não foram capazes de sinalizar corretamente para que os agentes fizessem os investimentos necessários para garantir o aumento da oferta de energia em sintonia com a demanda, e, com isso, afastar o risco de escassez.

A análise dos investimentos do setor elétrico à expansão da capacidade de geração de energia elétrica nas três últimas décadas do século XX ilustra bem os impactos da reforma no setor. Vê-se que a FBKF reduziu-se substancialmente na última década - aproximadamente metade das duas décadas anteriores (ver tabela 29). Em proporção ao PIB, a FBKF cai de 2,5% período 1981-1990 para 0,6% período 1994-1997, e, como consequência, o ritmo de aumento da capacidade de geração de energia também foi prejudicado. Assim, a crise do setor elétrico era anunciada.

Tabela 29 - Brasil: Formação Bruta de Capital Fixo no setor de energia elétrica, em valores e em % do PIB), médias anuais, e adição de capacidade (em GW) - 1970-1997

INDICADORES	1971/80	1981/90	1991/93	1994/96	1997
Investimento em R$ bilhões de 1996, médias anuais de cada período [a/]	10,7	12,6	8,3	5,0	5,0
Investimentos como % do PIB, médias anuais de cada período [b/]	2,1	1,5	0,9	0,6	0,6
Adição média anual de capacidade (GW)	2,0	2,5 [c/]	1,1	1,8[d/]	n.d

Fonte: BIELSCHOWSKY, 1998, p. 5.
[a/] Na média de 96, um real=um dólar;
[b/] A preços constantes de 95;
[c/] c/ Inclui parte paraguaia de Itaipu;
[d/] Inclui 2.5 GW do total de 3.0 GW da nova usina de Xingó, pertencente ao sistema integrado N-NE, e que não fornece ao SE-S do pais, onde se encontra a maior escassez de oferta energética.

Guiado pelas forças de mercado, o setor elétrico brasileiro ingressou no século XXI tendo que enfrentar um severo racionamento de energia elétrica para evitar uma crise ainda pior. Em tal contexto, como supramencionado, o alvorecer do século XXI também marcou a retomada da política industrial. Num contexto de aumento da demanda por energia e, por outro, do crescimento da preocupação com o esgotamento das fontes fósseis de energia e o aquecimento global, o governo tentou implementar uma política industrial ao setor de energias renováveis.

Do ponto de vista das dotações de fatores, o Brasil tem vocação natural à produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis. Recursos hídricos em abundância, amplas áreas férteis e a uma linha costeira com aproximadamente 7,4 mil km de extensão com intensas

correntes de ventos que favorecem a geração de eletricidade por intermédio de usinas hidroelétricas, da biomassa e do vento (VIANA; PARENTE, 2010).

Combinando tamanha dotação de recursos com o "apagão" do setor elétrico, o governo FHC, por meio da Lei nº 10.438 de 26 de abril de 2002, implantou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas-PROINFA[207], com o propósito de diversificar a matriz energética brasileira, especificamente por intermédio de empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos (PIA) de fontes eólica, pequenas centrais hidroelétricas (PCHs) e biomassa. Em sua primeira fase, o Programa firmou contratos prevendo a implantação de 3.330 MW de capacidade instalada até dezembro de 2007, proporcionalmente distribuídos entre as três fontes. Após atingir a meta de implantação o PROINFA ingressou numa fase mais ambiciosa: permitir que as três fontes alternativas de energia renovável contribuíssem com 10% do consumo nacional anual num prazo de 20 anos (CAVALIERO; SILVA, 2002).

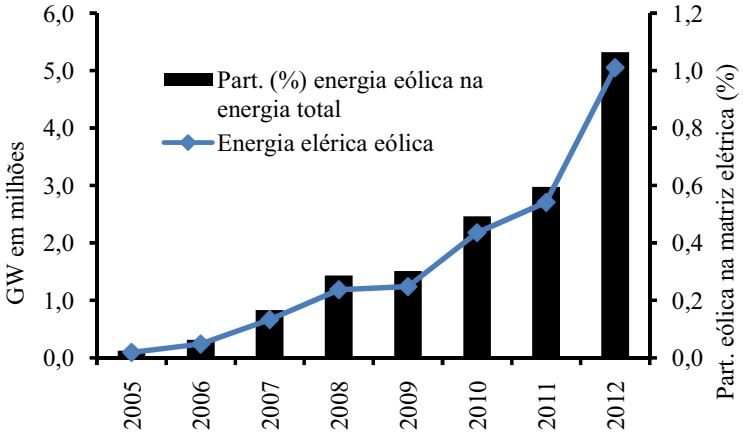
Como mostrado no capítulo 3 desta tese, a participação do Estado foi fundamental ao desenvolvimento das energias renováveis em diversos países. Para isso, foram utilizados diversos instrumentos, mas, um especial nos interessa no caso da energia eólica. Assim como o governo alemão, o PROINFA utilizou a política do *feed-in law* (garantia de preço mínimo ao produtor) para criar demanda à energia eólica. Com isto, ficou determinado que a energia gerada pelo Programa fosse contratada pela ELETROBRÁS por um prazo de 20 anos e disponibilizado no Sistema Elétrico Integrado Nacional (SIN), com valor definido pelo Poder Executivo em função de cada fonte de energia. Contudo, seria garantido um piso de 80% da tarifa cobrada do consumidor final - média nacional - nos últimos doze meses para empreendimentos eólicos. Do ponto de vista dos custos (administrativos, financeiros e encargos tributários), a ELETROBRÁS o ratearia com os consumidores finais do SIN, exceto os consumidores de baixa renda (consumo igual ou inferior a 80 kWh/mês) (CAVALIERO; SILVA, 2002).

Deste modo, o PROINFA, ao garantir preço mínimo ao produtor, impulsionou o desenvolvimento da indústria eólica no país. Merece destaque a expansão da capacidade de geração de eletricidade pela força do vento. Em 2005, o país dispunha de apenas 22 MW de

[207] Predecessor do PROINFA, o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA) criado em 05 de julho de 2001 pela Resolução nº 24 de da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (CGE), tinha os seguintes objetivos: (i) viabilizar a implantação de 1.050 MW até dezembro de 2003, de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica, integrada ao SIN; (ii) promover o aproveitamento da fonte eólica de energia, como alternativa de desenvolvimento energético, econômico, social e ambiental; (iii) promover a complementaridade sazonal com os fluxos hidrológicos nos reservatórios do SIN. E, por fim, determinou que a ELETROBRÁS, diretamente ou por intermédio de suas empresas coligadas, contratasse por um prazo mínimo de quinze anos, a energia a ser produzida por empreendimentos de geração de energia eólica, até o limite de 1.050 MW (BRASIL, 2001).

capacidade instalada, em 2008 ela já havia saltado para 1,18 GW e atingindo 5,0 GW em 2012 (ver figura 30). Em termos relativos, a participação da energia eólica na geração total de eletricidade é pouco expressiva. Em 2006 ela era de 0,06% saltando para 1,06% em 2012.

Figura 30 - Participação da energia eólica na matriz elétrica brasileira: período 2005-2012



Fonte: BRASIL, 2014. Elaboração própria

Estima-se que o Brasil tenha potencial para instalação de um parque eólico superior a 300 GW de eletricidade, com dois vetores contribuindo para tal. Por um lado, o incentivo proporcionado pelo PROINFA, e, por outro, a conjuntura externa desfavorável em decorrência da crise internacional levou a Europa e os Estados Unidos a reduzirem seus investimentos em fontes renováveis subsidiadas, obrigando as principais firmas estrangeiras do setor eólico a se instalaram no país. Atualmente existem nove fabricantes de aerogeradores no Brasil. São elas: Alstom, ACCIONA, Gamesa, GE Energy, Siemens, Suzlon Energia Eólica do Brasil, Vestas do Brasil Energia Eólica, WEG Equipamentos Elétricos S.A. (LAGE; PROCESSI, 2013; ABEOLICA, 2014; MELLO, 2013).

Do ponto de vista da aprendizagem tecnológica, as perspectivas são boas. A empresa brasileira WEG[208], por exemplo, firmou parceria com a espanhola MTOI com o propósito de fabricar aerogeradores nacionais. A WIND POWER ENERGIA S/A, instalada no complexo de Suape-Pernambuco, trabalha no desenvolvimento de um aerogerador totalmente brasileiro

[208] Em abril de 2014, a empresa firmou contrato de fornecimento de 46 unidades de aerogeradores de 2,1 MW de potência com a Alupar Investimentos S./A. (empresa de geração e transmissão) no valor de R$ 536 milhões - entrega prevista para 2015. Além dos equipamentos a empresa também fornecerá serviços de operação e manutenção por dez anos. Antes deste acordo, a WEG já havia firmado outros contratos com Tractebel, Servetec, Companhia Paranaense de Energia Elétrica-COPEL e a Companhia Estadual de Energia Elétrica-CEEE do Rio Grande do Sul. Atualmente e empresa possui uma capacidade de produção anual de 100 aerogeradores, que equivale 220 MW de energia. Considerando a questão da aprendizagem tecnológica, a WEG opera com índice de nacionalização de 80% - 20% acima do mínimo exigido pelo BNDES à área de energia eólica. Ademais, ela também está desenvolvendo aerogeradores com capacidade de 3,2 MW, com previsão para entrar em operação em três ou quatro anos (FONTES, 2014).

e noutro com capacidade superior a 4 MW de potência. Muito embora ela pertença ao grupo argentino Impsa, muitas de suas atividades de P&D&I são desenvolvidas no Brasil (LAGE; PROCESSI, 2013). Para impulsionar a indústria doméstica, o PROINFA exige 60% de conteúdo nacional dos fornecedores de equipamentos (GIDER, 2012).

Todavia, em 2012, o setor passou a enfrentar novos desafios. Por exemplo, a redução no número de novos leilões provocou a desaceleração da indústria eólica e acirramento da concorrência (oferta foi 28 vezes superior à demanda), com o preço médios por MWh na faixa de R$ 91,25 no 15º Leilão de Energia Nova, edital 06/2012, que passou a preocupar o setor. Além disto, a suspensão de seis fabricantes de aerogeradores da linha de crédito Financiamento de Máquinas e Equipamentos (FINAME) do BNDES, por não atenderem o critério de nacionalização, contribuiu para aumentar as dúvidas sobre o setor, que passou a operar com capacidade ociosidade (MELLO, 2013). A despeito de tais problemas, a energia eólica é fonte de melhor desempenho entre fontes alternativas de energia, que é explicado pelas políticas públicas de apoio aos produtores de energia (*feed-in law)* e ao desenvolvimento da cadeia produtiva do setor.

Tabela 30 - Capacidade Instalada de Geração Elétrica por fonte (GW)

FONTES	2011	%	2016	%	2021	%
Hidráulica	83,6	71,7	98,2	64,9	116,8	64,1
Nuclear	2	1,7	3,4	2,2	3,4	1,9
Térmica	17,2	14,8	25,3	16,7	26	14,3
PCHs	4,6	3,9	5,4	3,6	7,1	3,9
Biomassa	7,8	6,7	9,6	6,3	13,4	7,4
Eólica	1,4	1,2	9,4	6,2	15,6	8,6
Total	116,6	100,0	151,3	100,0	182,3	100,0

Fonte: BRASIL, 2012a., p. 76. Elaboração própria.

O Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética projeta a evolução da oferta de energia por fonte de produção (ver tabela 30). Vê-se que a energia eólica é a fonte com maior potencial projetado de crescimento da capacidade instalada entre todas as fontes, com crescimento médio anual de 22% ou variação absoluta de 1.000% no período 2011-2021. Pelos dados do estudo, a participação da energia eólica na matriz elétrica saltará de 1,4% em 2011 para 8,6% em 2021. Se somada às duas outras fontes (PCHs e biomassa) a participação das fontes alternativas de energia renovável será aproximadamente 20% da matriz elétrica em 2021.

Um efeito imediato do crescimento da indústria eólica brasileira é o aumento de suas importações, com o saldo da balança comercial sendo deficitário em todo período, exceto os anos de 1999 a 2002. Considerando o comércio internacional de aerogeradores eólicos é possível perceber o ritmo de crescimento mais intenso das importações (ver tabela 31).

Tabela 31 - Brasil - Balança comercial do item aerogeradores eólicos: período 1997-2013, em mil US$, código HS 85023100.

Ano	Exp.	Imp.	Saldo
1997	0	121	-121
1998	2.118	8.799	-6.681
1999	1.584	253	1.331
2000	441	194	247
2001	3.547	56	3.491
2002	1.805	421	1.384
2003	0	1.997	-1.997
2004	1.196	3.943	-2.747
2005	1.438	5.602	-4.164
2006	534	61.728	-61.194
2007	1.027	42.320	-41.293
2008	13.956	121.721	-107.765
2009	16.541	221.129	-204.588
2010	25.917	273.947	-248.031
2011	564	456.280	-455.716
2012	515	307.141	-306.626
2013	17.810	376.684	-358.875

Fonte: UNCOMTRADE, 2014. Elaboração própria.

Em 2006, o déficit registrado foi de US$ 61 milhões, saltando US$ 455 milhões em 2011, e retrocedendo para US$ 358 milhões em 2013. Em linha com a estratégia de cadeia produtiva global, nota-se que a produção da indústria eólica é fragmentada. Por exemplo, os principais destinos dos aerogeradores exportados pela indústria brasileira (Argentina, Índia e Estados Unidos) são justamente países sede de empresas multinacionais instaladas no Brasil, indicando a ocorrência de comércio intra-firma no setor. Corroborando esta tese, 97% das importações da indústria concentraram-se em países que são sede das empresas (China, Dinamarca, Alemanha, Índia, Espanha, EUA) instaladas no Brasil. Com isto, é possível dizer que a política industrial - *feed-in* (garantia de preço mínimo ao produtor) e exigência de conteúdo nacional - foi exitosa à do desenvolvimento da indústria eólica doméstica. Mas, a dúvida em aberto é se a indústria eólica conseguirá subir na cadeia global de valor, agregando valor à produção doméstica e às suas exportações.

Com isto, é possível projetar dois cenários. No primeiro, à luz da experiência com a política industrial defensiva do século XXI para setores econômicos com problemas de competitividade, o Estado seguirá usando uma política pública defensiva em apoio da indústria eólica doméstica, que conseguirá manter a estrutura produtiva doméstica, porém sem competitividade internacional e sem a criação de *players* globais. No segundo cenário, numa perspectiva de longo prazo, o Estado deveria coordenar uma política de PD&I para melhorar a competividade do setor e garantir sua inserção no mercado internacional. As duas estratégias não são excludentes, contudo levam a resultados distintos. Se o objetivo é apenas manter o

mercado à indústria doméstica, as políticas existentes devem dar conta do recado. Agora, se o objetivo ambicionado for maior, certamente a política industrial para o setor eólico precisará de ajustes.

Já em relação às duas outras tecnologias também contempladas pelo PROINFA (biomassa e PCH), o país já atingiu a maturidade, contando com uma cadeia produtiva consolidada e experiente, que não requer a mesma atenção da indústria eólica. Por exemplo, na tecnologia PCHs o constrangimento não é a tecnologia, mas sua expansão é cada vez mais condicionada pela preocupação com os impactos ambientais inerentes a sua instalação (IEDI, 2011).

Com isto, não é exagerado inferir que apesar das restrições existentes à continuidade da expansão das energias fósseis (ambiental, desabastecimento e elevação do custo da energia), o Estado brasileiro não conseguiu forjar uma efetiva política industrial para energias renováveis para além da energia eólica. Entretanto, na subseção seguinte no ocuparemos com algumas experiências embrionárias promissoras no âmbito das energias renováveis.

4.5.2 Tecnologias embrionárias para energias renováveis no Brasil

Existem algumas experiências em curso que poderão aumentar a presença de novas fontes de energias renováveis na matriz energética brasileira. Por isso, nesta subseção nos ocuparemos em apresentar algumas políticas públicas de apoio à expansão de produção de energias renováveis em fase embrionária no país. A primeira delas é a energia solar.

A energia solar ajusta-se perfeitamente à ideia de sustentabilidade ambiental (renovável, abundante e não poluente), contudo o elevado custo dos painéis solares e demais componentes para viabilizar a tecnologia contribui negativamente ao seu avanço, pois não se:

> [...] pode ainda afirmar que a geração fotovoltaica distribuída é competitiva de forma geral e ampla, pode-se perceber uma tendência robusta nessa direção. Em adição, pode-se perceber também que essa tendência pode ser fortalecida no sentido de ampliar o alcance da penetração da geração fotovoltaica distribuída já a curto e médio prazo. Para tanto, seria recomendável adotar medidas de incentivo, que comporiam uma política orientada para impulsionar essa forma de energia alternativa. (BRASIL, 2012b, p. 35).

A empresa brasileira FlexSolar, com sede em Joinville-SC, e o Instituto *Fraunhofer* para a Pesquisa Aplicada de Polímeros (IAP), com sede em Potsdam-Golm-Alemanha, assinaram contrato em outubro de 2012 no valor de € 4,8 milhões para o desenvolvimento de

células solares orgânicas flexíveis. De acordo com o contrato, na primeira fase a produção se concentraria na Alemanha e numa segunda fase a produção também ocorreria em Joinville, sendo, para tanto, necessário construir uma planta piloto (VASCONCELOS, 2013; FRAUHOFER MAGANIZE, 2013). E para apoiar o projeto de desenvolvimento da energia solar, o BNDES, por meio do Plano Inova Energia, liberou crédito e subvenções econômicas a FlexSolar.

Isto decerto despertou o interesse de outra empresa catarinense. A WEG - através da energia renovável eólica - vislumbrou a possibilidade de desenvolver um *cluster* de energia fotovoltaica na região para, de modo estratégico, aproveitar o surgimento da demanda por equipamentos de energia fotovoltaica no país como decorrência de medidas adotas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Por intermédio da Resolução Normativa n. 481, de 17 de abril de 2.012, a agência concedeu,

> [...] desconto de 80% (oitenta por cento), para os empreendimentos que entrarem em operação comercial até 31 de dezembro de 2017, aplicável nos 10 (dez) primeiros anos de operação da usina, nas tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição – TUST e TUSD, incidindo na produção e no consumo da energia comercializada. (ANEEL, 2012a, s. p.).

Já por intermédio da Resolução Normativa n. 482, de 17 de abril de 2.012, a agência procurou impulsionar a geração distribuída de energia elétrica por microgeradores (<=100KW) e minigeradores (>100KW e >=1MW). Ela, para tanto, fixou a política de compensação (conhecido como *net metering*) entre energia gerada e consumida que permite que a energia "gerada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída compense o consumo de energia elétrica ativa." (ANEEL, 2012b, s.p.).

A Tezca Células Solares, localizada em Campinas-SP, é outra empresa nacional no segmento de energia solar que pretende até 2016 estar produzindo células para energia fotovoltaica em escala comercial. Com isto, vê-se que a intensidade do apoio do Estado à energia solar não foi o mesmo da energia eólica, mas a tecnologia já apresenta empresas embrionárias portadoras de futuro. Diferentemente da energia eólica, o foco da política pública foi o encorajamento de empreendimentos de pequeno porte para geração de energia solar no Brasil. Para isso, a ANEEL concedeu subvenção de impostos para empreendimentos de geração e institui o mecanismo de compensação (*net metering*) para os consumidores/geradores consumir e ofertar eletricidade na rede de distribuição de energia elétrica. Na prática, qualquer um pode comprar um painel solar para gerar energia para o consumo próprio, com a produção excedente podendo ser injetada na rede elétrica em troca de desconto na fatura de energia.

A notícia promissora no âmbito da energia solar é que o presidente da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Maurício Tolmasquim, declarou que a energia solar também fará parte dos leilões de energia reserva (LER) do segundo semestre de 2014, com a previsão de contratação de 3,5 mil MW de capacidade de geração de energia. Caso o discurso se concretize, isto abrirá espaço ao desenvolvimento da indústria de painéis solares no país, mas a concorrência internacional torna tal empreitada muito espinhosa, principalmente considerando que a indústria chinesa está transformando os painéis de energia solar em *commodity* (CHIARETTI, 2014).

Outra tecnologia em energia em fase embrionária no país é o etanol de segunda geração (2G). Fruto do conhecimento acumulado ao longo de quatro décadas (PROÁLCOOL), o país detém a liderança na rota tecnológica do etanol de primeira. E, no início do século XXI, entrou na corrida para estabelecer uma nova rota tecnológica: etanol 2G. Como já mostrado no capítulo 3, a Granbio terá a primeira planta industrial de etanol 2G do hemisfério Sul, com capacidade de produção estimada em 82 milhões de litro/ano. A Raízen, *joint-venture* entre empresa brasileira Cosan e a empresa anglo-holandesa Shell, também ingressou na rota tecnológica do etanol 2G. A empresa recebeu R$ 207,7 milhões em financiamento do BNDES para construir uma planta com capacidade de produção estimada em 40 milhões de litros e previsão de início de operação também para 2014. O Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) recebeu outros R$ 227 milhões do BNDES e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), que foram destinados para melhoramento genético e a implantação de uma planta de demonstração de etanol 2G a partir do bagaço de cana-de-açúcar (INSTITUTO CNA, 2013; BATISTA, 2013a).

Sob a perspectiva da ampliação da capacidade futura de produção de etanol 2G, a Raízen planeja levantar mais 7 usinas até 2014, todas elas próximas de suas unidades de etanol 1G para aproveitar a logística com o bagaço e palha de cana. Já a Granbio estima produzir um bilhão de litros de etanol de 2G até 2020. Para tanto, ela planeja associar-se com usinas de etanol 1G independentes para aproveitamento de bagaço e palha (ZAPAROLLI, 2014). Estimulada pela perspectiva de expansão desta tecnologia, a firma dinamarquesa Novozymes decidiu construir uma fábrica no Brasil para atender a demanda por enzimas à produção de etanol 2G, que, na prática, representa um adensamento da cadeia produtiva. Com investimento previsto de US$ 300 milhões, ela foi projetada para atender a demanda das usinas da GranBrio e da Raízen, devendo entrar em funcionamento somente a partir de 2016.

Até lá a demanda por enzima das usinas brasileiras será atendida por meio da importação de uma filial da própria empresa nos Estados Unidos (BATISTA, 2013b).

Do ponto de vista da organização econômica de mercado, o segmento já nasceu povoado por grandes grupos empresariais que contam com *expertise* para aproveitar o conhecimento tecnológico acumulado pelo sistema nacional de inovação (universidades, institutos de pesquisas públicos, laboratórios privados) na tecnologia de etanol 1G, que forma a ossatura ao desenvolvimento da rota tecnológica do etanol 2G.

O apoio do Estado ao desenvolvimento do etanol 2G começou com a rota tecnológica do etanol 1G - IAA (1933) e PROÁLCOOL (1975), e no século XXI o continua apoiando o setor. Ele lançou Plano Conjunto BNDES/FINEP de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico – PAISS, com o propósito de desenvolver a produção e a comercialização de novas tecnologias industriais da biomassa oriunda da cana-de-açúcar. Foram 57 manifestações de interesse ao programa das quais foram selecionados 35 planos de negócios de 25 empresas. Entre os planos selecionados, 13 destinaram-se a pesquisas tecnológicas em etanol 2G, 20 para o desenvolvimento de novos produtos e dois em gaseificação (FINEP, 2014). De modo complementar, em fevereiro de 2014, as duas instituições lançaram o PAISS Agrícola em apoio à cana-de-açúcar. No curto prazo o objetivo do programa é estimular, via pesquisas, melhorias nos processos de plantio e colheita, e no médio e longo prazo o foco do programa é o desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar mais produtivas, com mais fibras ou teor de açúcar, ou, então, que sejam mais resistentes à seca e pragas. (SOARES, 2014).

O biodiesel é outra fonte de energia renovável alvo de política pública. O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) foi criado em 2004 pelo governo federal para impulsionar a inclusão social e o desenvolvimento regional com a geração de emprego e renda. Para tanto, o PNPB foi estabelecido sob as seguintes diretrizes: (i) implantar um programa sustentável e promotor de inclusão social; (ii) garantir preços competitivos, qualidade e suprimento; e (iii) produzir biodiesel por intermédio de diversos tipos de oleaginosas com a finalidade de fortalecer as potencialidades regionais de cada fonte de matéria prima.

Com a Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, o governo introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira ao estabelecer obrigatoriedade de sua adição no óleo diesel comercializado em todo país. Com isto, a produção de biodiesel saltou de 736 m^3 de biodiesel em 2005 para 2.917.488 m^3 em 2013 (ANP, 2014b). Existem, atualmente, 62 plantas

produtoras de biodiesel em operação no país com capacidade instalada de 21.827,79 m^3/dia. Outras duas novas plantas estão em construção e quatro plantas existentes em fase de ampliação da capacidade de produção que acrescetarão mais 6% à capacidade instalada atual (ANP, 2014a). É oportuno o desejo do governo de perseguir a estratégia de produção de biodiesel para fomentar a inclusão social e o desenvolvimento regional. De início, criou-se uma expectativa de que o programa poderia impulsionar a produção de biodiesel principalmente, por exemplo, mamona e do pinhão-manso na região nordeste, garantindo simultaneamente a redução da emissão de poluentes e melhoria das condições de vida dos produtores destes cultivos. Contudo, o previsto - esperado - não condiz com o efetivo. No primeiro trimestre de 2014, óleo de soja, gorduras animais e óleo de algodão predominaram entre as matérias-primas empregadas na produção de biodiesel, 72%, 24% e 2% respectivamente. Em termos geográficos, Centro-Oeste e Sul são as maiores regiões produtoras, com 84% (47% e 37% respectivamente) do biodiesel produzido no país. O Nordeste contribui com apenas 5% do biodiesel produzido (ABIOVE, 2014). Apesar da expansão da produção na capacidade de produção graças a política de adição de biodiesel no óleo diesel - conforme anúncio do Palácio Planalto, em 28/05/2014, deve saltar de 5% para 6% em 1º julho deste ano, e saltar para 7% em 1º de julho de 2014 (BRASIL, 2014c) -, o programa não impulsionou, pelo menos até agora, a produção de biodiesel a partir de cultivares apropriada ao clima do Nordeste, por exemplo. Vê-se que o óleo de soja e gordura animal são as matérias-primas predominantes na produção e que as regiões Centro-Oeste e Sul são as principais produtoras de combustível, contudo tais matérias-primas pertencem a cadeias produtivas consolidadas no mercado doméstico e internacional, que, em tese, dispensa o apelo de política de proteção social, enquanto o programa não decola na região Nordeste.

Como mostrado no capítulo 3, a eficiência energética só foi ganhar status de preocupação global com os choques do petróleo e a publicação do Clube de Roma. No Brasil, merece destaque a implantação, em 1985, do Programa de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), a política pública de eficiência energética de maior longevidade. Como resultados da política atualmente são ofertadas no mercado diversas tecnologias eficientes e a preço competitivo (MME, 2013). Numa ampliação da política de eficiência energética, em 1991, o governo lançou o Programa Nacional de Racionalização de Petróleo e de Gás Natural (CONCEP), com foco na redução do consumo de combustíveis e da emissão de fumaça preta. No âmbito da energia elétrica, destaca-se a política de difusão de novas tecnologias no segmento de eletrodomésticos. Ademais, sob o ponto de vista do consumidor, o PROCEP por

meio do Programa Brasileiro de Etiquetagem informa os consumidores sobre o nível de consumo de energia de veículos, aparelhos a gás e, de modo piloto, a contribuição do pneu ao consumo de energia (MME, 2014).

Na outra extremidade, o BNDES atua disponibilizando recursos para impulsionar a eficiência energética, com destaque para linhas de apoio. O Fundo Clima - Máquinas e equipamentos eficientes é uma linha de crédito cujo objetivo é o financiamento para aquisição e a produção de máquinas e equipamentos de maior eficiência energética. Outra linha de apoio do é FINAME PSI Bens de Capital - Eficiência Energética, que tem como objetivo financiar máquinas e equipamentos nacionais novos, exceto ônibus e caminhões, com maior nível de eficiência energética ou que contribuam à redução de gases de efeito estufa. Por fim, o Banco também disponibiliza o Programa Apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO), com o objetivo de apoiar projetos que maximizem o uso de energia ou a substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis (BNDES, 2014).

Em se tratando de eficiência energética, a política pública mais promissora, como vimos no capítulo 3, é a "corrida mundial" para desenvolver a tecnologia grafeno. Trata-se duma rota tecnológica promissora pelas possibilidades de aplicação do material com o propósito de aumentar a eficiência energética: painéis fotovoltaicos, baterias recarregáveis, inclusive para automóveis, por exemplo. Ele pode revolucionar o mundo tal como aço, plástico e silício. No âmbito da pesquisa, China, Estados Unidos e a Coreia do Sul lideram o *ranking* do número de patentes relacionadas ao grafeno. No Brasil, a rota tecnológica grafeno está apenas começando. O primeiro centro de pesquisa exclusivamente em grafeno encontra-se em fase de instalação na Universidade Mackenzie-SP. O MackGraphe é uma parceria da instituição brasileira e a Universidade Nacional de Singapura cujo eixo temático é o fotônica e optoeletrônica, com apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (PIERRO, 2013). Dado sua versatilidade, se a promessa grafeno de fato concretizar-se os países que dominarem a tecnologia terão condições de aplicá-lo em diversas cadeias produtivas, com potencial de agregação de valor e de prosperidade econômica à sociedade.

Neste começo de século, o Estado vem colocando em marcha políticas para aumentar o número de fontes de energia renovável na matriz energética. A política industrial para energia parece dar frutos, inclusive com o esboço da formação de um parque industrial de energia solar no país. Já a tecnologia do etanol de 2G encaminha-se para fase comercial. Em função da trajetória tecnológica consolidada no etanol 1G, o país conta com conhecimento

acumulado que o permite estar bem postado nesta tecnologia, e com boas perspectivas de bons resultados futuros. O biodiesel é outra fonte de energia renovável promissora na matriz energética. Ela, ao menos no discurso, deveria promover a inclusão social e o desenvolvimento regional, mas na prática nota-se que a expansão da oferta do biodiesel está conectada ao propósito de reduzir as emissões de gases poluentes, com a soja sendo a principal matéria-prima. Entretanto, a política não consegue incorporar matérias-primas promissoras ao desenvolvimento regional, como o caso do pinhão-manso ou mamona. Outra linha de ação importante é a política de eficiência energética e o Brasil tem uma longa tradição neste campo de atuação, mas com políticas marginais. No campo da inovação, o grafeno - material com status "milagroso" - promete revolucionar o desempenho de muitos equipamentos, principalmente em termos de eficiência energética. Em outras partes do mundo, a "corrida" iniciou-se na primeira década do século XXI e no Brasil ela está começando agora. Não sabemos se a "corrida" terá um final feliz, somente temos certeza de que o Brasil está atrasado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No primeiro capítulo da tese nos ocupamos em mostrar que a teoria econômica pode, com nitidez, ser divida em duas correntes de pensamento antagônicas: ortodoxia (*mainstream*) e heterodoxia. Como pano de fundo, elas duelam sobre o papel (tamanho) do Estado na economia - mais mercado e menos Estado ou mais Estado na economia.

O núcleo duro do *mainstream* estruturou-se nos países anglo-saxões, com a Inglaterra no século XIX e depois os Estados Unidos no século XX, sendo os grandes propagadores da retórica da "mão invisível" de mercado contra a "mão visível do Estado" na alocação de recursos escassos. Ela teve início com Adam Smith (fim do século XVIII) por meio da metáfora da "mão invisível", e foi ampliada por Carl Menger, William Stanley Jevons e Léon Walras (no fim do século XIX) com a introdução da teoria valor utilidade na determinação do valor das coisas. Por fim, já sob a hegemonia norte-americana, ela - "mão invisível" - foi provada com o uso de sofisticadas técnicas matemáticas por Arrow-Debreu (meados do século XX). Na prática, seus defensores procuram negar a atuação mais ativa do Estado no domínio econômico, pois argumentam que a ação do Estado afasta o mercado da eficiência econômica. Para tanto, eles amparam-se na hipótese teórica do bem-estar, sustentando que a instituição mercado é capaz de proporcionar a distribuição eficiente de recursos. Desta forma, a sociedade ideal para o *mainstream* é a sociedade cujo Estado seja mínimo, como defendido por Adam Smith, bem como onde os mercados funcionam perfeitamente tal como em muitos muitos manuais de economia neoclássico preconizam.

Viu-se que o *mainstream* tem muita dificuldade de incorporar em seu instrumental analítico as imperfeições de mercado. Por exemplo, Arthur Cecil Pigou, desde o início do século XX, em contraposição aos seus colegas contemporâneos de ortodoxia, já havia advogado sobre a necessidade de intervenção corretiva do governo em mercados com problemas de externalidades. De fato, ele negou a retórica de alocação eficiente de recursos pelo mercado, em especial da sua capacidade de apropriar-se de recursos escassos sem provocar custos a terceiros. Joseph Stiglitz e George Akerlof deram, nos anos 1970 e 1980, nova contribuição para sedimentar a teoria das falhas de mercado: informações imperfeitas e assimétricas. A abordagem teve o mérito de aproximar a análise microeconômica do mundo real, sendo chamada de "nova microeconomia". Ela confrontou duas importantes premissas da análise neoclássica: (i) informações partilhadas livremente entre consumidores e produtores

nos mercados; e (ii) crença de agentes econômicos racionais que maximizam o bem-estar individual e, por extensão, o coletivo.

Contudo, esse esforço foi mitigado pelo florescimento da Teoria da Escolha Pública, uma reação liberal contra o modelo de Estado burocrático-keynesiano que vê os políticos e a burocracia como intrusos nas relações econômicas privadas e uma ameaça à liberdade individual e ao desenvolvimento econômico. Em sentido contrário, ela defende que o mercado é o padrão institucional mais apropriado para organizar as sociedades. O Estado deixou de ser visto como um ente necessário para estimular e regularas forças produtivas, tornando-se justamente no seu principal entrave. Então, para a Teoria da Escolha Pública, o medo de que o Estado seja capturado por políticos e burocratas em busca de atender interesses escusos impede a ação pública na criação, apoio e reestruturação de atividades econômicas relevantes ao desenvolvimento econômico. Visto desta perspectiva, a excessiva precaução do Estado não errar impede-lhe de ser um agente de apoio à transformação econômica. Esta questão é especialmente importante às sociedades que buscam alterar sua posição da hierarquia no sistema produtivo internacional, e, para isso, contam com o apoio do Estado.

À luz das evidências históricas, o argumento de eficiência dos mercados na alocação de recursos produtivos defendido pelo *mainstream* não tem aderência. Amparado Cervantes, a história pode ser vista como depósito de ações passadas, exemplo e um aviso sobre o presente, bem como uma advertência sobre o futuro. Neste sentido, a revisão de literatura sobre a relação Estado-Mercado mostrou fartos exemplos da ação pública à transformação das forças produtivas domésticas.

No período mercantilista existem relatos de políticas públicas cujo propósito foi o desenvolvimento das forças produtivas domésticas por intermédio de diversos instrumentos: atração de mão de obra estrangeira qualificada, proteção à indústria manufatureira doméstica de maior valor agregado e proibição da exportação de matérias-primas. Guardadas as devidas proporções, tais instrumentos de políticas econômicas não são muito distintos dos instrumentos de política industrial usados na atualidade.

Na Inglaterra, berço do *laissez-faire*, o Estado usou diversos instrumentos para estimular o desenvolvimento de suas forças produtivas. Entretanto, quando atingiu a liderança industrial passou a negá-lo tal como a mãe que abandona o próprio filho. Ela, no auge de sua maturidade industrial, elegeu outro poderoso instrumento de batalha: a guerra no campo das ideias. A Inglaterra iniciou uma cruzada ideológica em defesa dos valores liberais e os resultados não tardaram. Ela estabeleceu diversos acordos comerciais com países do

continente europeu a fim de reduzir o protecionismo, sendo o Tratado Cobden-Chevalier celebrado entre a Grã-Bretanha e a França (1860) o mais importante entre eles. Porém, o livre comércio mostrou-se muito bom a ela, mas nem tanto aos demais.

Alexander Hamilton, rompendo com os dogmas liberais, percebeu a impossibilidade de forjar o desenvolvimento das forças produtivas norte-americanas sem abandonar o modelo de negócios de antes da independência - relação centro-periferia. Hamilton logo compreendeu que o governo dos Estados Unidos deveria encorajar o desenvolvimento da manufatura. Para isso, o Estado concedeu subsídios e ergueu barreiras - tarifas sobre importação - para proteger e fomentar a indústria doméstica. Tanto assim que no fim do século XIX e início do século XX os Estados Unidos já haviam alcançado o status de potência econômica. Este tipo de prática não cessou por aí, por exemplo, o apoio governamental ao processo de industrialização dos Estados Unidos foi muito importante à consolidação do setor de tecnologia da informação - uma das últimas fronteiras tecnológicas. Porém, na interpretação do *mainstream* o êxito desta indústria é atribuído meramente à liberdade concedida aos negócios.

Também condenando o liberalismo como política universalista, Friedrich List, juntamente com Alexandre Hamilton, contribuiu decisivamente para solidificar a ideia de proteção à indústria nascente (infante). Ao desenvolver a ideia de força produtiva nacional, List muito bem compreendeu que a riqueza duma nação é resultado do desenvolvimento de suas forças produtivas - principalmente a manufatura. Do ponto de vista do método de análise, em pesada crítica à "escola de Adam Smith" (economia política britânica), List argumentou que a teoria dele não "ensina como despertar e desenvolver as forças produtivas", com o Estado tendo um papel fundamental neste processo.

A nosso juízo tal argumento é nuclear, pois não é possível entender as transformações econômicas em diversas sociedades sem compreender o esforço empreendido por elas, com apoio do Estado, em busca da mudança tecnológica. Nesta perspectiva, é crucial revisitar a contribuição da teoria econômica para enteder a mudança econômica - trasnformação das forças produtiva.

Na teoria clássica é especialmente importante as contribuições de Adam Smith, David Ricardo. Adam Smith mostrou que a divisão do trabalho - que aumenta a produtividade - é fruto do progresso tecnológico, que, por sua vez, depende da acumulação de capital. Logo, no esquema de pensamento de Smith, a mudança tecnológica é determinante à prosperidade material das nações. David Ricardo, por sua vez, enalteceu a importância da criatividade e da engenhosidade humana materializadas em novos produtos ou processos produtivos. Por fim,

em Marx - o herético -, encontramos que o progresso técnico é o mecanismo de impulsão do capitalismo. A dinâmica competitiva, a luta pela expansão ou mesmo pela sobrevivência, empurra a sociedade capitalista em busca do aperfeiçoamento das condições de produção, com a mudança tecnológica sendo o instrumento mais poderoso para uma empresa superar seus concorrentes. Marx enxergou o sistema capitalista como uma máquina econômica altamente dinâmica em busca da mudança tecnológica e da acumulação de capital. Em sintonia com Smith, para Marx o ritmo do crescimento econômico dependia do progresso tecnológico.

Vimos que a teoria neoclássica foi incapaz de incorporar a visão dos clássicos sobre a questão tecnológica em seu arcabouço teórico. Partindo de uma função de produção simples, a teoria neoclássica vê o processo produtivo como a mera combinação dos fatores produtivos, ignorando a importância do progresso tecnológico como um diferencial competitivo. Por exemplo, a teoria "pura" do comércio internacional sustenta que o livre comércio é o veículo promotor da convergência da renda no mercado internacional. Para ela, a defasagem tecnológica entre países não é um entrave, pois no longo prazo o comércio internacional proporcionará a convergência da renda internacional, independentemente do tipo de especialização comercial de cada país. A questão do que é que se produz não é relevante. Todavia, ao contrário do que prediz a teoria H-O-S, a especialização e o livre comércio não foram capazes de cumprir a promessa de equalização da renda per capita interestatal. A teoria "pura" do comércio internacional ignorou o *gap* tecnológico como fonte de assimetria econômica entre as nações, sendo esta a raiz da fraqueza da teoria em explicar o desenvolvimento desigual interestatal.

Na contramão dos neoclássicos, Joseph A. Schumpeter, seguindo a tradição de Adam Smith e principalmente de Karl Marx, associou as grandes mudanças econômicas à mudança tecnológica. Schumpeter baseou seu esquema de pensamento no princípio da "destruição criativa". O fenômeno origina-se no interior do sistema capitalista, provocando mudanças descontínuas e rompendo com o padrão de produção ou tecnologia vigente; e por fim, provocando mudanças qualitativas ou revolucionárias. Para Schumpeter, as empresas heterogêneas competem no mercado por meio de produtos ou serviços que oferecem. Neste processo de interação, algumas empresas crescem, outras declinam, outras desaparecem e outras ingressam no mercado na crença de serem bem sucedidas. Um ingrediente importante na análise do autor é a natureza evolutiva do sistema capitalista, com a competição e a seleção sendo continuamente alimentada pelo processo de inovação, adaptação e imitação pelas

firmas já instaladas, assim como pelas entrantes. Por esta ótica, a concorrência intercapitalista proporciona uma comparação à competição biológica com empresas tendo que enfrentar constantes batalhas pela sobrevivência, em diferentes ambientes econômicos.

A Escola Cepalina de Pensamento Econômico ofereceu uma contribuição teórica genuína ao atraso econômico latino-americano. Ela direcionou sua crítica ao padrão de especialização internacional da região, baseado na exportação de produtos primários e importação de manufaturas, como preconizado pela teoria das vantagens comparativas. A partir desta análise, e na contramão do pensamento ortodoxo, Raúl Prebisch, principal precursor desta corrente de pensamento, formulou duas de suas teses mais conhecidas: sistema Centro-Periferia e a deterioração dos termos de trocas. A dualidade Centro-Periferia dificultava a industrialização, o progresso técnico e o desenvolvimento econômico da região. O meio para superar tal atraso era o Estado promover a industrialização, já que o mercado, por conta própria, não foi capaz de impulsionar a transformação das forças produtivas na região.

Depois de muito tempo, o *mainstream,* por intermédio da moderna teoria neoclássica ou teoria neoclássica revisionista, reconheceu a conexão entre mudança técnica e crescimento econômico. Kenneth J. Arrow assumiu a existência de importantes externalidades ou transbordamentos (*spillovers*) decorrentes do progresso tecnológico. Arrow concluiu que as novas unidades de bens de capitais eram melhores e mais fortes que as velhas. Paul Romer, por sua vez, desenvolveu um modelo analítico com três setores: pesquisa, bens intermediários e bens finais. O setor de pesquisa é responsável pela produção de pesquisas (desenhos, esquemas e licenças), que as vende (licenças de uso pelas criações) ao setor produtor de bens intermediários, e, por fim, o setor de bens de consumo final combina o insumo trabalho com os bens intermediários para obter bens finais. Como o conhecimento não é excludente, o transbordamento (s*pillovers)* se origina no setor de pesquisa e se espraiará para outros setores. Além disso, todos os demais pesquisadores poderão vê-lo, bem como facilmente desenvolver novos projetos a partir de um modelo conceitual existente. Apesar do avanço, o *mainstream* não se preocupou em demonstrar como as empresas adquirem competência tecnológica.

Por fim, o último enfoque analisado foi o neoschumpeteriano ou teoria evolucionária. Num esforço de revisão da teoria microeconômica, a teoria evolucionária enfatizou que a capacidade das firmas de acompanhar a mudança tecnológica depende de quatro pilares de sustentação: (i) rotinas e aprendizado: a firma é vista como ente dotado de memória organizacional que se esforça para aprender. Ela combina recursos tecnológicos,

trabalhadores habilidosos e regras de decisão, que juntos resultarão num conjunto de rotinas reproduzidas por meio da atividade prática. A rotina é entendida como o esforço passado de aprendizado (memória organizacional da firma); (ii) dependência da trajetória *(path dependence*): a trajetória da inovação depende de antecedentes históricos do progresso tecnológico - a experiência passada importa ao processo de desenvolvimento tecnológico; (iii) ambiente e seleção: no capitalismo contemporâneo o processo de seleção das firmas é ativado pelo conjunto de rotinas que formam a base de conhecimento da firma, resultando em vantagem competitiva às firmas; e (iv) competência central (*core competence*): é o agregado de competências tecnológicas, ativos secundários e rotinas que proporcionam uma vantagem competitiva à firma em relação aos seus rivais. Ela normalmente é tácita e, portanto, não facilmente transferível. Na prática, a competência é um parâmetro da capacidade da firma tanto para resolver problemas técnicos como organizacionais.

Na contramão do *mainstream*, a teoria neoschumpeteriana desenvolveu um arsenal analítico apropriado para esmiuçar as causas da evolução econômica das firmas, bem como, das transformações das forças produtivas interestatais. Ademais, numa ampliação da abordagem evolucionária Bengt-ÅkeLundvall desenvolveu a ideia de sistema nacional de inovação, o qual descreve o ambiente econômico permeado por relações interdependentes entre empresas e o conjunto de instituições - universidades, institutos públicos de pesquisa, agências públicas e privadas de fomento ao investimento em inovação - de apoio ao desenvolvimento do processo de aprendizado tecnológico. Como a dinâmica produtiva internacional ingressou numa fase intensiva em conhecimento, é imprescindível a ação pública para dotar o setor industrial doméstico de capacidade para competir na arena global. Pela dimensão do desafio, não nos parece que o mercado sozinho seja capaz de dar conta de tantas demandas, assim o Estado exclusivamente também não seja capaz.

Vimos até agora que a teoria econômica segue dividida quanto ao tamanho do Estado na economia - se Estado mínimo ou se mais ativo. Um tema em o que o Estado não pode eximir-se de suas responsabilidades é a questão energética, já que neste princípio de século dois fenômenos são fontes de intenso debate pela comunidade internacional: preocupação com o aquecimento global e com a oferta de energia para sustentar o processo de crescimento econômico e o bem-estar da sociedade.

De acordo com o *World Energy Council* e o World Bank, existem aproximadamente 1,2 bilhão de pessoas - quase a população da Índia - sem acesso a energia elétrica, e 2,8 bilhões de pessoas que dependem da madeira ou de outros tipos de biomassa para cozinhar e aquecer

seus lares. Em função da correlação positiva entre crescimento econômico e demanda por energia, a participação dos países em desenvolvimento (não OCDE) na demanda global por energia primária, período 1990-2035, deverá saltar de 46,2% para 64,8%. Considerando apenas os BRICs, a participação deles no mesmo período, saltará de 25,2% para 39%. Por exemplo, o suprimento de energia na China tem se baseado no carvão - doméstico e importado. Com isto, ela, sozinha, foi responsável por mais de 80% da demanda global por carvão.

Em contrapartida, a "sede", principalmente dos países emergentes, por energia e o seu provimento em grande medida por fontes fósseis alimenta a preocupação com a mudança climática. Do ponto de vista técnico-científico, não foi objetivo de nossa pesquisa discutir se a ação antropogênica é a causa da mudança climática. Correta ou não, a preocupação com o aquecimento global vem alterando a consciência ambiental da opinião pública internacional, bem como empurrando os governos de diversas nações a buscar saídas para mitigar a dependência dos combustíveis fósseis na matriz energética.

Com isto, existe um grande esforço da comunidade internacional para diversificar as fontes de energia, especialmente as energias renováveis. O balanço das principais fontes de energias renováveis projeta à expansão da capacidade instalada em diversas fontes de energia, mas o ritmo da expansão não é o mesmo a todas elas. A energia solar fotovoltaica e a energia eólica são as fontes com maior projeção de crescimento, no período 2011-2017, 3,29 e 2,2 vezes. O crescimento da capacidade instalada das outras fontes de energia renováveis mostrou-se mais moderado, por exemplo, nesse mesmo período a capacidade instalada de hidroelétrica aumentará em aproximadamente 21%.

Cumpre ressaltar o esforço chinês para expandir a produção de energia a partir de fontes renováveis. Em todas as tecnologias relatadas, exceto energia oceânica, a China é um importante protagonista. Por exemplo, a projeção de crescimento da capacidade instalada de energia eólica e fotovoltaica no período 2011-2017 é de 3,7 e 3,1 vezes. Em contraste, a projeção de aumento da capacidade instalada de hidroeletricidade é bem mais modesta, com apenas 47%. Ademais, a China é o país com o maior número de reatores nucleares em construção.

Ao revisitar as experiências de desenvolvimento das principais fontes de energias renováveis, encontramos a presença estratégica do Estado como indutor da mudança tecnológica em direção às energias renováveis. O êxito de certas trajetórias tecnológicas, como da energia eólica e solar fotovoltaica, por exemplo, não será compreendido sem

considerar a participação incisiva do Estado, que lançou mão de políticas dos tipos *demand-pull* e *technology push* para viabilizá-las em escala comercial.

No caso daquelas tecnologias consideradas "promissoras", a participação do Estado é ainda mais importante. A experiência do etanol de segunda geração é prova disto. A sua obtenção, por meio dos processos termoquímico ou bioquímico, demanda um amplo esforço de pesquisa básica à compreensão dos fenômenos físicos, assim como de pesquisa aplicada para resolver problemas concretos. As universidades públicas e institutos públicos de pesquisa vêm desempenhando um papel fundamental neste processo. No caso do etanol 2G, além do esforço de pesquisa o Estado vem financiando a construção de plantas piloto para testar a tecnologia antes de implantá-la em escala comercial. Como visto, o sucesso de uma trajetória tecnológica é condicionado pela capacidade do Estado de criar um sistema nacional de inovação capaz de impulsionar o desenvolvimento tecnológico.

O grafeno é tido como um material "milagroso" pela variedade de aplicações prováveis - energia solar, armazenamento de energia, informática e dessalinização. Em consequência, há uma grande competição, medida pelo número de patentes registradas, internacional em P&D com o grafeno e a Ásia vem liderando a corrida. A Coreia do Sul, pelo critério de patentes por entidades, é o país líder. Samsung, *Korea Advanced Institute of Science and Technology* e Sungkyunkwan University ocupam as três primeiras posições entre as 10 entidades com maior número de patentes. Também merece destaque o fato de cinco universidades chinesas estarem entre as dez mais. Com isto, 8 das 10 entidades com maior número de patentes em grafeno localizam-se na Ásia e outras duas são norte-americanas. Além disto, o grafeno, apesar de promissor, ainda não tem aplicação comercial efetiva, tornando-se uma barreira ao interesse privado. Por isto, 6 entre 10 entidades em número de patentes são públicas, reforçando a tese da importância do Estado no desenvolvimento de tecnologias que se mostram promissoras, mas são incapazes de gerar aplicações comercias e, portanto, lucro no curto prazo.

No caso específico do Brasil, a conjunção de preocupação com o aquecimento global pela opinião pública internacional e o temor com uma possível escassez das fontes fósseis de energia, principalmente em decorrência do crescimento dos países em desenvolvimento, coloca a política energética nacional na berlinda. Em decorrência deste cenário, é natural esperar que o Estado tenha capacidade de eleger estratégias compatíveis à situação, e as crises do petróleo - dois choques nos anos 1970 - servem como parâmetro à estratégia de reação ao cenário adverso. No II PND, o governo Geisel forjou uma política energética extremamente ambiciosa e coerente com o projeto econômico que estava em marcha. Ainda sob influência

da orientação keynesiana, o Estado brasileiro intensificou o uso da política industrial com dois propósitos: enfrentar a crise energética e garantir a sustentação do crescimento econômico. Para tanto, a principal estratégia foi a redução da importância do petróleo na matriz energética brasileira.

O forte aumento nos preços do petróleo no mercado internacional, numa economia altamente dependente da importação do mesmo (mais de 2/3), tem potencial para provocar efeitos devastadores sobre o país. Como a geologia não foi generosa conosco, desde muito cedo (anos 1950) iniciaram-se as pesquisas em busca de petróleo *offshore* no Brasil. A crise do petróleo empurrou a companhia em busca do petróleo em alto mar, que, por sinal, foi determinante para que a empresa alcançasse a autossuficiência em petróleo. De início, a Petrobrás era muito dependente da importação de materiais, equipamentos e serviços técnicos. Entretanto, uma política pioneira de capacitação e qualificação de fornecedores locais permitiu a internalização de produtos e serviços. Na prática, o esforço foi coroado com o desenvolvimento da competência tecnológica, mas a autossuficiência do Brasil foi alcançada somente no século XXI graças à rota tecnológica estabelecida ao longo da existência da Petrobras. Isto reforça a importância da continuidade com as políticas de aprendizado tecnológico. Como explicar tal éxito à luz da teoría econômica ortodoxa tendo em vista que ela não ensina como despertar e desenvolver as forças produtivas, tal como disparou Friederich List em pesada crítica à economia política britânica.

No âmbito das energias renováveis, o sucesso dos automóveis *flex* igualmente atesta a importância da continuidade da política pública ao estabelecimento de rotas tecnológicas. Os incentivos direcionados à produção de açúcar e álcool no Brasil datam dos naos 1930, contudo, foi a partir do primeiro choque petróleo e a criação do PROÁLCOOL que o arranjo composto por empresas e o conjunto de instituições (universidades, institutos públicos de pesquisa, agências públicas de fomento ao investimento em inovação) foi determinante ao desenvolvimento do etanol como fonte alternativa de energia. A combinação de pesquisa científica tecnológica e de política industrial à modernização do parque industrial sucroalcooleiro brasileiro permitiu que a grande maiorias dos automóveis produzidos destinandos ao mercado domésticos sejam alimentados com etanol - aproximadamente 90%. E, isto contribui acentuadamente à redução da dependência de petróleo e à diversificação da matriz energética brasileira.

Outra fonte de energia renovável importante à diversificação da matriz energética foi a energia hidroelétrica. O PND teve o mérito de introduzir importantes demandas tecnológicas

ao setor de material elétrico que foram atendidas principalmente por transferência tecnológica de subsidiárias multinacionais em operação no país. Entretanto, como os projetos locais eram muito superiores ao padrão internacional, tais empresas foram obrigadas a internalizar P&D para oferecer soluções específicas ao setor elétrico brasileiro. Mas, não foi somente o setor privado a desenvolver P&D para atender as necessidades do setor elétrico brasileiro, o Estado também participou ativamente para erguer uma infraestrutura de P&D no setor. Na prática, o Estado empreendeu a política industrial para desenvolver soluções para transmitir energia elétrica a grande distância e em grande volume, que impulsionou o interesse das concessionárias e dos fabricantes de equipamentos por soluções tecnológicas próprias.

Se o esforço de aprendizado tecnológico produzido pelo II PND foi exitoso para as tecnologias supramencionadas, o mesmo não pode ser dito para o projeto nuclear. Considerado o programa nuclear mais ambicioso à época, o acordo nuclear Brasil-Alemanha não foi bem recebido pela comunidade internacional, principalmente pelos Estados Unidos. A crise da dívida externa foi crucial ao fracasso do programa. A escassez de crédito no mercado internacional e a "recomendação" do FMI decretaram a paralisação da construção da Usina Angra II, mesmo ela estando quase toda concluída. Apesar do fracasso, é possível retirar duas valiosas lições do programa. Primeiro, a continuidade da política de aprendizado tecnológica é determinante para o sucesso de uma rota tecnológica, como atestam o caso do etanol e do petróleo *offshore*. Segundo, por tratar-se de tecnologia sensível à área militar e a segurança internacional, foi, a nosso juízo, ingenuidade do governo brasileiro acreditar que a transferência tecnológica ocorresse sem constrangimentos externos. Por isto, não é exagerado considerar o II PND como o último grande projeto de desenvolvimento das forças produtivas nacionais, com a política industrial sendo utilizada para criar ou desenvolver novos setores de atividade econômica.

Contudo, a ascensão neoliberal nos anos 1980 - década "perdida" - pôs fim ao ímpeto do emprego de políticas industriais explícitas no Brasil. Os Estados Unidos, dotados de um poderoso arsenal de "convencimento" - política monetária contracionista, endurecimento da política comercial e o FMI - forçaram o Brasil a se readequar aos novos tempos. Por meio da lei de propriedade intelectual - *enforcement* - os norte-americanos conseguiram minar a tentativa de estabelecer a indústria de informática e a consolidar a indústria farmacêutica nacional. Por isso, entendemos que a década de 1980 marcou o início da descontinuidade da política industrial brasileira.

Sob influência do Consenso de Washington, a década de 1990 foi marcada pelo aprofundamento das políticas de liberalização, tornando o ambiente econômico mais desfavorável ao emprego de política industrial. Os promotores do Consenso de Washington propuseram um conjunto de medidas econômicas com foco na redução do tamanho do Estado em favor do aumento da autonomia do mercado. Deste modo, assistiu-se o processo de desmonte o Estado desenvolvimentista a partir da adoção de políticas econômicas "recomendadas" pelo Consenso de Washington. Com isto, vemos que o Brasil e América Latina foram um laboratório ao emprego às experiências das políticas econômicas postuladas pelo *mainstream*. Contribui para isso, a crença que as livres forças de mercado encarregar-se-iam da reestruturação produtiva, por meio do ingresso de capital, da tecnologia e do conhecimento oriundo do mercado internacional. Então, colocando a questão macroeconômica na ordem dia, coube ao governo preocupar-se com a inflação e o déficit fiscal, com a política industrial sendo vista como retrógrada e ineficaz.

O país só foi reempregar o planejamento industrial novamente no século XXI, mas não com a mesma intensidade dos anos 1970. Em seu primeiro mandato o governo Lula, por meio da PITCE, elegeu a inovação e a competividade como fatores determinantes do desenvolvimento industrial. A PITCE contou com instrumentos de natureza horizontal e vertical. Com o primeiro, a política industrial priorizou a inovação e modernização tecnológica, os quais beneficiam toda economia. Já com a política industrial vertical o governo selecionou os setores que receberiam tratamento diferenciado - "escolha dos vencedores". Além disto, a PITCE também preocupou-se com as tecnologias vindouras com potencial para transformar radicalmente produtos, processos no médio e longo prazos. Mas como o PITCE não produziu os resultados esperados, o governo instituiu outro programa econômico para o setor industrial.

A segunda versão da política industrial do governo Lula em seu segundo mandato priorizou a sustentação do crescimento econômico. Para isso, buscou aumentar os investimentos (FBKF) e as exportações, principalmente em setores onde economia já tivesse vantagens comparativas no comércio internacional. A análise do PDP mostra que o governo deu muita ênfase ao uso de instrumentos horizontais, já que os mesmos transbordam para todos os setores econômicos, mas na prática usou política industrial vertical e escolheu os setores alvo de atuação. No curto prazo, a política industrial foi utilizada para aproveitar as vantagens comparativas estáticas (complexos de carnes, celulose, mineração) do país e expandir as exportações. Já no médio prazo, a política industrial foi direcionada para criar

vantagens competitivas rumo às exportações: indústria automotiva, naval, têxtil e confecções e móveis, por exemplo. Para os críticos da política industrial, o governo usou tempo e dinheiro para ajudar setores que, por conta própria, já são exportadores. Por fim, não é descabido inferir que na PDP o governo adotou o discurso de perseguir ações horizontais, mas de modo pragmático, amparou-se principalmente em instrumentos verticais para executar sua política industrial, como no caso da política de criação dos "campeões de exportação". Na prática, a segunda versão da política industrial é uma *upgrade* de sua antecessora.

O Plano Brasil Maior é uma versão mais elaborada de política pública à transformação das forças produtivas. Ele basicamente manteve as principais linhas de ação das versões anteriores: crescimento econômico, desenvolvimento da inovação tecnológica e aumento da inserção externa da indústria brasileira. Contudo, o enfraquecimento do setor industrial diante do acirramento da competição internacional forçou o governo Dilma a usar a política industrial no sentido defensivo. Parece-nos oportuno o uso da política comercial como instrumento de defesa de indústrias e do mercado interno brasileiro, pois, num contexto de crise internacional, é muito comum a estratégia de compensar a redução na demanda doméstica pelo aumento das exportações, e isto tem contribuído à perda de dinamismo do setor industrial brasileiro. Contudo, é necessário que a política industrial em busca da inovação e da competitividade - médio e longo prazo - não seja apenas alvo de retórica. É necessário que o Estado crie arranjos institucionais apropriados ao processo de aprendizado tecnológico, assim como fez no pasado às tecnologias etanol e petróleo *offshore*.

Apesar da retomada da política industrial no século XXI, no tocante especificamente às novas fontes de energias renováveis, ela mostrou-se pouco representativa. Como já salientado, mesmo considerando o crescimento da preocupação com a disponibilidade das fontes fósseis de energia, o crescimento da preocupação com o aquecimento global e o crescimento dos custos com a energia elétrica no Brasil, tais fatores não foram suficientes para impulsionar o uso mais intenso da política industrial explícita para novas fontes alternativas de energia renováveis. Do ponto vista da economia capitalista, sabe-se que os constrangimentos para um agente ou setor podem tornar-se oportunidade ao desenvolvimento de outros. Logo, isto deveria impulsionar o uso de políticas industriais para novas fontes alternativas de energias renováveis, tais como os choques do petróleo impulsionaram as tecnologias de exploração de petróleo *offshore* e também o PROÁLCOOL no século passado.

No caso do Brasil, o PROINFA é a única política industrial explícita às novas fontes renováveis de energia que, se comparada à política energética do II PND, é no mínimo tímida.

O programa focou apoio em três fontes de energia: eólica, pequenas centrais hidroelétricas (PCHs) e biomassa. De modo semelhante ao governo alemão, o PROINFA utilizou a política do *feed-in law* (garantia de preço mínimo ao produtor) para criar demanda à energia eólica, com a ELETROBRÁS por um prazo de 20 anos, se comprometendo em comprar e pagar 80% da tarifa cobrada do consumidor final - média nacional. Ademais, a crise econômica internacional (2007/8) levou a Europa e os Estados Unidos a reduzirem os subsídios à expansão da oferta de fontes renováveis, obrigando as firmas estrangeiras de energia eólica a buscarem novos mercados, com o Brasil já contando com subsidiárias das principais firmas internacionais, isto criou oportunidades de negóicios no Brasil. Com o PROINFA, a capacidade de geração de eletricidade pela força do vento saltou de 22 MW em 2005 para 5,0 GW em 2012. Em termos relativos, a participação da energia eólica na geração total de eletricidade é pouco expressiva. Em 2006 ela era de 0,06% saltando para 1,06% em 2012. Porém, comparando com as duas fontes de energia renováveis atendidas pelo PROINFA, a energia eólica é a fonte com maior potencial de crescimento da capacidade instalada entre todas as fontes, com crescimento médio anual de 22%. Com isto a participação da energia eólica na matriz elétrica saltará de 1,4% em 2011 para 8,6% em 2021.

A partir da perspectiva da divisão internacional do trabalho, no caso da indústria eólica, é possível notar que o Brasil, pelo menos por enquanto, ainda depende das importações de aerogeradores - cérebro do equipamento - das matrizes das subsidiárias instaladas no país, indicando uma especialização na montagem dos equipamentos. Considerando o esforço de aprendizagem conforme a perspectiva neoschumpeteriana, o PROINFA parece impulsionar a aprendizagem tecnológica no setor. A empresa brasileira catarinense WEG firmou parceria com a espanhola MTOI para fabricar aerogeradores nacionais. A subsidiária da empresa argentina Impsa também está desenvolvendo atividades de P&D&I para construir um aerogerador com capacidade superior a 4 MW de potência. A exigência de conteúdo nacional (o PROINFA exige 60%) também obriga os fornecedores de equipamentos a instalarem-se no país.

Diante do exposto, é possível projetar dois cenários à estratégia de política industrial. No primeiro, a política industrial defensiva será utilizada apenas para manter a indústria doméstica sem se preocupar com a competitividade internacional e sem a criação de *players* globais. No segundo cenário, o Estado deveria coordenar uma política de longo prazo de P&D&I para garantir uma especialização além da montagem dos equipamentos. É necessário também internalizar outras práticas - inovação, pesquisa, *design, branding marketing* &

distribuição, por exemplo - na indústria eólica para que o país possa subir na cadeia de valor do setor. Se o objetivo for apenas manter o mercado cativo à indústria doméstica, as políticas existentes deverão ser suficientes. Porém, se o objetivo for mais ambicioso, certamente a política industrial necessitará de ajustes. Nas outras tecnologias contempladas pelo PROINFA (biomassa e PCH), o país já atingiu a maturidade, contando com uma cadeia produtiva consolidada e experiente que não requer a mesma atenção da indústria eólica.

Mesmo não sendo objeto de política industrial explícita, existem algumas experiências em curso que poderão aumentar a presença de novas fontes de energias renováveis na matriz energética brasileira. A energia solar apenas engatinha no Brasil, mas é portadora de futuro. Por exemplo, a empresa brasileira FlexSolar e o Instituto *Fraunhofer* de pesquisa em polímeros (Alemanha) assinaram contrato, em 2012, para o desenvolvimento de células solares orgânicas flexíveis. De início, a produção se concentrará no país sede do instituto, mas numa segunda fase ela também ocorrerá em Joinville, sendo, para tanto, necessário construir uma planta industrial piloto que será financiado pelo Plano Inova Energia do BNDES. O acordo despertou interesse da WEG - a empresa já opera com energia solar - que enxergou a possibilidade de desenvolver um *cluster* de energia fotovoltaica na região para aproveitar o surgimento da demanda por equipamentos de energia fotovoltaica no país, impulsionado pelo Estado. Isto se explica pelos incentivos fiscais concedidos a novos empreendimentos que entrar em operação no segmento até 2017 e pela introdução da política de compensação (conhecida como *net metering*) para os agentes que consumir e ofertar eletricidade na rede elétrica. Então, qualquer um que puder comprar um painel solar poderá injetar a produção excedente na rede elétrica em troca de desconto na fatura de energia. Ademais, a Empresa de Pesquisa Energética acenou que a energia solar também fará parte, no segundo semestre de 2014, do leilão de energia reversa (LER) com previsão de contratação de 3,5 mil MW de capacidade de geração de energia elétrica. A conjunção destes eventos certamente contribuirá para impulsionar a indústria de painéis solares no país, porém considerando que a China vem transformando o painel solar numa *commodity* o desafio de criar industria solar fotovoltaica aumenta substancialmente.

O biodiesel é outra fonte potencial para aumentar a composição das fontes renováveis na matriz energética do país, com a política de adição de biodiesel no óleo diesel sendo o principal instrumento de fomento do programa. Além do apelo ambiental, o biodiesel também foi pensado como instrumento de promoção de inclusão social e desenvolvimento regional, principalmente com o uso de cultivares aclimatada para cada região. Por isso, o programa

gerou a expectativa de que, por exemplo, a mamona e o pinhão-manso, cultivares adaptadas ao clima do Nordeste, fossem ter participação significativa na produção do biodiesel do país, o que, de fato, não ocorreu. Na prática, as regiões Centro-Oeste e Sul foram responsáveis por 84% do Biodiesel produzido no primeiro trimestre de 2014, com a Região Nordeste contribuindo com apenas 5% da produção total. No tocante à matéria-prima à obtenção do produto, óleos de soja e de algodão e gordura animal foram responsáveis por 98% do biodiesel produzido no período. Então, apesar da expansão na produção, é duvidoso imaginar que o programa tenha sido exitoso no critério inclusão social, pois a principais matérias-primas utilizadas à produção do biodiesel não derivam da agricultura familiar e muito menos da região Nordeste, onde o apelo socioeconômico é mais forte. Com o exposto, nota-se que o critério de expansão da atividade segue a lógica de mercado.

Outra tecnologia promissora em energia é grafeno, com uma "corrida mundial" para desenvolvê-la. Considerado um material "milagroso" pelas suas múltiplas aplicações, o grafeno não é objeto da política industrial do governo federal. Em termos de pesquisa, China, Estados Unidos e a Coreia do Sul lideram o *ranking* do número de patentes relacionadas ao grafeno. No Brasil, a rota tecnológica grafeno está apenas começando, com o primeiro centro de pesquisa exclusivamente em grafeno sendo instalado na Universidade Mackenzie-SP com apoio financeiro da FAPESP.

O balanço da política industrial às fontes de energia renovável aponta que a constituição de um arranjo nacional de apoio à P&D&I é determinante para o êxito duma tecnologia, com o etanol afiançando esta tese. O êxito do programa não será compreendido em sua totalidade sem levarmos em conta todo esforço de aprendizagem tecnológica erigida, principalmente a partir do PROÁLCOOL. As pesquisas empreendidas por universidades, centros de pesquisa (público ou privado) e o financiamento (público ou privado) permitiram que o país pudesse desfrutar duma condição invejável no uso de energia renovável para fins de transporte. Mas, o retorno não é de curto prazo. A rota tecnológica etanol iniciou-se pelo menos há quarenta anos, com os frutos sendo colhidos bem mais tarde. Este mesmo raciocínio também pode ser aplicado para o desenvolvimento da tecnologia do petróleo *offshore* e da energia hidroelétrica.

Porém, não bastaria todo esforço de aprendizagem tecnológica para viabilizar as condições de oferta, se, por outro lado, o Estado não o complementasse com a criação de demanda para a energia. A política de misturar etanol na gasolina ou biodiesel ao óleo diesel serve como fiadora desta tese. E, isto também é verdadeiro para as energias eólica e solar, já

que o surgimento delas conecta-se diretamente à política pública de compra de energia para disponibilizar na rede elétrica, que é prática recorrente no âmbito internacional.

Com isto, e em conformidade com o objetivo central desta tese, vê-se que o Estado brasileiro vem usando a política industrial para aumentar a participação das novas fontes de energia renovável na matriz energética do país no século XXI. Alinhado com a preocupação da comunidade internacional sobre o aquecimento global e a exaustão das fontes fósseis de energia, nossa pesquisa identificou o uso de políticas públicas a partir do governo Lula para expandir a oferta de energia por fontes alternativas. Constatamos que o PROINFA é a única política industrial explícita às novas energias renováveis que oferece apoio às energias: eólica, biomassa e PCHs. Contudo, o governo de modo pragmático também vem fomentando o desenvolvimento do etanol de 2G, Biodiesel e a energia solar.

Em termos concretos, a política industrial brasileira pode ser considerada exitosa em criar setores industriais domésticos para energias renováveis. Entretanto, exceto o etanol 2G, cuja rota tecnologia brasileira encontra-se em estágio avançado, as demais tecnologias encontram-se em fase embrionária de desenvolvimento. Do ponto de vista da cadeia de valor, as principais atividades desenvolvidas internamente relacionam-se com a montagem e produção de componentes dos equipamentos, com as atividades mais intensivas em conhecimento - pesquisa & desenvolvimento, inovação, design, suporte técnico, *marketing*, por exemplo - realizadas externamente.

No caso de outros setores de atividade econômica, é perceptível que política a industrial assumiu um viés defensivo. Ela tem sido usada para defender o mercado doméstico da concorrência internacional, o que não é nenhum crime. Contudo, espera-se que a política industrial também seja empregada para dotar a indústria nacional de competividade internacional, o que exige a incorporação de uma série de outras rotinas ou atividades, que, em geral, são intensivas em tecnologia. Por tanto, se o Estado quiser, de fato, fomentar o desenvolvimento de setores econômicos competitivos internacionalmente, ele deverá articular o desenvolvimento de arranjos institucionais adequados - como do etanol - para poder esperar o desenvolvimento de rotas tecnológicas de sucesso.

Mesmo não sendo objeto do interesse de nossa pesquisa, existem no âmbito internacional, movimentos difusos que colocam em dúvida a sustentabilidade econômica do crescimento das energias renováveis na matriz energética, os quais servem como sugestão de novas pesquisas.

A crise econômica financeira (2007/8) afetou duplamente o setor de energia renovável. Por um lado, ela afetou os recursos para financiar projetos em energia renovável e, por outro, ela acirrou a competitividade internacional, com o preço da energia elétrica tornando-se determinante na composição do custo de produção no setor industrial. Dado que os combustíveis fósseis são mais competitivos que as fontes renováveis, a questão econômica passou a pesar mais que a ambiental sobre a tecnologia de produção de energia. Três fatos afiançam esta tese (i) a luta da diplomacia internacional para estabelecer um padrão internacional de políticas ambientais se enfraqueceu. O adiamento da política da União Europeia 20+20+20 (reduzir as emissões de GEE em 20%, elevar a proporção das energias renováveis para 20% da matriz energética e tudo isto no prazo até 2020); (ii) a tecnologia do *shale gas* (fonte fóssil) nos Estados Unidos promete resolver dois grandes problemas deles: segurança energética doméstica e recuperar o dinamismo do setor industrial com o uso do gás natural na geração de energia elétrica ou diretamente no processo produtivo industrial. Então, a tecnologia *shale gas* promete lançar as bases para que a economia norte-americana retome a competitividade internacional perdida ao longo da segunda metade do século XX; e (iii) a China, pela sua crescente demanda por energia, não assumiu o compromisso de redução de GEE. O seu esforço de expansão das fontes de energia renováveis na matriz energética está intimamente ligado à sua estratégia de política industrial e tecnológica mirando o mercado internacional como forma de aumentar a escala e a redução dos custos de produção. Com isto, a "corrida" pelas energias renováveis parece ter sofrido um revés, e os combustíveis fósseis ganharam novo fôlego, e não sendo possível afirmar de modo categórico, que pelo menos no curto prazo, a matriz energética centrada nos combustíveis fósseis tenha se esgotado.

Estas questões são particularmente importantes no caso do Brasil. A combinação de três eventos - estiagem, desorganização e mercantilização do setor elétrico - deverá resultar em tarifas de energia elétrica mais elevadas. Na contramão da MP 579 (11/09/2012), adotada para reduzir os custos da eletricidade e melhorar a competitividade do setor industrial, o preço médio do KW/h de eletricidade deverá saltar de R$ 310,70 em maio de 2014 para R$ 342,70 até dezembro do mesmo ano (FIRJAN, 2014). O cenário para 2015 não é mais confortável. Caso a hidrologia não for favorável e o acionamento das termoelétricas for necessário, o preço da energia elétrica à indústria poderá custar R$ 420,70. A concretização deste cenário fará que o custo da energia elétrica para o setor industrial no país alcance o quarto lugar entre as mais elevadas do mundo. Enquanto isto, na China, a "fábrica do mundo", o custo médio do KW/h é de R$ 201,48.

Em 2011, a França sancionou uma lei destinando 25% da energia elétrica produzida pelas usinas termonucleares, cujos investimentos já foram amortizados, para a grande indústria com preço diferenciado. Sendo elas propriedades da *Électricité de France*, empresa estatal francesa de energia elétrica, o governo francês usa a energia elétrica como instrumento de política industrial. Nos Estados Unidos, o Estado de Nova Iorque, também tem uma política similar, por intermédio do *ReCharge NY* o governo daquele estado destina a energia elétrica de baixo custo para a região. Metade da energia vem de usinas hidroelétricas já amortizadas, a outra metade é comprada no mercado pela *New York Power Authority*.

Considerando a experiência internacional de política industrial por intermédio da subvenção em energia elétrica e o declínio da participação da indústria de transformação no PIB (de 17% no primeiro trimestre de 1995para 9,7% no mesmo trimestre de 2014), é possível levantar a seguinte reflexão: o aumento da participação das novas energias renováveis na matriz energética brasileira aumentará ou reduzirá o custo da energia elétrica no país? Se aumentar, então é cabível outra questão inquietante: aumentar as energias renováveis implicará numa maior perda de competividade da indústria brasileira?

REFERÊNCIAS

ABDI. **Política de Desenvolvimento Produtivo. Brasília**: ABDI, 2008. Disponível em: <http://www.pdp.gov.br/Documents/conheca_pdp/Livreto%20da%20PDP%20Original%20-%20Portugu%C3%AAs.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2014.

ABDIN, Z. et al. Solar energy harvesting with the application of nanotechnology. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 26, p. 837-852, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.023>. Acesso em: 15 mar. 2014.

ABREU, M. P. **A economia brasileira 1930-1964**. Rio de Janeiro: PUCRio, Texto para discussão n. 585, 2010. Disponível em: <http://www.econ.puc-rio.br/pdf/td585.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014.

ABREU, Y. V. **Reestruturação e privatização do setor elétrico brasileiro**. Madrid: Fundación Carolina, 1999. 172p. Disponível em: < http://www.eumed.net/libros-gratis/2009a/486/index.htm#indice >. Acesso em: 19 jun. 2014.

ADELMAN, I. **Teorias do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Forense, 1972, 152p.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior - PITCE: balanço e perspectivas. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/ pdf/nec/n87/a02n87.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA-ANEEL. **Resolução Normativa n.º 481.** Brasília: ANEEL, 2012a. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2011/042/resultado/ren2012481.pdf>. Acesso em 20 jun. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS -ANP. **Boletim Mensal do Biodiesel**. Brasília: ANP, 2014a. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=70942&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1403485423371>. Acesso em: 22 jun. 2014.

_____. **Produção de biodiesel1 - B100 por produtor - 2005-2014 (m3)**. Brasília: ANP, 2014b. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=64555&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1403487290837>. Acesso em: 22 jun. 2014.

AGHION, P.; HOWITT, P. **Endogenous growth theory**. MIT press, 1998.

AIGINGER, K. Industrial policy: a dying breed or a re-emerging phoenix. **Journal of Industry, Competition and Trade**, v. 7, n. 3-4, p. 297-323, 2007.Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10842-007-0025-7#page-1 >. Acesso em: 04 Nov. 2013.

AKERLOF, G. The market for "lemons": quality uncertainty and the market mechanism. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 84, n. 3, p. 488-500, 1970.Disponível em: <http://qje.oxfordjournals.org/content/84/3/488.full.pdf+html>. Acesso em: 10 abr. 2013.

ALCHIAN, A. A. Uncertainty, evolution, and economic theory. **The Journal of Political Economy**, v. 58, n. 3, p. 211-221, 1950.Disponível em: <http://www.jstor.org/discover/10.2307/1827159?uid=3737664&uid=2&uid=4&sid=21102750508947 >. Acesso em: 11 Out. 2013.

ALLEVATO, M. C. El cambio tecnológico en la teoría microeconómica neoclásica. In: TREVIÑO, L.C (Org.). **Teorías Económicas de la Tecnología**. Cidade do México: Editorial Jus, 1999, p. 89-108.

ALMEIDA, M. C. **Reformas neoliberais no Brasil**: a privatização nos governos Fernando Collor e Fernando Henrique Cardoso. 2010. 427 f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em História, Universidade Federal Fluminense, Instituto de Ciências Humanas e Filosofia, Niterói, 2010. Disponível em: <http://www.bibliote cadigital.unicamp.br/document/?code =000467488>. Acesso em 01 jun. 2014.

ALMEIDA, M. Padrões de política industrial: a velha, a nova e a brasileira. In.: BACHA, E.; BOLLE, M. B. **O futuro da indústria no Brasil:** desindustrialização em debate. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2013. p. 273-294.

ALSTOM. **Alstom will deliver equipment for the 1,200 MW Lai Chau hydro power plant in Vietnam**. Press-Centre / Alstom, 10/01/2013. Disponível em: <http://www. alstom.com/press-centre/2013/1/alstom-will-deliver-equipment-for-the-1200-mw-lai-chau-hydro-power-plant-in-vietnam/ >. Acesso em: 04 mar. 2014.

ALVES, R. N. **Programa nuclear brasileiro.** Brasília: Congresso Nacional, Assembleia Nacional Constituinte, Subcomissão dos direitos políticos, dos direitos coletivos e garantias da comissão da soberania e dos direitos e garantias do homem e da mulher, 1987. Disponível em: <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore /_Public/22/026/22026712.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2014.

AMANN, E.; BAER, W. The changing nature of technological dependence: Brazil's public utilities before and after privatisation. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 41, n. 5, p. 645-656, 2001. Disponível em: <http://ideas.repec. org/a/eee/quaeco/v41y2001i5p645-656.html>. Acesso em: 13 mai. 2014.

AMDEN, A.H. **A Ascensão do "Resto"**. São Paulo: Editora UNESP, 2009. 586p.

ANDRADE, A. M. R. Átomos na política internacional. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnologia y Sociedad,** v. 7, n. 21, 2012. Disponível em: <http://www.scielo. org.ar/ pdf/cts/v7n21/v7n21a08.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2014.

APPLEYARD, D. **Looking forward to hydropower's future**. HYDROWORLD.COM, 2014. Disponível em: <http://www.hydroworld. com/articles/print/volume-22/issue-1/departments/viewpoint/ looking-forward-to-hydropower-s-future.html>. Acesso em: 26 fev. 2014.

ARBACHE, J. Competitividade internacional e políticas públicas. **Pontes**, v. 9, n. 6, jul., p. 4-7, 2013. Disponível em: http://www.ictsd.org/bridges-news/pontes/issue-archive/que-desindustrializa%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 10 jun. 2014.

ARBIX, Glauco. Caminhos Cruzados: rumo a uma estratégia de desenvolvimento baseada na inovação. **Novos Estudos**, São Paulo,n. 87, p.13-33, jul. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/nec/n87/a02n87.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2014.

ARCHER, M. D. The Past and Present. In.: ARCHER, M. D.; HILL, R. **Clean Eelectricity from photovoltaics**. London: Imperial College Press, 2001. p. 1-32.

ARCHER, M.D.; BARBER, J. Photosynthesis and Photoconversion. In.: Archer, M.D.; Barber, J. **Molecular to Global Photosynthesis.** Londres: Imperial College Press, 2004. 785p.

ARNDT, H. W. Economic development: a semantic history. **Economic Development and Cultural Change**, v. 29, n. 3, p. 457-466, 1981. Disponível em: <http://www.jstor. org/stable/1153704>. Acesso em: 04 ago. 2013.

ARROW, K. J. The economic implications of learning by doing. **The review of economic studies**, v. 29, n. 3, p. 155-173, 1962.Disponível em: <http://dx.doi. org/10.1016/0164-0704(92)90004-R>. Acesso em: 01 set. 2013.

ASHLEY, W. J. The early history of the English woollen industry. **American Economic Association**, v.2, n. 4, p. 13-85, 1887. Disponível em: <http://www.jstor.org /stable/2696712>. Acesso em: 17 mai. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE. **Análise mensal do mercado de Biodiesel Ed. Nº 16**. São Paulo: ABIOVE, mai., 2014. Disponível em: <http://www.abiove.org.br/site/_FILES/Portugues/ 02062014-114756-2014.05_-_analise_abiove_do_mercado_de_biodiesel.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILIERA DE ENERGIA EÓLICA (ABEÓLICA). **Fabricantes de Aerogeradores de Grande Porte**. São Paulo: ABEÓLICA, 2014. Disponível em: <http://www.portalabeeolica.org.br/index.php/associados.html>. Acesso em: 16 jun. 2014.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS. **Estatísticas**. ANFAVEA, 2014. Disponível em: < http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>. Acesso em: 01 mai. 2014.

BACOVSKY, D. et al. **Status of Advanced Biofuels Demonstration Facilities in 2012.** Paris: IEA Bioenergy Task 39, 2013. Disponível em: <http://demoplants. bioenergy2020.eu/files/Demoplants_Report_Final.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2014.

BAIROCH, P. **Economics and world history**: myths and paradoxes. University of Chicago. Press, 1995. 184p.

BANCO CENTRAL DO BRASIL**. Dívida externa**. Brasília: Banco Central do Brasil, 2014. (Séries temporais. Setor externo)**.** Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/ sgspub/localizarseries/ localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>. Acesso em: 25 mai. 2014.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL-BNDES. Apoio a projetos de eficiência energética - PROESCO. Rio de Janeiro: BNDES, 2014. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/ Areas_de_Atuacao/Meio_Ambiente/proesco.html>. Acesso em: 23 jun. 2014.

BARBOSA, W. N. Globalização, uma péssima parceria. **São Paulo em Perspectiva**. São Paulo: Fundação SEADE, v. 12, n. 3, 1998. Disponível em: <http://www.seade. gov.br/produtos/spp/v12n03/v12n03_11.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2014.

BARRETO, L. et al. The hydrogen economy in the 21st century: a sustainable development scenario. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 28, n. 3, p. 267-284, 2003.Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1016/S0360-3199(02)00074-5>. Acesso em: 13 mar. 2014.

BASTOS, M. I. **The interplay of domestic and foreign political constraints on the informatics policy of Brazil**. Maastricht: The United Nations University. Institute for New Technologies (UNU/INTECH). Working paper, n. 6, 1992. Disponível em: <http://archive.unu.edu/hq/library/Collection/PDF_files/INTECH/INTECHwp06.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2014.

_____. **What Hope Can Democracy Bring to S & T Policy Making in Latin America?**. Maastricht: United Nations University, Institute of New Technologies, 1995. (UNU/INTECH). Discussion Papers. Disponível em: <http://www.intech.unu.edu/ publications/discussion-papers/9505.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2014.

BASTOS, M. I. **Winning the Battle to Lose the War?:** Brazilian Electronics Policy Under US Threat of Sanctions. Frank Cass & Co. Ltd. & The United Nations University, 1994. 171p.

BATISTA, F. BNDES e FINEP vão liberar R$ 227 milhões para etanol celulósico. V**alor econômico,** 07 jan. 2013a. Disponível em: <http://www.valor.com.br/empresas/ 2960256/bndes-e-finep-vao-liberar-r-227-milhoes-para-etanol-celulosico>. Acesso em 21 jun. 2014.

_____. Novozymes erguerá fábrica de enzimas para etanol celulósico. V**alor econômico,** 22 out. 2013b. Disponível em: <http://www.valor.com.br/agro/3311826/ novozymes-erguera-fabrica-de-enzimas-para-etanol-celulosico>. Acesso em 21 jun. 2014.

BATISTA, J. C. A estratégia de ajustamento externo do Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, v. 7, n. 2, p. 66-80, 1987. Disponível em: <http://www.rep.org.br/pdf/26-4.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2014.

BATISTA, P. N (pai). O consenso de Washington: a visão neoliberal dos latino-americanos, USP, 1994. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/cursos/graduacao/ arq_urbanismo/disciplinas/aup0270/4dossie/nogueira94/nog94-cons-washn.pdff>. Acesso em: 31 mai. 2014.

BECK, S. R. **Computer bargaining in México and Brazil 1970-1990: dynamic interplay of industry and politics.** 2012. Thesis (Doctor of Philosophy). Department of Government of the London School of Economics, Londres: The London School of Economics and Political Science (LSE).2012. Disponível em: <http://etheses.lse.ac. uk/278/1/Beck%20Computer%20bargaining%20in%20Mexico%20and%20Brazil%201970-1990.pdf>.Acesso em: 29 mai. 2014.

BELLI, P. The comparative advantage of government: a review. **World Bank Policy Research Working Paper**, n. 1834, 1997.Disponível em: <http://papers.ssrn.com/ sol3/papers.cfm?abstract_id=597185)>. Acesso em: 16 abr. 2013.

BELLUZZO, L. G. O movimento das estruturas. **Valor econômico**, 05 mar. 2013. Disponível em: <http://www.valor.com.br/opiniao/3031332/o-movimento-das-estruturas. Acesso em: 9 jun. 2014.

BETARENEWABLES. **The green revolution**. Betarenewables / Proesa. 2013. Disponível em: <http://www.betarenewables.com/images/presskit/30/Brochure%20Proesa%20ENG.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2014.

BHALLA, A. S. **Market Or Government Failures?**: An Asian Perspective. New York: Palgrave Macmillan, 2001. 230p.

BIANCHI, A. M. Albert Hirschman na América Latina e sua trilogia sobre desenvolvimento econômico. **Economia e Sociedade**, v. 16, n. 2, p. 131-150, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/ecos/v16n2/a01v16n2.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2013.

BIELSCHOWSKY, R. Energia Elétrica no Brasil, 1993-97: investimentos deprimidos numa transição problemática. In.: 1997. BIELSCHOWSKY, R. **Determinantes dos Investimentos na Transição da Economia Brasileira dos anos 90. Indústria, Mineração, Petróleo e Infra-Estrutura.** Santiago: CEPAL, 1998. Disponível em; <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/0/4960/capvi.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2014.

_____. Vigência das contribuições de Celso Furtado ao estruturalismo. **Revista da Cepal**, Santiago-Chile, número especial em português, p. 183-191, 2010. Disponível em: <http://socinfo.eclac.org/publicaciones/xml/9/39559/RVPCompleto.pdf#page=184>. Acesso em: 12 set. 2013.

BILGE, E. North–South terms-of-trade trends from 1960 to 2006. **International Review of Applied Economics**, v. 25, n. 2, p. 171-184. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/02692171.2010.483469>. Acesso em: 11 fev. 2013.

BINNEY, J. D. **When Markets Fail: he Pigouvian Margins, the Coase Theorem, and the Ratification of Government Intervention**. Richmond: University of Richmond, The Summer Institute for the History of Economic Thought, apr. 2011. Disponível em: <http://jepson.richmond.edu/conferences/adam-smith/paper11binney. pdf>. Acesso em: 26 fev. 2013.

BLAUG, M. Ugly currents in modern economics. **Policy 3**, p. 1-8, 1997. Disponível em: http://www.irpp.org/po/archive/sep97/blaug.pdf. Acesso em: 22 mar. 2013.

BOIANOVSKY, M. Friedrich List and the Economic Fate of Tropical Countries **History of Political Economy**, v. 45, n. 4, Winter 2013. Disponível em: http://ssrn.com/abstract=1810846>. Acesso em: 19 jun. 2013.

BOLAND, L. **Foundations of Economic Method**: A Popperian Perspective. Routledge, 2003. Disponível em: <http://www.crcnetbase.com/doi/pdf/10.4324/ 9780203428146.pt1>. Acesso em: 13 set. 2013.

BONELLI, R. et al. As políticas industrial e de comércio exterior no Brasil: rumos e indefinições. **IPEA**, Textos para discussão nº 27, Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0527.pdf>. Acesso em 01 jun. 2014.

BORGES, A. Democracia vs. Eficiência: a teoria da escolha pública. **Lua Nova**, n. 53, p. 159-179, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-64452001000200008&script=sci_arttext>. Acesso em: 06 mai. 2013.

BORGES, A. **Jirau recebe registro da ONU para venda de créditos de carbono**. Jornal Valor Econômico, 17/05/2013. Disponível em: <http://www.valor.com.br/ empresas/3128730/jirau-recebe-registro-da-onu-para-venda-de-creditos-de-carbono>. Acesso em: Acesso em: 24 jan. 2014.

BRACMORT, K. Biomass Feedstocks for Biopower: Background and Selected Issues. Washington-DC, Congressional Research Service, 06 out., 2010. Disponível em: <http://www.fas.org/sgp/crs/misc/R41440.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2014.

BRASIL. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira.** Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. 2012b. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/geracao/documents/estudos_23/nt_ energiasolar_2012.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2014.

_____. **BRASIL MAIOR.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2014. Disponível em: <http://www.brasilmaior.mdic.gov.br/ conteudo/128>. Acesso em: 09 jun. 2014.

_____. **Contexto mundial e preço do petróleo**: uma visão de longo prazo. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética, 2008. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Petroleo/Documents/Estudos_29/Contexto%20Mundial% 20e%20Pre%C3%A7o%20do%20Petr%C3%B3leo%20Uma%20Vis%C3%A3o%20de%20L ongo%20Prazo.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2014.

_____. **Dilma anuncia medidas para aumentar o percentual de biodiesel no óleo diesel**. Brasília: Blog do Palácio do Planalto, 2014c. Disponível em: <http://blog.planalto.gov.br/dilma-anuncia-medidas-para-aumentar-o-percentual-de-biodiesel-no-oleo-diesel/>. Acesso em: 23 jun. 2014.

_____. Empresa de Pesquisa Energética / Ministério de Minas e Energia. **Análise da inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira**. Brasília, DF, 2012c. 58 p. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos_23/NT_ EnergiaSolar_2012.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2014.

_____. **II Plano Nacional de Desenvolvimento Econômico.** Brasília: Casa Civil, Lei n.º 6.151, de 04 de dezembro de 1974, 1974. Disponível em: <http://www.planalto. gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/anexo/ANL6151-74.PDF>. Acesso em: 02 mai. 2014.

_____. **PLANO BRASIL MAIOR.** Brasília: Casa Civil, Decreto nº 7.540, de 2 de agosto de 2011, 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7540.htm>. Acesso em: 09 jun. 2014.

_____. **Plano de Expansão de Energia 2021**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética - EPE. 2012a. Disponível em: <http://www. planalto.gov.br/ccivil_03/Resolu%C3%A7%C3%A3o/RES24-01.htm>. Acesso em: 17 jun. 2014.

_____. **Programa Emergencial de Energia Eólica - PROEÓLICA**. Brasília: Casa Civil, resolução nº 24, de 5 de julho de 2001, 2001. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Resolu%C3%A7%C3%A3o/RES24-01.htm>. Acesso em: 16 jun. 2014.

_____. **Programa Nacional de Desestatização.** Brasília: Casa Civil, Lei n.º 9.491, de 09 de setembro de 1997, 19997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_ 03/leis/L9491.htm>. Acesso em: 02 mai. 2014.

_____. **Relatório do Grupo de Trabalho de Geração Distribuída em Sistemas Fotovoltaicos.** Brasília: Ministério das Minas e Energia, Relatório do Grupo de Trabalho de Geração Distribuída em Sistemas Fotovoltaicos, Portaria n.º 36, de 26 de Novembro de 2008, 2009. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/ mudancasclimaticas/proclima/file/publicacoes/energia/portugues/Relatorio_GT_GDSF.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2014.

BREWER, A. Economic growth and technical change: John Rae's critique of Adam Smith. **History of Political Economy**, v. 23, n. 1, p. 1-11, 1991. Disponível em: <http://hope.dukejournals.org/content/23/1/1.full.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2013.

BRINGEZU, S. **Towards a sustainable biomass strategy: What we know and what we should know**. Wuppertal: Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Wuppertal papers, n. 163, Jun., 2007. Disponível em: <http://www.econstor. eu/handle/10419/29725>. Acesso em 05 Mar. 2014.

BRISCO, N. A. **The economic policy of Robert Walpole.** Columbia University Press, 1907. 222p.

BRITISH PETROLEUM. **Historical data**. BP. 2014. Disponível em: < http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>. Acesso em: 01 mai. 2014.

BROWN, J. *et al.* Energetic limits to economic growth. **BioScience**, v. 61, n. 1, p. 19-26, 2011. Disponível em: http://www.jstor.org/stable/10.1525/bio.2011.61.1.7>. Acesso em: 09 dez. 2013.

BUCHANAN, J. M. The constitution of economic policy. **The American economic review**, v. 77, n. 3, p. 243-250, 1987.Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1804093>. Acesso em: 23 abr. 2013.

BUENO, M. J. **Propriedades de eletrônicas de grafeno com defeito.** João Pessoa: UFPB / Departamento de Física (Tese de doutorado), 2011. 84p. Disponível em: <http://bdtd.biblioteca.ufpb.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1904>. Acesso em: 14 mar. 2014.

BUIGUES; P. A; SEKKAT, K. **Industrial Policy in Europe, Japan and the USA**: Amounts, Mechanisms and Effectiveness. UK: Macmillan Publishers Limited, 2009. 232p.

BULHÕES, E. P. **O papel das redes transnacionais no contencioso das patentes farmacêuticas entre Brasil e Estados Unidos**. 2008. 244 f. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais). Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Porto Alegre: UFRGS, 2008. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/14391>. Acesso em: 28 mai. 2014.

BURKE III, E. The big history, human history, energy regimes. In: Burke III, E; Pomeranz, K. The **Environment and World History**, Berkley: University of California, 2009. Disponível em <http://ww.ucpress.edu/books/chapters/11132.ch01.pdf>. Acesso em: 21/08/2014.

BUTTER, F. A. D.; HOFKES, M. W.A Neo-Classical Economics View on Technological Transitions. In: OLSTHOORN, X.; WIECZOREK, A. J. (Ed.). **Understanding Industrial Transformation**. Netherlands: Springer, 2006. p. 141-162.

CABRERA-PALMER, B.; ROTHWELL, G. Why is Brazil enriching uranium? **Energy Policy**, v. 36, n. 7, p. 2570-2577, 2008. Disponível em: <10.1016/j.enpol.2008.02.033>. Acesso em: 19 mai. 2014.

CALÌ, M; SEN, K. Do Effective State Business Relations Matter for Economic Growth? Evidence from Indian States. **World Development.**v. 39, n. 9, p. 1542–1557, 2011. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X11000234>.Acesso em: 26 jan 2013.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA-CCEE. **Histórico do PLD final.** São Paulo: CCEE, 2014. Disponível em: < http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/precos/busca_delta_precos?_afrLoop=723949227104530#%40%3F_afrLoop%3D723949227104530%26_adf.ctrl-state%3D13yjvqptoi_103>. Acesso em 20 jun. 2014.

CAMPBELL, C.J.; LAHERRÈRE,J.H. The end of cheap oil. **Scientific American**, p. 78-83, mar. 1998. Disponível em < http://josiah.berkeley.edu/2007Fall/ER200N/Reading/Campbell_1998.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2010.

CANO, W. **Introdução à economia.** 2. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2007. 292p.

CANO, W.; SILVA, SILVA, A. L. G. Política industrial do governo Lula. Campinas: Unicamp, Instituto de Economia, Texto par discussão 181, 2010. Disponível em: <http://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=1811&tp=a.>. Acesso em: 31 mai. 2014.

CANTWELL, J. A. Innovation, profits and growth: Schumpeter and Penrose. Reading: University of Reading, Department of Economics, 2000. Disponível em: <http://www.reading.ac.uk/Econ/Econ/workingpapers/emdp427.pdf>.Acesso em 12 Out. 2013.

CARNEIRO, R. **Desenvolvimento em crise**: a economia brasileira no último quarto do século XX. São Paulo: Unesp, 2002. 423 p.

CARSON, R. **Silent spring**. N. York: Crest Reprint/Fawcett, 1962. Disponível em: <http://library.uniteddiversity.coop/More_Books_and_Reports/Silent_Spring-Rachel_Carson-1962.pdf>. Acesso em: 09/01/2014.

CARVALHO, E. F.A; CALVETE, M. J. F. Energia Solar: um passado, um presente… um futuro auspicioso. **Revista Virtual de Química**, v. 2, n. 3, p. 192-203, 2010. Disponível em: <http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/article/viewFile/89/134>. Acesso em: 15 mar. 2014.

CASA CIVIL, Lei n.º8.031, de 12 de abril de 1990, 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8031impressao.htm>. Acesso em: 01 jun. 2014.

CASCIO, E.; MALANIMA, P. Mechanical Energy and Water Power in Europe A Long Stability? In: Ermon, E. **Vers une gestion intégrée de l'eau dans l'empire romain. Actes du Colloque International Université Laval, 2006.** Roma: L'Erma di Bretschneider, 2008. Disponível em <http://www.paolomalanima.it/default_file/Articles/Water_Power.pdf>. Acesso em: 21/08/2014.

CASTRO, A. B.; SOUZA, F. E. P. **A economia brasileira em marcha forçada**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 3 ed., 2004, 225 p.

CAVALCANTI, G. A. A dinâmica do PROÁLCOOL: Acumulação e crise 1975 - 1979. **Revista Brasileira de Energia,** v. 2, n. 1, p. 1-9, 1992. Disponível em: <http://www. sbpe.org.br/rbe/revista/4/>. Acesso em 10 mai. 2014.

CAVALIERO, C. K.; SILVA, E. P. Geração de energia elétrica: as novas regulamentações para as fontes renováveis alternativas. In: **4 ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL**, Campinas, 2002. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022002000200009&script=sci_arttext>. Acesso em: 16 Jun. 2014.

CECHIN, A. **A natureza como limite da economia:** a contribuição Nicholas Georgescu-Roegen. São Paulo: Edusp/Senaca, 2010. 264p.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS-ELETROBRAS. **História.** Rio de Janeiro: Eletrobras, 2014. Disponível em: <http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMISB3 3DBED6PTBRIE.htm>. Acesso em: 12 mai. 2014.

CEPALUNI, G. Regimes Internacionais e o contencioso das patentes para medicamentos: estratégias para países em desenvolvimento. **Contexto Internacional**, v. 27, n. 1, p. 51-99, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script= sci_arttext&pid=S0102-85292005000100002>. Acesso em: 28 mai. 2014.

CERVANTES, M. **El Ingenioso Hidalgo Don Quijote De La Mancha.** Madrid: S. Calleja Fernandez, 1876. 874 p. Disponível em: < https://openlibrary.org/books/OL14005174M/El_ingenioso_hidalgo_Don_Quijote_de_la_Mancha>. Acesso em: 12 Nov. 2013.

CHAITKIN, A. Andrew Jackson as A Treason Project. **EXECUTIVE INTELLIGENCE-EIR,** v. 34, n. 5, p.50-63**,** 2007.Disponível em: <http://www. larouchepub.com/eiw/public/ 2007/eirv34n50-20071221/50-63_750.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2013.

CHANG, H. J. Breaking the mould: an institutionalist political economy alternative to the neo-liberal theory of the market and the state. **Cambridge Journal of Economics**, v. 26, n. 5, p. 539-559, 2002. Disponível em: <doi:10.1093/cje/26.5.539>. Acesso em: 08 abr. 2013.

_____. **Chutando a escada**: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica. São Paulo: Editora Unesp, 2004. 266p.

CHAPMAN, A. Barter as a Universal Mode of Exchange. **L'Homme**, tome 20, n. 3. p. 33-83, 1980. Disponível em: <http://www.persee. fr/web/revues/home/prescript/article/ hom_0439-4216_1980_num_20_3_368100>. Acesso em: 06 fev. 2013.

CHARLIER, R. H.; FINKL, C.W. **Ocean energy: tide and tidal power**. Berlin: Springer, 2009, 262p.

CHEN, T.; DAI, C. Carbon nanomaterials for high performance supercapacitors. **Journal of power sources**, v. 226, p. 272-288, 2013. Disponível em: <http://dx. doi.org/10.1016/j.mattod.2013.07.002>. Acesso em: 17 mar. 2014.

CHESNAIS, F. **A mundialização do capital**. São Paulo: Xamã, 1996, 334 p.

CHIARETTI, D. Grid de largada para a energia solar. **Valor econômico,** Brasil, p. A2, 28 mai. 2014.

CHUPKA, M. Carbon taxes and climate change. In.: CLEVELAND, C. J. **Encyclopedia of Energy**. New York: Elsevier, p. 299-306, 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012176480X004952>. Acesso em: 13 jan. 2014.

CIMOLI, M; DOSI, G; STIGLITZ, J. E. The Political Economy of Capabilities Acumulation: The Past and Future of Policies for Industrial Development. In: CIMOLI, M; DOSI, G;

CLARK, J. B. The Distribution of Wealth: A Theoryof Wages, Interest and Profits. New York: Macmillan, 1908. 254p. Disponível em: <http://files.libertyfund.org/files/329/Clark_0190_EBk_v6.0.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2013.

COHEN, E. Theoretical foundations of industrial policy. **EIB Papers**, v. 11, n. 1, p. 84-106, 2006.Disponível em: <http://www.econstor.eu/dspace/handle/10419/44861>. Acesso em: 29 Out. 2013.

COMIN, A. **Desafios da política industrial no Brasil do século XXI**: síntese de proposições. Brasília: CNI/FINEP, 2009. 42 p. Disponível em: <http://www.cni.org.br/portal/data/files/00/FF8080812CCCDFC5012CD082D7D45E61/Desafios%20da%20pol%C3%ADtica%20industrial%20no%20Brasil%20do%20s%C3%A9culo%20XXI%20s%C3%ADntese%20de%20proposi%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2014.

COMTRADE. United Nations Statistics Division. **Commodity Trade Statistics Database**, 2011. United Nations. 2014. Disponível em: <http://comtrade.un.org/db/>. Acesso em: 01 mai. 2014.

CORAZZA, G. O "Estado estacionário" na economia clássica, **Análise Econômica**, v. 9, n. 15, p. 297-221, 1991. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/AnaliseEconomica/article/view/10376/6083>. Acesso em 13 ago. 2013.

CORIAT, B; DOSI, G. The institutional embeddedness ofeconomic change: an appraisal of the "evolutionary" and "regulationist" research programmes. In: HODGSON, Geoffrey M. (Ed.). **A modern reader in institutional and evolutionary economics: key concepts**. Cheltenham-UK; Northampton-USA: Edward Elgar Pub, 2002.p. 95-123.

COTULA, L. **Fuelling exclusion?** The biofuels boom and poor people's access to land. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO / International Institute for Environment and Development-IIED, 2008. Disponível em: <http://pubs.iied.org/pdfs/12551IIED.pdf >. Acesso em: 06 mar. 2014.

COUTINHO, L. G. Regimes macroeconômicos e estratégias de negócio: uma política industrial alternativa para o Brasil no século XXI". In: LASTRES, H.M.; Cassiolato J.E.; ARROIO A. (Ed.) **Conhecimento, Sistemas de Inovação e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/Contraponto. p. 429-448.

COUTO, J. M. O pensamento desenvolvimentista de Raúl Prebisch. **Economia e Sociedade**, v. 16, n. 1, p. 45-64, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ecos/v16n1/a03v16n1.pdf>. Acesso em: 10 set. 2013.

COWEN, T.; CRAMPTON, E. **Market failure or success: the new debate.** Northampton, MA: Edward Elgar, 2002. Disponível em: <http://www.econ.canterbury.ac.nz/personal_pages/eric_crampton/bookintro.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2013.

COWLING, K; OUGHTON, C; SUGDEN, R.A reorientation of industrialpolicy? Horizontal policies and targeting. In: COWLING, K. **Industrial Policy in Europe**: Theoretical Perspectives and Practical Proposals. London: Routledge Series on Industrial Development Policy, 2000. Disponível em: <http://www.crcnetbase.com/doi/pdf/10.4324/9780203103098.ch2>. Acesso em 27 Out. 2013.

CRAFTS, N. Solow and growth accounting: A perspective from quantitative economic history. **History of Political Economy**, v. 41, n. Suppl 1, p. 200-220, 2009.Disponível em: http://hope.dukejournals.org/content/41/Suppl_1/200.full.pdf+html>. Acesso em: 06 set. 2013.

CRUZ, P.R.D.C. Capitais externos e o financiamento de longo prazo no Brasil. In:. **História econômica do Brasil contemporâneo.** São Paulo: Hecitec, 2002. p. 169-182.

CULLINANE, S. America Falling Behind: The Strategic Dimensions of Chinese Commercial Nuclear Energy. Potomac- Maryland: **Journal Energy Security**, The Institute for the Analysis of Global Security (IAGS), 28 nov., 2011. Disponível em: < http://www.ensec.org/index.php?option=com_content&id=319:america-falling-behind-the-strategic-dimensions-of-chinese-commercial-nuclear-energy&catid=118:content&Itemid=376 >. Acesso em: 03 mar. 2014.

CUNNINGHAM, W. **The growth of English industry and commerce: in modern times**. Cambridge: At the Universtity Press, 1892. 771p.

CURLEY, R. **Fossil Fuels.** Energy: past, present and future. Nova Iorque: Encyclopedia Britanica, 2012. 145p.

CYPHER, J. M.; DIETZ, J. L. **The process of economic development**. Londres e Nova York: Routledge, 1997. 606p.

DA ROSA, S. E. S.; GARCIA, J. L. F. O etanol de segunda geração: limites e oportunidades. **Revista do BNDES**, v. 32, p. 117-156, 2009. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev3204.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2014.

DAGNINO, R. **Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico**. Campinas: Editora Unicamp, 2010. 279p.

DAMASCENO, C. M. B. et al. **A importância da Lignina para a Produção de Etanol de Segunda Geração**. Sete Lagos: Embrapa Milho e Sorgo, Doc. 108, 2010. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884400/1/ doc108.pdf >. Acesso em: 08 mar. 2014.

DARITY, W.; DAVIS, L. S. Growth, trade and uneven development. Cambridge **Journal of Economics**, v. 29, n. 1, p. 141-170, 2005.Disponível em: <http://cje.oxfordjournals.org/content/29/1/141.full.pdf+html>. Acesso em: 19 ago. 2013.

DAVID, P. A. Clio and the Economics of QWERTY. **The American Economic Review**, v. 75, n. 2, p. 332-337, 1985.Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1805621>. Acesso em: 08 Out. 2013.

DAVIES, N. **The isles:** A history. Macmillan, 2000. 1040p.

DAVIS, R. The Rise of Protection in England, 1689—1786. **The Economic History Review**, v. 19, n. 2, p. 306-317, 1966. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2592254>. Acesso em: 15 mai. 2013.

DAZA, S.; MALDONADO, K. Economia Marxista del Cambio Técnico. In: TREVIÑO, L.C (Org.). **Teorías Económicas de la Tecnología**. Cidade do México: Editorial Jus, 1999, p. 45-46.

DE VROEY, M. The Transition from Classical to Neoclassical Economics: A Scientific Revolution. **Journal of Economic Issues**, v. 9, n. 3, p. 415-439, set. 1975. Disponível em http://www.jstor.org/stable/4224433. Acesso em: 10 mar. 2013.

DEMIRBAS, A. **Biorefinery For Biomass Upgrading**. Heidelberg / London / New York: Springer, 2010. 240p.

DESHMUKH, Ranjit et al. Changing sunshine: analyzing the dynamics of solar electricity policies in the global context. Renewable and Sustainable **Energy Reviews**, v. 16, n. 7, p. 5188-5198, 2012. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032112002900>. Acesso em: 01 mar. 2014.

DIAS, M. et al. Simulation of integrated first and second generation bioethanol production from sugarcane: comparison between different biomass pretreatment methods. **Journal of industrial microbiology & biotechnology**, v. 38, n. 8, p. 955-966, 2011. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/616/art%253A10. 1007%252Fs10295-010-0867-6.pdf?auth66=1394310466_3a53989d0cb15708def7 6899c2e729c7&ext=.pdf >. Acesso em: 06 mar. 2014.

DINIZ, E. M. **Crescimento, poluição e o protocolo de Quioto**: uma avaliação do caso brasileiro. São Paulo: Banco Santos/Universidade de Oxford, 2001. 161p.

DOBB, M. **Theories of value and distribution since Adam Smith:** ideology and economic theory. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 295p.

DOBSON, A. **Green political thought**. London/N. York: Routledge Press, 2007. 225p.

DOHERTY, B. **Ideas and actions in the green movement**. Routledge, 2002. 269p.

DOLLERY, B. E.; WALLIS, J. L. Theory of market failure. In.: BERMAN, E. M. **Encyclopedia of Public Administration and Public Policy**, 2 ed., Taylor & Francis Group, p. 1203-1206. Disponível em: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/NOE1420052756.ch239>. Acesso em: 09 abr. 2013.

DOSI, G. An introduction to evolutionary theories in economics. **Journal of evolutionary economics**, v. 4, n. 3, p. 153-172, 1994. Disponível em: < http://faculty.neu.edu.cn/txiang/evolution/Ref/94An%20introduction%20to%20evolutionary%20theories%20in%20economics.pdf >. Acesso em: 28 Set. 2013.

_____. **Mudança Técnica e Transformação Industrial:** a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores. Campinas: Editora Unicamp, 2006, 460p.

_____. Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation, **Journal of Economic Literature**, v. 26, n. 3, p. 1120-1171, 1988. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2726526 >. Acesso em 30 Out. 2013.

_____. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research policy**, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982. Disponível em: <https://faculty.fuqua.duke.edu/~charlesw/ s591/Bocconi-Zuke/ Bocconi/s6_Demand_ View/ ZDosi%201982.pdf>. Acesso em 25 Nov. 2013.

DOSI, G.; EGIDI, M. Substantive and procedural uncertainty. J**ournal of Evolutionary Economics**, v. 1, n. 2, p. 145-168, 1991.Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/842/art%253A10.1007%252FBF01224917.pdf?auth66=1381066626_aa7c27abf26695295d5993c0e53c89f0&ext=.pdf>. Acesso em: 04 Out. 2013.

DOSI, G.; NELSON, R. R. R. Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes.In: HALL, B. H; ROSENBERG, N. (Ed.). **Handbook of the Economics of Innovation**, London, New York: Elsevier, 2010, v. 1, p. 51-127.

DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L. **The economics of technical change and international trade**. LEM Book Series, 2002. Disponível em: <http://www.lem.sssup.it/WPLem/files/dosietal_1990_II.pdf >. Acesso em: 23 Set. 2013.

DOWNING, L. U.K. Rejects $40 Billion Severn Barrage Tidal-Power Project. **Renewable Energy World**, 20 set., 2013. Disponível em: <http://www.renewable energyworld.com/rea/news/article/2013/09/u-k-rejects-40-billion-severn-barrage-tidal-power-project>. Acesso em: 04 mar. 2014.

DUPONT. **Dupont cellulosic ethanol**. DUPONT Biofuels Solution, 2013. Disponível em: < http://biofuels.dupont.com/cellulosic-ethanol/nevada-site-ce-facility/>. Acesso em: 10 mar. 2014.

DÜPPE, T. **The Making of the Economy**: A Phenomenology of Economic Science.Lanham: Lexington Books, 2011. 241p.

_____. **The Phenomenology of Economics:** Life-World, Formalism, and the Invisible Hand. Alblasserdam: Haveka BV, 2009. 382p. Disponível em <http://repub.eur.nl/res/pub/16075/Proefschrift%20Till%20Duppe%5Blr%5D.pdf>.Acesso em: 19 mar. 2013.

EAGLY, R. V.A Macro Model of the Endogenous Business Cycle in Marxist Analysis.**Journal of Political Economy**, v. 80, n. 3, Part 1 (May - Jun.), p. 523-539, 1972. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1830565>. Acesso em: 16 ago. 2013.

EDWARDS, P. P. et al. Hydrogen and fuel cells: towards a sustainable energy future. **Energy Policy**, v. 36, n. 12, p. 4356-4362, 2008. Disponível em: <http://www.science direct.com/science/article/pii/S0301421508004503>. Acesso em: 13 mar. 2014.

EICHENGREEN, B. **A Globalização do capital**: uma historia do sistema monetário internacional, São Paulo: Editora 34, 2000. 286p.

ELAM, C. C. et al. Realizing the hydrogen future: the *International Energy Agency*'s efforts to advance hydrogen energy technologies. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 28, n. 6, p. 601-607, 2003. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319902001477>. Acesso em: 13 mar. 2014.

ELBEHRI, A. et al. **Biofuels and sustainability challenge**: A global assessment of sustainability issues, trends and policies for biofuels and related feedstock. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO, 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/017/i3126e/i3126e.pdf >. Acesso em: 06 mar. 2014.

ELETRONUCLEAR. **A empresa.** Rio de Janeiro: Eletrobras, 2014. Disponível em: < http://www.eletronuclear.gov.br/Saibamais/Perguntasfrequentes/Angra1custos.aspx>. Acesso em: 22 mai. 2014.

ELLIOT, Marx and Schumpeter on Capitalism's Creative Destruction: A Comparative Restatement. **The Quartely Journal of Economics**, v. 95, n. 1, pp. 45-68. Disponível em: http://www.jstor.org/stable/1885348>. Acesso em: 21 ago. 2013.

EMIEUX, P. The public choice revolution. **Regulation**, v. 27, n. 3, p. 22-29, 2004. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=604046>. Acesso em: 23 abr. 2013.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO - EPE. **Balanço Energético Nacional**. Séries históricas. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 2014. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompletas.aspx>. Acesso em: 14 mai. 2014.

ENGELS, F. **A situação da classe trabalhadora na Inglaterra.** São Paulo: Boitempo Editorial, 2008. 388p.

ENGELS, F. Karl Marx's funeral. **Der Sozialdemokrat**. 22 mar. 1883. Disponível em: <http://www.marxists.org/archive/marx/works/1883/death/dersoz1.htm>. Acesso em: 15 mar. 2015.

ERBER, F. S. Desenvolvimento industrial e tecnológico na década de 90: uma nova política para um novo padrão de desenvolvimento. **Ensaios FEE**, v. 13, n. 1, p. 9-42, 1992. . Disponível em: <http://revistas.fee.tche.br/index.php/ensaios/article/viewArticle/ 1462>.

ERBER, F. S.; CASSIOLATO, J. E. Política industrial: teoria e prática no Brasil e na OCDE. **Revista de Economia Política**, v. 17, n. 2, p. 66, 1997. Disponível em: <http://www.rep.org.br/PDF/66-3.PDF>. Acesso em: 31 mai. 2014.

ERBER, F.; AMARAL, L. Os centros de pesquisa das empresas estatais: um estudo de três casos. In.: SCHWARTZMAN, S. **Science and technology in Brazil: a new policy a global world** (Coord.). Rio de Janeiro: Editora FGV, 1995. Disponível em: <http://www.schwartzman.org. br/simon/scipol/pdf/centros.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2014.

ERISMAN, J. W. Acid Deposition and Energy Use. In.: CLEVELAND, C. J. **Encyclopedia of Energy.** New York: Elsevier, p. 1-15, 2004. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012176480X003892#sec4>. Acesso em: 13 jan. 2014.

ETZKOWITZ, Henry. **MIT and the Rise of Entrepreneurial Science**. Psychology Press, 2002. Disponível em: <http://www.crcnetbase.com/doi/pdf/10.4324/978020321 6675.ch9>. Acesso em: 04 de jun. 2013.

EVANS, A. et al. Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 13, n. 5, p. 1082-1088, 2009. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/ S1364032108000555>. Acesso em 25 fev. 2014.

EVANS, P. E. Declining hegemony and assertive industrialization: US-Brazil conflicts in the computer industry. **International Organization**, v. 43, n. 2, p. 207-238, 1989. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2706701>. Acesso em: 29 mai. 2014.

_____. Prefácio. In.: DANTAS, V. **Guerrilha tecnológica**: a verdadeira história da política nacional de informática. Rio de Janeiro: LTC, 1988. 184p. Disponível em: <http://www.mci.org.br/biblioteca/guerrilha_tecnologica.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2013.

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR. **Fairchild Company History**. San Jose, 2013. Disponível em: <http://www.fairchildsemi.com/about-fairchild/history/#>. Acesso em: 04 jun. 2013.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - FIRJAN. **Perspectivas do custo da energia elétrica para a indústria no Brasil em 2014 e 2015**. Rio de Janeiro: FIRJAN, Nota Técnica, n.1, mai. 2014. Disponível em: <http://www.firjan.org.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908CEC45F062B601461B962A1352C5>. Acesso em 27 de jun. 2014.

FEDERAL RESERVE**. Federal Funds Effective Rate.** Washington: Federal Reserve System, 2014. (Economic Research & Data. Historical Data)**.** Disponível em: <http://www.federalreserve.gov/releases/H15/data.htm>. Acesso em: 25 mai. 2014.

FERRAZ, J. C; MENDES DE PAULA, G; KUPFER, D. Política Industrial. In: **Economia Industrial:** Fundamentos Teóricos e Prática no Brasil. Rio de Janeiro: Campus, 2002. p.545-567.

FIANI, R. **Teoria da regulação econômica:** estado atual e perspectivas futuras**.** Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1998. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/grc/pdfs/teoria_da_regulacao_economica.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2013.

_____. Teoria econômica clássica e teoria econômica marginalista. **Revista de Economia Política**, v. 10, n. 3, p. 128-137, out./dez. 1990. Disponível em http://www.rep.org.br/pdf/40-8.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2013.

FILGUEIRAS, L. A M. Reestruturação produtiva, globalização e neoliberalismo: capitalismo e exclusão social neste final de século. **V ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDO DO TRABALHO**, Rio de Janeiro, p. 895-920, 1997. Disponível em: <http://www.cefetsp.br/edu/eso/neoglobliberalismo.pdf>. Acesso em 14 jun. 2014.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PESQUISAS-FINEP. **PAISS contrata primeira empresa.** Brasília: FINEP, 2014. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/imprensa/noticia.asp?noticia=3087>. Acesso em: 25 ago. 2014.

FINLAYSON, A. C. et al. The “Invisible Hand”: neoclassical economics and the ordering of society. **Critical Sociology**, v. 31, n. 4, p. 515-535, 2005. Disponível em: <http://crs.sagepub.com/content/31/4/515>. Acesso em: 19 fev. 2013.

FIORI, J. L. Maria da Conceição Tavares e a hegemonia Americana. **Lua Nova**, São Paulo, n. 50, p. 207-235, 2000. Disponível em: <http://www.rep.org.br/pdf/18-1.pdf >. Acesso em: 24 jul. 2014.

FLAM, H.; FLANDERS, M. J. **The young Ohlin on the theory of interregional and international trade.** Estocolmo: Institute for International Economic Studies, Seminar Paper n. 684,p. 1-25, 2000. Disponível em: <http://su.diva-portal.org/smash/get /diva2:328550/FULLTEXT01>. Acesso em: 16 set. 2013.

FONSECA, P. C. D. O pensamento econômico alemão no século XIX. In.: HELFER, I. **Pensadores alemães dos séculos XIX e XX**. (Org.). Santa Cruz do Sul. Edunisc, 2000. P. 9-19. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/DECON/publionline/textosprofesso res/fonseca/alemao.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2013.

_____. Os dois "Prebischs". **Economia e Sociedade**, v. 20, n. 3, p. 695-700, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/ecos/v20n3/a10v20n3.pdf>. Acesso em: 12 set. 2013.

_____. Sobre a Intencionalidade da Política Industrializante no Brasil na década de 1930. **Revista de Economia Política**, v. 23, n.1, pp. 133-148, 2003. Disponível em: <http://www.centrocelsofurtado.org.br/arquivos/image/201211051207460.maringa2.pdf>. Acesso em 15 ago. 2014.

FONSECA, P. C. D.; MOREIRA, C. S. **O projeto do Governo Goulart e o II PND**: um cotejo. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Economia e Relações Internacionais, Texto para discussão n. 12, 2012. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ decon/TD10_ fonseca_moreira.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2014.

FONTES, S. WEG consolida atuação em energia eólica. **Valor econômico,** Caderno Empresas, p. B5, 03 abr. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO).**The state of food insecurity in the world 2012**, Roma: FAO- United Nations, 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/i3027e/i3027e.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2013.

FRANCESCHIN, G. **Bioethanol**: a contribution to bridge the gap between first and second generation processes. PADOVA: University of Padova (Tese de Doutorado), 2010. 189p. Disponível em: <http://paduaresearch.cab.unipd.it/2570/1/Giada_ Franceschin.pdf>. Acesso em 06 mar. 2014.

FRANKFURT SCHOOL. Global Trends in Renewable Energy Investment 2013. Frankjfurt: Frankfurt School - Centre for Climate & Sustainable Energy Finance (UNEP), 2013. Disponível em: < http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/ attachments/gtr2013keyfindings.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2014.

FRAUHOFER MAGANIZE. Energy off the roll. **Frauhofer Maganize**, n. 2, 2013. . Diponível em: <http://oper.fraunhofer.jp/content/dam/oper/ja/documents/magazine_2-2013.pdfl/>. Acesso em 20 jun. 2014.

FREESE, J. H. **Aristotle**: The art of rhetoric. London: William Heinemann; New York: G. P. Putnam's Sons, 1926.491p. Disponível em: http://ia600506.us.archive. org/5/items/artofrhetoric00arisuoft/artofrhetoric00arisuoft.pdf. Acesso em 24 mar. 2013.

FRIEDMAN, M. **Capitalism and freedom**. Chigago: University of Chicago press, 1982. 212p.

FROTA, M. S. P. B**. Proteção de patentes de produtos farmacêuticos**: o caso brasileiro. Fundação Alexandre de Gusmão, Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais, 1993. Disponível em: <http://funag.gov.br/loja/download/68-Protecao_de_Patentes_de_Produtos_Farmaceuticos_O_Caso_Brasileiro.pdf >. Acesso em: 03 set. 2014,

FURTADO, A.T.; FREITAS, A. G. Nacionalismo e aprendizagem no Programa de Águas Profundas da Petrobras. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 3, n. 1 jan/jun, p. 55-86, 2004. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/ rbi/article/view/266/182>. Acesso em 05 mai. 2014.

FURTADO, M. B. **Síntese da Economia brasileira**. Rio de Janeiro: LTC, 2000. 281 p.

GADELHA, C. A. G. Política industrial: uma visão neo-schumpeteriana sistêmica e estrutural. **Revista de Economia Política**, v. 21, n. 4, p. 84, 2001. Disponível em: <http://www.rep.org.br/PDF/84-9.PDF>. Acesso em: 22 Out. 2013.

GADONNEIX, P. et al. **World Energy Perspective**: Cost of Energy Technologies. London: World Energy Council, 2013b. Disponível em: <http://www.worldenergy.org/ publications/2013/world-energy-perspective-cost-of-energy-technologies>. Acesso em: 25 fev. 2014.

_____. **World Energy Trillema**: Time to get real - the case for sustentable energy investiment. London: World Energy Council, 2013a. Disponível em: <http://www.worldenergy.org/publications/2013/world-energy-trilemma-2013>. Acesso em: 24 fev. 2014.

GALL, N. Atoms for Brazil, dangers for all. **Foreign Policy**, p. 155-201, 1976. Disponível em: < http://www.jstor.org/stable/1147877>. Acesso em: 19 mai. 2014.

GANEM, A. Hayek: da teoria do mercado como ordem espontânea ao mercado como fim da história. **Política & Sociedade**, v. 11, n. 22, p. 93-118, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/politica/article/viewFile/2175-7984.2012v11n22p93/23763>. Acesso em: 25 Set. 2013.

GHOSH, T. K.; PRELAS, M. A. **Energy Resources and Systems.** London & New York: Springer, v.2: Renewable Resources, 2011.

GIANNINI, M.; CARPIO, L. G. T. Consequências iniciais da reestruturação do sistema hidrotérmico nacional. **Revista Brasileira de Energia**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2002. Disponível em: <http://www.sbpe.org.br/rbe/revista/18/>. Acesso em 13 jun. 2014.

GIDER, A. L. Bons ventos: BRDE aposta na energia eólica como aliado no desenvolvimento regional. **Rumos**, n. 36, nov./dez., 2012. Disponível em: <http://www.abde.org.br/uploads/261220121556078836%20e%2037.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2014.

GILPIN, R.**A economia política das relações internacionais.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2002. 492p.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL-GWEC. **Global Wind Report**: Annual Market Update 2012, 2013. Disponível em: < http://www.gwec.net/wp-content/uploads/ 2012/06/Annual_report_2012_LowRes.pdf />. Acesso em: 16 fev. 2014.

GOLDEMBERG, J.; TEIXEIRA COELHO, S. Renewable energy - traditional biomass vs. modern biomass. **Energy Policy**, v. 32, n. 6, p. 711-714, 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421502003403>. Acesso em: 12 fev. 2014.

GOLDENBERG, J. Prefácio. In: BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL-BNDES e CENTRO DE GESTÃO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS-CGEE. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: BNDES, 2008. p. 13-14. Disponível em: <http://www.bioetanoldecana.org/pt/download/bioetanol.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2014.

GONÇALVES, R. A teoria do comércio internacional: uma resenha. Uberlândia: **Economia Ensaios -** UFU, v. 12, n. 1, 1997. p.3-20. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/hpp/intranet/pdfs/texto_no._3_resenha_comercio_internacional.pdf>. Acesso em: 16 set. 2013.

GONÇALVES, R. et al. **A nova economia internacional**: uma perspectiva brasileira, Rio de Janeiro: Campus, 1998. 357p.

GONG, J. R. Preface. GONG, J. R. (Ed.). **Graphene – synthesis, characterization, properties and applications.** Rijeka-Croatia: Small, v. 7, n. 14, p. 1876-1902, 2011.

GOUDSBLOM, J. The Civilizing Process and the Domestication of Fire, **Journal of World History**, Hawai, University of Hawai'i Press, v. 3, n.1, Spring, p. 1-12, 1992. Disponível em < http://www.jstor.org/stable/20078510>. Acesso em: 21/08/2014.

GREMAUD, A. P.; PIRES, J. M. II Plano Nacional de Desenvolvimento. In: KON, A. (Org.): **Planejamento no Brasil II**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1999, 167 p.

GRIDLOGICS TECHNOLOGIES PVT. **Graphene:** Technology insight report. Patent Insight Pro, 2013. Disponível em: <http://www.patentinsightpro.com/techreports/1113/ Tech%20Insight%20Report%20-%20Graphene.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2014.

GRUBLER, A. Transitions in Energy Use. **Encyclpedia of Energy**. Elsevier, v. 6, p. 163-177, 2004**.** Disponível em: < http://jks-nergy.wikispaces.com/file/view/ EncycEnergyGrubler2004TransitionsEnergyUse.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2014.

HAGEDOORN, J. Innovation and Entrepreneurship: Schumpeter Revisited. **Industrial and Corporate Change,** v. 5, n.3, p. 883-896, 1996. Disponível em: <http://icc. oxfordjournals.org/content/5/3/883.full.pdf+html>.Acesso em: 26 ago. 2013.

HALL, C. et al. Hydrocarbons and the evolution of human culture, **Nature**, v. 423, 2003. Disponível em <http://www.hubbertpeak.com/cleveland/OilAndCulture.pdf>. Acesso em: 21/08/2014.

HAMILTON, A. **Relatório sobre as manufaturas.** Rio de Janeiro: Movimento de Solidariedade Ibero-americana, 1995. 142p.

HAMILTON, B. D. **US Offshore Wind Manufacturing and Supply Chain Development**. Navigant Consulting, 2013. Disponínvel em: <http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/1087161>. Acesso em: 18 fev. 2014.

HECKSCHER, E. **La Epoca mercantilista: historia de la organización y las ideas económicas desde el final de la edad media hasta la sociedad liberal**. México: Fondo de Cultura Económica, 1943. 885p. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/bibliotecadigital/view/singlepage/index.php?pubcod=10013030&parte=1>. Acesso em: 28 jan. 2013.

HEERTJE, A. Life and Work of David Ricardo (1772–1823). In: **Handbook of the History of Economic Thought**. New York: Springer, p. 173-177, 2012.

HEILBRONER, R.L. **A história do pensamento econômico.** São Paulo: Abril, 1996. 319p.

HEILPERIN, M.A. **Studies in economic nacionalism.** Genebra**:** L'Institut universitaire de hautes études internationales, 1960. 230p.

HELLEINER, E. Economic nationalism as a challenge to economic liberalism? Lessons from the 19th century. **International Studies Quarterly**, v. 46, n. 3, p. 307-329, 2002. Disponível em: < http://www.jstor.org/stable/3096091>. Acesso em: 17 jun. 2013.

HENDERSON, W. Metaphor and Economics. In.: BACKHOUSE, R. E. **New Directions in Economic Methodology**. Routledge, p. 1-25, 1994. Disponível em: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.4324/9780203204085.ch16>. Acesso em: 02 abr. 2013.

HILTNER, A. **Seminários GEE:** Desafios da energia no Brasil. Rio de Janeiro: Grupo de Economia e Energia / Instituto de Economia da UFRJ, 07/08/10/2013. Entrevista concedida a Lucia Novaes, Diretora de conteúdo Canal GEE - YOUTUBE. Disponível em: < http://www.youtube.com/watch?v=poVs8HFJCSg>. Acesso em: 11 mar. 2014.

HIRA, A. OLIVEIRA, L. G. No substitute for oil? How Brazil developed its ethanol industry. **Energy Policy**, v. 37, n. 6, p. 2450-2456, 2009. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2009.02.037>. Acesso em 08 mai. 2014.

HIRST, M. **The United States and Brazil:** a long road of unmet expectations. London-New York: Routledge, 2004, 127p.

HIRST, M.; PINHEIRO, L. A política externa do Brasil em dois tempos. **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 38, n. 1, p. 5-23, 1995. Disponível em: <http://www.plataformademocratica.org/Publicacoes/12491.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2014.

HLPE REPORT 5. **Biofuels and food security**: a report by the high level panel of experts on food security and nutrition of the committee on world food security, Rome: FAO/UN, 2013. Disponível em: < http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_Reports/HLPE-Report-5_Biofuels_and_food_security.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2014.

HODGSON, G. M. Evolutionary and competence-based theories of the firm. **Journal of Economic Studies**, v. 25, n. 1, p. 25-56, 1998.Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=846071&show=abstract >. Acesso em 08 Out. 2013.

HOLCOMBE, R. G. Equilibrium versus the invisible hand. **The Review of Austrian Economics**, v. 12, n. 2, p. 227-243, 1999.Disponível em <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1007820310502?LI=true#page-1>. Acesso em: 12 mar. 2013.

HÖLZL, W. **The evolutionary theory of the firm: Routines, complexity and change,** Viena: Department of Economics Vienna University, 2005. Disponível em: <http://www.wu.ac.at/inst/vw1/gee/papers/geewp46.pdf>. Acesso em: 08 Out. 2013.

HONG, S. et al. Evaluating options for sustainable energy mixes in South Korea using scenario analysis. **Energy**, v. 52, p. 237-244, 2013. Disponível em: <http://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&q=Evaluating+options+for+sustainable+energy+mixes+in+South+Korea+using+scenario+analysis&btnG=&lr= >. Acesso em: 04 mar. 2014.

HORNICK, P.V. **Austria over all if she only will**, 1684. Disponível em: <http://socserv.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/hornick/AustriaOverAll.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2013.

IMBS, J; WACZIARG, R. Stages of diversification. **American Economic Review**, p. 63-86, 2003. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/3132162.>. Acesso em: 12 Nov. 2013.

IMMERGUT, E. M. Democratic Theory and Policy Analysis: Four Models of "Policy, Politics and Choice". **der moderne staat–Zeitschrift für Public Policy, Recht und Management**, v. 4, n. 1, p. 69-86, 2011.Disponível em: <http://www.social-science.hu-berlin.de/lehrbereiche/comppol/pubb/pdfs/EllenM.2011.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2013.

INSTITUTO CNA. **Relatório de Inteligência**: do bagaço ao posto. Brasília: CNA, 2013. 37p. Disponível em: <http://www.icna.org.br/sites/default/files/relatorio/RELAT%C3%93RIO%20DO%20AGRONEG%C3%93CIO%20-%20janeiro%20de%202013.pdf>. Acesso em 21 jun. 2014.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOVIMENTO INDUSTRIAL-IEDI. **Políticas para a Promoção da Economia Verde**. São Paulo: IED, Carta IEDI n. 459, 18 mar. 2011. Disponível em: <http://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_459_politicas_para_a_promocao_da_economia_verde.html>. Acesso em: 17 jun. 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA-IPEA. **Séries históricas**. IPEADATA. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 09 mai. 2014.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **The Power Reactor Information System**. Viena: *International Atomic Energy Agency*, 2014. Disponível em: <http://www.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByCountry.aspx >. Acesso em: 03 mar. 2014.

_____. **From 1st- to 2nd- generation biofuel technologies**. Paris: IEA /OCDE, 2008. 176P. Disponível em: <http://environmen tportal.in/files/2nd_Biofuel_Gen.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2014.

_____. **Renewable Energy: Market Trends and Projections to 2017**. Paris: IEA / OCDE, 2012b. 176P. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/MTrenew2012_web.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2014.

_____. **World Energy Outlook 2012**. Paris: IEA / OCDE, 2012a. 176P. Disponível em: <http://www.iea.org/w/bookshop/add.aspx?id =433>. Acesso em: 19 fev. 2014.

INTERNATIONAL MONETARY FUND. **World economic outlook 2011**. Washington, DC: International Monetary Fund, 2011, 221p.

JAMES, S. F.; PEARCE, I. F. The Factor Price Equalisation Myth. **The Review of Economic Studies**, vol. 19, n. 2, 111-120, 1951.Disponível em <www.jstor.org/stable/2295739 >.Acesso em: 18 Set. 2013.

JEVONS, S. **A teoria da economia política.** São Paulo: Abril Cultural, 1987. 240P.

JOHNSON, B; LUNDVALL, B.A. Promovendo sistema de inovação como resposta à economia do aprendizado crescentemente globalizada. In: LASTRES, H.M.M; CASSIOLATO, J.E; ARROIO, A. **Conhecimento, sistema de inovação e desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Editora UFRJ/Contraponto, 2005. P. 83-130.

JOHNSON, D. B. M. H. Meade, Bees, and Externalities. **Journal of Law and Economics,** v. 16, n. 1, p. 35-52, 1973.Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/ 724824>. Acesso em: 23 fev. 2013.

JOHNSON, H. G. Dotações de Fatores, comércio internacional e preços dos fatores. In: SAVASINI, J. A. A. et al. (Orgs): **Economia Internacional**. São Paulo: Saraiva, 1979. p. 49-63.

JOHNSON, S. A tentação chamada Greenspan. **Valor Econômico,** São Paulo, Caderno Opinião, p. A8, 28 ago. 2013.

JONES, R. W. Proporções de fatores e o Teorema Heckscher-Ohlin. In: SAVASINI, J. A. A. et al. (Orgs): **Economia Internacional**. São Paulo: Saraiva, 1979. p. 33-48.

KADAK, A. C. Nuclear Power: Made in China. **Brown Journal World Affair**, v. 13, p. 77-97, 2006. Disponível em: <http://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein. journals/brownjwa13&div=11&id=&page=>. Acesso em: 03 mar. 2014

KHALIGH, A. et al. **Energy harvesting**: solar, wind, and ocean energy conversion systems. London and New York: CRC Press Inc- Taylor & Francis Group, 2010. 341p.

KILSZTAJN, S. O acordo de Bretton Woods e a evidência histórica. O sistema financeiro internacional no pós-guerra. **Revista de Economia Política**, v. 9, n. 4, p. 88-100, 1989. Disponível em: <http://www.rep.org.br/pdf/36-6.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2014.

KIM, L; NELSON, R. Introdução. In.: KIM, L; NELSON, R. (Org.).**Tecnologia, aprendizado e inovação:** as experiências das economias de industrialização recente. Campinas: Editora Unicamp, 2006. p. 9-22.

KIM, Y**. Technological Capabilities and Samsung Electronic's International Production Network in Asia**. Berkeley: University of Berkeley, Berkeley Roundtable on the International Economy-BRIE, Working Paper 106, 1997.Disponível em: < http://escholarship.org/uc/item/1gb7895k#page-4>. Acesso em: 20 Out. 2013.

KIMURA, O.; SUZUKI, T. **30 years of solar energy development in Japan**: co-evolution process of technology, policies, and the market. Berlin: Berlin conference on the human

dimensions of global environmental change: “resource policies: effectiveness, efficiency, and equity. 17-18 nov., 2006. Disponível em: http://userpage.fu-berlin.de/~ffu/akumwelt/bc2006/papers/Kimura_Suzuki.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2014.

KINDLEBERGER, C. P. The rise of free trade in Western Europe, 1820-1875.**The Journal of Economic History**, v. 35, n. 1, p. 20-55, 1975.Disponível em: <http://www.jstor.org/discover/10.2307/2119154?uid=3737664&uid=2&uid=4&sid=21102901728297>. Acesso em 25 mar. 2013.

_____. **World Economic Primacy**: 1500 to 1990. New York: Oxford University Press, 1996. 269p.

KLAASSEN, G. et al. The impact of R&D on innovation for wind energy in Denmark, Germany and the United Kingdom. **Ecological Economics**, v. 54, n. 2, p. 227-240, 2005. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/ S0921800905000340>. Acesso em: 14 fev. 2014.

KLAMER, A. The art of economic persuasion: about rhetoric and all that. In: KLAMER, A. **Speaking of Economics:** how to get in the conversation, Routledge, p. 91-125, 2007. Disponível em: <http://www.crcnetbase.com/doi/pdf/10.4324/ 9780203964484.ch6>. Acesso em 26 mar. 2013.

KLAMER, A; LEONARD, T.C.So What’s an Economic Metaphor? In: MIROWSKI, P. (ed). **Natural Images in Economic Thought**: Markets Read in Tooth and Claw, New York: Cambridge University Press, p. 20-51, 1994. Disponível em: <http://www.princeton.edu/~tleonard/papers/metaphor.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2013.

KOLLMANN, T. Nuclear Madness: What was Special About the Brazil-Germany Nuclear Accord of 1975? Budapest: **Third Annual Cold War History Research Center International Student Conference,** at Corvinus University of Budapest, 2012. Disponível em: <http://www.coldwar.hu/html/en/conferences/Third_2012/ Papers/Conference_paper_-_Thomas_Kollmann.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2014.

KOMANOFF, C. **Ending The Oil Age: A Plan to Kick the Saudi Habit**. Komanoff Energy Associates, New York, 2002. Disponível em: <http://www.rightofway.org/research/newoilage.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2014.

KOSSOY, A.; AMBROSI, P.; LINACRE, N. **State and trends of the carbon market 2011**. Washington: Carbon Finance/The World Bank, 2012. Disponível em: <ttps://wbcarbonfinance.org/docs/StateAndTrend_LowRes.pdf> Acesso em: 24 jan. 2014.

KOSSOY, A.; GUIGON, P. **State and trends of the carbon market 2012**. Washington: Carbon Finance/The World Bank, 2012. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/INTCARBONFINANCE/Resources/State_and_Trends_2012_Web_Optimized_19035_Cvr&Txt_LR.pdf> Acesso em: Acesso em: 24 jan. 2014.

KRUGMAN, P. How i work. **The American Economist**, v. 37, n. 2, 1993. Disponível em: <http://128.36.245.191/documents/Krugman.pdf>. Acesso em: 24 de mar. 2013.

KUCINSKIS, G. et al. Graphene in lithium ion battery cathode materials: **A review. Journal of Power Sources**, v. 240, p. 66-79, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpowsour.2013.03.160>. Acesso em: 16 mar. 2014.

KUPFER, D. Dois anos de política industrial. **Valor Econômico**, 5 de abril de 2006.

KUPFER, J. P. Sir Thomas Gresham está preocupado como o euro. **Estado de São Paulo**, 23 fev. 2013. Disponível em: <http://blogs.estadao.com.br/jpkupfer/tag/ moedas/>. Acesso em: 06 ago. 2013.

KURZ, H. D. Technical progress, capital accumulation and income distribution in Classical economics: Adam Smith, David Ricardo and Karl Marx. **The European Journal of the History of Economic Thought**, v. 17, n. 5, p. 1183-1222, 2010. Disponível em: <http://www.uni-graz.at/schumpeter.centre/download/summerschool09/Literature/Kurz/Technical_change.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2013.

LAGE, E. S.; PROCESSI, L. D. E. Panorama do setor de energia eólica. **Revista do BNDES**, n. 36, jun., p. 183-206, 2013. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/Revista_do_BNDES/201306_06.html>. Acesso em: 16 jun. 2014.

LALL, S. A mudança tecnológica e a industrialização nas economias de industrialização recente da Ásia: conquistas e desafios. In:. KIM, L; NELSON, R. (Org.). **Tecnologia, aprendizado e inovação:** as experiências das economias de industrialização recente. Campinas: Editora Unicamp, 2006. p. 9-22.

_____. Reinventing Industrial Strategy: The Role Of Government Policy In Building Industrial Competitiveness. **Annals of Economics and Finance**, v. 14, n. 3, p. 1115-1150, 2013. Disponível em: <http://down.aefweb.net/AefArticles/aef140307Lall.pdf >. Acesso em 05 Nov. 2013.

LANDES, D. S. **Prometeu Desacorrentado**: Transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa ocidental, de 1750 até os dias de hoje. Rio de Janeiro, Elsevier, 2 ed., 2005.

LANGE, O. **Ensaios sobre Planificação Econômica.** São Paulo: Abril Cultural, 1986. 100p.

LANGEVELD, J.W.A. et al.. **Analysing the efect of biofuel expansion on land use in major producing countries: evidence of increased multiple croping**. Wageningen-Holanda: Biomass Research. Biomass Research Report 1301, 2013. Disponível em: < http://www.biomassresearch.eu/Biomass%20Research%201301_Analysing%20the%20effect%20of%20biofuel%20expansion%20on%20land%20use.pdf >. Acesso em: 22 ago. 2014.

LAVOIE, J. M. et al. Biorefining ligno-cellulosic biomass via the feedstock impregnation rapid and sequential steem treatment. In: BERNARDES, M. A. S. (Ed.). **Biofuel's Engineering Process Technology**. Rijeka-Croácia: Intech, 2011, p. 685–714.

LAWSON-TANCRED, M.The Anti-League and the Corn Law Crisis of 1846.**The Historical Journal**, v. 3, n. 2, p. 162-183, 1960. Disponível em: <http://www.jstor.org/ stable/3020474>. Acesso em: 29 mai. 2013.

LAZER, D. The free trade epidemic of the 1860s and other outbreaks of economic discrimination. **World Politics**, v. 51, p. 447-483, 1999. Disponível em:<http://www.jstor.org/stable/25054091>. Acesso em: 01 jun. 2013.

LEIGHTON, W; LÓPEZ, E. **Madmen, Intellectuals, and Academic Scribblers: the Economic Engine of Political Change**. Stanford: Stanford Economics and Finance, Stanford University Press, 2013. 209p.

LEITE, A. D. **A energia do Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 658p.

LENZ, M.H. A teoria da renda da terra no limiar do pensamento neoclássico. **Ensaios FEE,** v. 16, n. 1, p. 130-152, 1995. Disponível em: <http://revistas.fee.tche.br/index.php/ensaios/article/view/1748/2116>. Acesso em: 19 fev. 2013.

LERNER, J. **Boulevard of broken dreams:** why public efforts to boost entrepreneurship and venture capital have failed-and what to do about it. Princeton: Princeton University Press, 2009. 227p.

LESSA, C. **A estratégia de desenvolvimento 1974-1976**: sonho e fracasso, Campinas: UNICAMP / IE, 1998, 291 p.

LEVI-FAUR, D. Friedrich List and the political economy of the nation-state. **Review of International Political Economy**, n. 4, v. 1, p. 154–178, spring 1997. Disponível em: <http://poli.haifa.ac.il/~levi/levifaurlist.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2013.

LEWIS, A. et al. Ocean Energy. In.: EDENHOFER, O. et al. IPCC **Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation**. New York e Cambridge: Cambridge University Press, 2011. Disponível em: <http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf >. Acesso em: 04 mar., 2014.

LIAN, R. **Top 10 PV module suppliers in 2013**. PVTECH, 2014. Disponível em: <http://www.pv-tech.org/guest_blog/top_10_pv_module_suppliers_in_2013>. Acesso em: 19 fev. 2014.

LIMA, M. F. C.; SILVA, M. A. Inovação em petróleo e gás no Brasil: a parceria Cenpes-Petrobras e Coppe-UFRJ. **Sociedade e Estado**, v. 27, n. 1, p. 97-115, 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-69922012000100007&script=sci_arttext>. Acesso em: 16 mai. 2014.

LIST, F. G. **Sistema Nacional de Economia Política.** São Paulo: Abril Cultural, 1983a, 288p.

_____. **The Natural System of Political Economy**. Traduzido e Editado por W.O. Henderson. London: Frank Cass and Company Limited, 1983b. Disponível em: <http://www.arno.daastol.com/books/list/List,%20Natural%20System%20(1837)h.htm>. Acesso em 19 jun. 2013.

LIU, J. et al. Graphene-based materials for energy applications. **MRS bulletin**, v. 37, n. 12, p. 1265-1272, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1557/mrs.2012.179>. Acesso em: 18 mar. 2014.

LIU, J.; GOLDSTEIN, D. Understanding China's renewable energy technology exports. **Energy Policy**, v. 52, p. 417-428, 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512008361>. Acesso em: 16 fev. 2014.

LM WIND POWER. LM Wind Power Location, 2014. Disponível em: <http://www.lm windpower.com/About-Us/Locations>. Acesso em: 18 fev. 2014.

LOVE, J. L. The Latin American Contribution to Center-Periphery Perspectives: History and Prospect. **The Other Canon Foundation**, Norway: Tallinn University of Technology, Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics n. 10, p. 1-27, 2007. Disponível em: <http://technologygovernance.eu/files/main//200 7011712323939.pdf>. Acesso em 10 set. 2013.

LU, L. et al.. A review on the key issues for lithium-ion battery management in electric vehicles. **Journal of power sources**, v. 226, p. 272-288, 2013. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.10.060>. Acesso em: 17 mar. 2014.

LUCCHESI, C. F. Petróleo. **Estudos Avançados**, v. 12, n. 33, p. 17-40, 1998. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40141998000200003& script=sci_arttext>. Acesso em: 04 mai. 2014.

LUNDVALL, B. Introduccíon. In: LUNDVALL, B. (Org.). **Sistemas nacionales de innovación:** hacia una teoría de la innovación y el aprendizaje por interacción. San Martín: UNSAM EDITA, 2009. p.11-30.

LUNDVALL, B; JOHNSON, B; DALUM, B. Políticas públicas en la sociedade cognitiva. In: LUNDVALL, B. (Org.). **Sistemas nacionales de innovación:** hacia una teoría de la innovación y el aprendizaje por interacción. San Martín: UNSAM EDITA, 2009. p. 333-355.

LUO, J. et al. Three-Dimensional Graphene Foam Supported Fe3O4 Lithium Battery Anodes with Long Cycle Life and High Rate Capability. **Nano Letters**, v. 226, p. 272-288, 2013. Disponível em: < http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/nl403461n>. Acesso em: 18 mar. 2014.

MacDONALD, G. J. Environment: Evolution of a Concept. The Journal of Environment Development, v. 12, n.2, 2003. Disponível em: <http://jed.sagepub.com/ content/12/2/151>. Acesso em: 09 jan. 2014.

MADDISON, A.**The world economy**: A millennial perspective. Paris: Development Centre of the Organisation OCDE, 2001. Disponível em: <http://theunbrokenwindow .com/Development/MADDISON%20The%20World%20Economy--A%20Millennial .pdf >. Acesso em: 19 Set. 2013.

MAHAFFEY, J. A. **Nuclear Power:** the History of Nuclear Power. New York: Facts On File, 2011. 164p.

MAIA, B.A.A. **A política de inovação do etanol celulósico**. 2009, 95 f. Disssertação (Mestrado) Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: < http://www.ie.ufrj.br/images/pesquisa/publicacoes/ dissertacoes/2010/Dissertacao%20Bento%20maia.pdf>. Acesso em 06 mai. 2014.

MALAN, P. S.; BONELLI, R. Crescimento econômico, industrialização e balanço de pagamentos: o Brasil dos anos 70 aos anos 80. Rio de Janeiro: IPEA, Texto para discussão n. 60, 1983. Disponível em: < https://ipea.gov.br/agencia/images/stories/ PDFs/TDs/td_0060.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2014.

MAMMANA, C. I. Inovação e competição no mundo globalizado Reflexões sobre o desenvolvimento competitivo da engenharia em países de industrialização tardia. **Anales de**

La Academia Nacional de Ingeniería. Buenos Aires: Academia Nacional de Ingeniería República Argentina, 2005. Disponível em: <http://www.acadning.org.ar/anales/2005%20anexo/I%20-%20Incorporaciones/Correspondientes%20en%20el%20exterior/2.%20Zamitti%20Mammana%20-%202002/3.%20Inovacao%20e%20Competicao%20no%20mundo%20globalizado.pdf>. Acesso em: 24 Out. 2013.

MARÉ, D. What do endogenous growth models contribute**? Economic y Public Policy,** Motu Research.Working Paper 04-04, Jul. 2004. Disponível em: http://motu-www.motu.org.nz/wpapers/04_04.pdf>. Acesso em: 03 set. 2013.

MARSHALL, A. **Princípios de Economia.** São Paulo: Nova Cultural, 1996. 368p.

MARTINS, R. ETANOL E BIODIESEL: inovação tecnológica e a política nacional de ciência e tecnologia1. **Estudos avançados**, v. 40, n. 11, p. 21-32, 2010. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/IE/2010/tec3-1110.pdf>. Acesso em 10 mai. 2014.

MARX, K. **Capital: A Critique of Political Economy.** Chicago: Charles H. Kerr and Co., Volume I. 1909. Disponível em: <http://files.libertyfund.org/files /965/Marx_0445-01_EBk_v6.0.pdf>. Acesso em 09 abr. 2013.

MARX, K. Miséria da Filosofia: Resposta à filosofia da miséria, do sr. Proudhon. São Paulo: Expressão Popular, 2009. 268p.

_____. **Wage-Labor and Capital**. New York: Socialist Labor Party of America, 2000. Disponível em: <http://slp.org/pdf/marx/w_l_capital.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2013.

MARX, K.; ENGELS, F. **Manifesto do Partido Comunista**. 3. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1990.

MATIAS, C.A.A. O **"Vale do Grafeno" e a Revolução Tecnológica**. IBM / Technology Leadership Council - Brazil. Disponível em: <https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/tlcbr/entry/o_vale_do_grafeno_e_a_revolucao_tecnologica?lang=en>. Acesso em: 18 mar. 2014.

MATTOS, C. **Análise do Plano Brasil Maior**. Brasília: Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, 2013. 26p. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/ documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/tema10/2013 _7665_versao%20para%20publicacao.pdf >. Acesso em: 10 jun. 2014.

MAZZUCATO, M. **The Entrepreneurial State.** Londres: Demos, 2011. 149p.

McCLOSKEY, D. N. How to do a rhetorical analysis, and why. In: BACKHOUSE, R. E. **New directions in economic methodology**, Routledge, 1994.Disponível em: http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.4324/9780203204085.pt4>. Acesso em 26 mar. 2013.

McCORMICK, J. **Rumo ao paraíso**: a história do movimento ambientalista. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1992. 111p. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/55372947/McCORMICK-John-Rumo-ao-Paraiso-A-historia-dos-movimentos-ambientalistas>. Acesso em: 07 jan. 2014.

McNEILL, J. R. **Something New Under the Sun: An Environmental History of the Twentieth-Century World**. New York: W. W. Norton & Company, 2000. 416p. Disponível em: <http://www.nytimes.com/books/first/m/mcneill-sun.html>. Acesso em: 03 dez. 2013.

MEADOWS, D. H. et al. **The Limits to Growth**: A Report to The Club of Rome. New York: Universe Books, 1972. 205p.

MEDEIROS, T. R. **Entraves ao desenvolvimento da tecnologia nuclear no Brasil**: dos primórdios da era atômica ao acordo nuclear Brasil-Alemanha. 2005. 88 f. Belo Horizonte: Dissertação (Desenvolvimento e Planejamento Regional) - Programa de Pós-Graduação em Economia-UFMG, Belo Horizonte, 2005. Disponível em: <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/39/036/390363 39.pdf. Acesso em: 18 mai. 2014.

MELLO, F.M. et al. **A história das barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI**: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens. Rio de Janeiro: Comitê Brasileiro de Barragens, 2011. 524p. Disponível em: <http://www.cbdb.org.br/documentos/A_ Historia_das_Barragens_no_Brasil.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2014.

MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. **Consolidação e crise do modelo estatal (1964-1990)**. Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil / Eletrobras, 2014. Disponível em: <http://www.memoriadaeletricidade.com.br/default.asp?pag=11& codTit1=44390&pagina=destaques/linha/1964-1990&menu=377&iEmpresa=Menu>. Acesso em: 18 mai. 2014.

METCALFE, J. S. **Evolutionary concepts in relation to evolutionary economics**. Manchester: Centre for Research on Innovation and Competition, Working Paper n. 4, 1998. 40p. Disponível em: <http://www.cric.ac.uk/cric/Pdfs/wp4.pdf>. Acesso em: 13 Out. 2013.

_____. Evolutionary economics and technology policy.**The economic journal**, v. 104, n. 425, p. 931-944, 1994.Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2234988 >. Acesso em: 21 Out. 2013.

MEYER, D. et al. Brazilian Ethanol Unpacking a Success Story of Energy Technology Innovation: Historical Case Studies of Energy Technology Innovation in: GRUBLER, A. et al. (Org). Historical Case Studies of Energy Technology Innovation. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. Disponível em: http://www.iiasa.ac.at/web/home/ research/researchPrograms/TransitionstoNewTechnologies/13_Meyer_Brazil_Ethanol_WEB. pdf>. Acesso em 06 mai. 2014.

MICHALET, C.A. **O capitalismo mundial.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1984, 260p.

MILL, J. S. Princípios de Economia Política: Com Algumas de suas Aplicações à Filosofia Social. São Paulo: Nova Cultural, 1996. 560p. 2 v.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Dispêndio nacional em ciência e tecnologia**. Brasília: MCTI, 2014. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/29140/Dispendio_nacional_em_ciencia_e_tecnologia_C_T_sup_1_sup__em_valores_correntes_em_relacao_ao_total_de_C_T_e_ao_produto_interno_bruto_PIB_por_setor_institucional.html>. Acesse em: 7 jun. 2014.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA-MME. **Plano nacional de eficiência energética:** premissa e diretrizes básicas. Brasília: MME, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético, 2013. Disponível em: http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt_br/pagina-inicial.shtml>. Acesso em 23 jun. 2014.

_____. **Programa Nacional de Racionalização de Petróleo e de Gás Natural-CONCEPT**. Brasília: MME, 2014a. Disponível em: http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt_br/pagina-inicial.shtml>. Acesso em 23 jun. 2014.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). **Exportação brasileira por porte de empresa - 2011**. Brasília: MCTI, 2014a. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1348862575. docx>

_____. **Organização Setorial**. Brasília: MCTI, 2014b. Disponível em: <http://www. mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=2&menu=4098> Acesse em: 9 jun. 2014.

MORENO, P.M. Ciencia, Tecnología y Educación en el Pensamiento Económico clásico. In: TREVIÑO, L.C (Org.). **Teorías Económicas de la Tecnología**. Cidade do México: Editorial Jus, 1999, p. 21-44.

MOWERY, D.C.; ROSENBERG, N. **Trajetórias da inovação:** a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX. Campinas: Editora Unicamp, 2005, 151p.

MURADOV, N.; VEZIROĞLU, T. N. "Green" path from fossil-based to hydrogen economy: an overview of carbon-neutral technologies. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 33, n. 23, p. 6804-6839, 2008. Disponível em: <http://dx.doi. org/10.1016/j.ijhydene.2008.08.054>. Acesso em: 13 mar. 2014.

MYRDAL, G. **Aspectos políticos da teoria econômica**. São Paulo: Nova Cultural, 1986. 179p.

_____. **Aspectos Políticos da Teoria Econômica**. São Paulo: Nova Abril Cultural, 1997. 179p.

NAJAM, A.; CLEVELAND, C.J. World Environment Summits: The Role of Energy. In.: CLEVELAND, C. J. **Encyclopedia of Energy**. New York: Elsevier, p. 539-540, 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/ B012176480X005714#sec1>. Acesso em: 13 jan. 2014.

NAPOLEONI, C. **O pensamento econômico do século XX.** 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979. 201p.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados,** São Paulo, v. 26, n. 74, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100005&lng=en&nrm=iso>. Access em: 07 jan. 2014.

NATAL, J. L. A. Império norte-americano e território no Brasil dos 80's e 90's. Uma leitura inspirada em Maria da Conceição Tavares. **Eure**, Satiago do Chile, v. 28, n. 84, set. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid= S0250-71612002008400007>. Acesso em: 25 mai. 2014.

NELSON, R. R. Co–evolution of Industry Structure, Technology and Supporting Institutions, and the Making of Comparative Advantage. **International Journal of the Economics of Business**, v. 2, n. 2, p. 171-184, 1995. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/758519306>. Acesso em 23. Out. 2013.

_____. Economic development from the perspective of evolutionary economic theory, **Oxford development studies**, v. 36, n. 1, p. 9-21, 2008.Disponível em: <http: //economics.ouls.ox.ac.uk/13203/1/SLPTMD001-Nelson.pdf >. Acesso em: 24 Set. 2013.

_____. Recent evolutionary theorizing about economic change. **Journal of economic literature**, v. 33, n. 1, p. 48-90, 1995. Disponível em: <http://www.jstor.org/ stable/2728910>. Acesso em: 03 set. 2013.

_____. The role of firm differences in an evolutionary theory of technical advance. MAGNUSSON, L. (Ed.). **Evolutionary and neo-Schumpeterian approaches to economics**. Boston, Dordrecht, London: Kltuwer Academic Publishers Springer, 1994. p. 231-242.

NELSON, R. R.; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica.** Campinas: Editora Unicamp, 2005. 631p.

NELSON, R. R; BAUMOL, W. J; WOLFF, E. N. Introduction: The Convergence of Productivity, Its Significance, and Its Varied Connotations. In: NELSON, R. R; BAUMOL, W. J; WOLFF, E. (Ed.). **Convergence and Productivity:** Cross-National Studies and Historical Evidence. Oxford: Oxford University Press, 1994. p. 3-19.

NOVOSELOV, K. S. et al. A roadmap for graphene. **Nature**, v. 490, n. 7419, p. 192-200, 2012.

NUNBERG, B. Structural Change and State Policy: The Politics of Sugar in Brazil Since 1964. **Latin American Research Review**, v. 21, n. 2, p. 53-92, 1986. Disponível em: http://www.jstor.org/stable/2503357>. Acesso em: 09 mai. 2014.

NYKO, D. et al. A corrida tecnológica pelos biocombustíveis de segunda geração: uma perspectiva comparada. **BNDES Setorial**, v. 32, p. 5-48. 2010. Disponível em: <http://www.bndespar.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set32101.pdf >. Acesso em: 11 mar. 2014

OGEDA, T. L.; PETRI, D.F. S. Hidrólise Enzimática de Biomassa. **Quím. Nova**, vol.33, n.7, p. 1549-1558, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/ v33n7/a23v33n7.pdf>. Acesso em; 08 mar. 2014.

OHLIN, B. **Interegional and International Trade**. Havard University Press, Cambrige, Massachusetts, 1967.324p.

OKSANEN, M. Liberal Neutrality and Consumption: the dispute over fur. In: MURPHY, J; COHEN, M. (Ed.). **Exploring Sustainable Consumption.** ElsevierScience, p. 61-78, 2001.

OLIVEIRA, A. Questões Chave do Setor Elétrico dos Países em Desenvolvimento. **Revista Brasileira de Energia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 1-14, 1990. Disponível em: <http://www.sbpe.org.br/socios/download.php?id=37>. Acesso em 13 jun. 2014.

OLIVEIRA, M F.; MORENO, F. V. Negociações comerciais internacionais e democracia: o contencioso Brasil x EUA das patentes farmacêuticas na OMC. **DADOS–Revista de Ciências Social**, Rio de Janeiro, v. 50, n.1, 2007, n. 1, pp.189-220, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/dados/v50n1/a07v50n1.pdf>. Acesso em 25 mai. 2014.

_____. **Mercosul**: atores políticos e grupos de interesses brasileiros. São Paulo: Editora UNESP, 2003. 207p.

OLIVEIRA, O. M. **Os descaminhos do Brasil nuclear**. 1991. 183 f. Florianópolis: Tese (Doutorado em Direito) Pós-Graduação em Direito - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 1991. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/106328>. Acesso em: 18 mai. 2014.

OPEN ENERGY INFORMATION. Transparence cost database. **Levelized cost of energy (LCOE).** OpenEI, 2014. Disponível em: <http://en.openei.org/apps/TCDB/>. Acesso em: 26 fev. 2014.

PACK, H; SAGGI, K. Is There a Case for Industrial Policy? A Critical Survey, **The World Bank Research Observer** 21(2), Fall, 2006, p. 267-297.Disponível em <http://wbro.oxfordjournals.org/content/21/2/267.full.pdf#page=1&view=FitH>.Acesso em: 01 Nov. 2013.

PAULA, J.A.; CERQUEIRA, H.E.A.; ALBUQUERQUE, E. M. **Ciência e tecnologia na dinâmica capitalista: a elaboração neo-schumpeteriana e a teoria do capital**. Belo Horizonte: CEDEPLAR-UFMG:, TD 152, 2001. Disponível em: <http://150.164.82.140/pesquisas/td/TD%20152.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2013.

PAULY, C.; AMANN, M. Solar Strife: EU Fires First Shot in Trade War with China. **Der Spiegel,** 06 jun. 2013. Disponível em: <http://www.spiegel.de/international/europe/eu-announces-preliminary-tariffs-in-solar-trade-war-with-china-a-903511.html>. Acesso em: 16 ago. 2014.

PEIXOTO, F. J. M. **Nanotecnologia e sistemas de inovação:** implicações para política de inovação no Brasil. Rio de Janeiro: UFRJ / Instituto de Economia (Tese de doutorado), 2013. 380p. Disponível em: < http://ww2.ie.ufrj.br/images/pos-graducao/ppge/Flvio_Jose_Marques_Peixoto.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2014.

PENROSE, E. T. **A teoria do crescimento da firma.** Campinas: Editora Unicamp, 2006. 398p.

PENROSE, E. T. Biological analogies in the theory of the firm. The American **Economic Review**, v. 42, n. 5, p. 804-819, 1952. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1812528.>. Acesso em: 11 Out. 2013.

PEREIRA, A. D. Relações internacionais do Brasil III (1964-1990): do regime militar à "Nova República. Petrópolis: Editora Vozes, 2010. 284p.

PEREIRA, L. C. B. A crise na América Latina: consenso de Washington ou crise fiscal?. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 21, n. 1, p. 3-23, 1991. Disponível em: <http://ppe.ipea.gov.br/index.php/ppe/article/viewFile/883/820>. Acesso em: 31 mai. 2014.

_____. **Desenvolvimento e crise no Brasil.** São Paulo: Brasiliense, 1980. 239p.

_____. Método e paixão em Celso Furtado. In: PEREIRA, L. C. B.; REGO, J. M. (Orgs.). **A Grande Esperança em Celso Furtado.** São Paulo: Editora 34, p. 19-43, 2001. Disponível em: <http://www.bresserpereira.org.br/papers/2001/65FurtadoMetodo%26Paixao.p.pg.pdf>. Acesso em. 12 set. 2012.

_____. Do antigo ao novo desenvolvimentismo na América Latina. In.: PRADO, L.C.D. **Desenvolvimento Econômico e Crise. Ensaios em comemoração aos 80 anos de Maria da Conceição Tavares.** São Paulo: Saraiva, 2012. p. 26-66. Disponível: <

http://www.bresserpereira.org.br/papers/2012/12.Do_antigo_ao_novo_desenvolvimentismo.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2014.

PERES, W.; PRIMI, A. **Theory and practice of industrial policy: evidence from the Latin American experience**. Santiago de Chile: CEPAL / Naciones Unidas, Serie Desarrollo productivo n. 187, 2009. Disponível em: <http://archivo.cepal.org/pdfs/2009/S0900176.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2014.

_____. **Theory and Practice of Industrial Policy**. Evidence from the Latin American Experience. Serie Desarrollo Productivo, n. 187, p.1-59, Santiago de Chile, CEPAL, 2009. Disponível em: <http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/9/36449/P36449.xml&xsl=/publicaciones/ficha.xsl&base=/publicaciones/top_publicaciones.xsl#>. Acesso em: 02 jun. 2013.

PESQUERO, N. C. et al. Materiais cerâmicos de inserção aplicados a baterias de íons lítio. **Cerâmica**, v. 54, n. 330, p. 233-244, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ce/v54n330/a1454330.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2014.

PESSALI, H. F.; FERNÁNDEZ, R.G. A tecnologia na perspectiva da economia institucional. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Org.).**Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: HUCITEC, 2006. p. 87-111.

PETERS, J. et al. Economic transition as a crisis of vision: comparing classical and neoclassical. **Eastern Economic Journal**. v. 28, n. 2, p. 217-240, Spring 2002. Disponível em <http://college.holycross.edu/eej/Volume28/V28N2P217_240.pdf>.Acesso em: 17 mar. 2013.

PIERRO, B. O grafeno e seus desafios. **Revista Pesquisa FAPESP**, n. 214, p. 36-37, 2013. Disponível em: < http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2013/ 12/ 036-037_Mackenzie_214.pdf/>. Acesso em 23 jun. 2014.

PIGOU, A. C. **The Economics of Welfare**. Londres: The Macmillan CO, 1932. 976p. Disponível em: <http://files.libertyfund.org/files/1410/Pigou_0316_EBk_v6.0.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2013.

PINCUS, S. Rethinking Mercantilism: Political Economy, the British Empire, and the Atlantic World in the Seventeenth and Eighteenth Centuries. **The William and Mary Quarterly**, V. 69, n. 1, p. 3-34, jan. 2012. Disponível em http://www.jstor.org/stable/10.5309/willmaryquar.69.1.0003>. Acesso em: 31/01.2013.

PINTO JR, H.Q. *et al*., **Economia da energia**: fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 343p.

PINTO, M. A. C. O BNDES e o sonho do desenvolvimento: 30 anos de publicação do II PND. **Revista do BNDES**, v. 11, n. 22, p. 51-79, 2004. Disponível em: < http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev2203.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2014.

PIRES, M.C. A crise da dívida externa da América Latina na década de 1980. In:. MENDONÇA, M.G.; PIRES, M.C (Org.). **Formação Econômica da América Latina**. São Paulo: LCTE, 2012a. p. 348-369.

_____. A nova ordem mundial e o Consenso de Washington. In:. MENDONÇA, M.G.; PIRES, M.C (Org.). **Formação Econômica da América Latina**. São Paulo: LCTE, 2012b. p. 371-399.

PIRKER, O. et al. Hydro in Europe: Powering Renewables. Bruxelas: Union of the Electricity Industry–EURELECTRIC, 2011. Disponível em: <http://www.eurelectric. org/media/ 26690/hydro_report_final-2011-160-0011-01-e.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2014.

PLATZER, M. D. **US Wind Turbine Manufacturing**: Federal Support for an Emerging Industry. Congressional Research Service, 2012. Disponível em: <https://www.fas.org/sgp/crs/misc/R42023.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2014.

POLANY, K. **A grande transformação:** as origens de nossa época. Rio de Janeiro: Campus, 2000, 337p.

POLANYI, M. **Personal knowledge**: Towards a post-critical philosophy. London: Routledge, 2005. 493p.

POMERANZ, L. Apresentação. In: LANGE, O. **Ensaios sobre Planificação Econômica.** São Paulo: Abril Cultural, 1986. 100p.

POSSAS, M. A cheia do "mainstream": comentário sobre os rumos da ciência econômica. Economia contemporânea, v. 1, p. 13-58, 1997. Disponível em:< http://www.ie.ufrj.br/images/pesquisa/publicacoes/rec/REC%201/REC_1.1_01_A_cheia_do_ mainstream.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2013.

_____. Economia evolucionária neo-schumpeteriana: elementos para uma integração. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 281-305, 2008. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a21.pdf >. Acesso em: 26 Set. 2013.

_____. Elementos para uma integração micro-macrodinâmica na teoria do desenvolvimento econômico. **RBI-Revista Brasileira de Inovação**, v. 1, n. 1, p. 123-150, 2002. Disponível em: http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/ view/238/154>. Acesso em: 03 Out. 2013.

PREBISCH, R. Cinco etapas de mi pensamiento sobre el desarrollo. **El trimestre económico**, v. 63, n. 250, p. 771-792, 1996. Disponível em: <http://EconPapers.repec.org/RePEc:elt:journl:v:63:y:1996:i:250:p:771-792 >. Acesso em 10 set. 2013.

_____. O desenvolvimento econômico da América Latina e seus principais problemas. **Revista Brasileira de Economia**, v. 3, n. 3, p. 47-111, 1949. Disponível em: <http://www.ufjf.br/oliveira_junior/files/2009/06/O-desenvolvimento-econ%C3% B4mico-da-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>.Acesso em: 20 set. 2013.

PULCI, P. G. et al. Thermophysical Properties of the Novel 2D Materials Graphene and Silicene: Insights from Ab-initio Calculations, **Energy Procedia**, v. 45, p. 512-517, 2014.

REBELO, A. **Parecer do relator deputado federal Aldo Rebelo (PCdoB-SP) ao Projeto de Lei nº 1876/99 e apensados**. Brasília-DF: Câmara dos Deputados, 2010. 270p. Dsiponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/777725.pdf >. Acesso em: 10 jan. 2014.

REN21. 2013. **Renewables 2013:** Global Status Report. Paris: REN21 Secretariat. Disponível em: < http://www.ren21.net/portals/0/documents/resources/gsr/2013/gsr2013_lowres.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2014.

RESCHKE, C. H. Routines, Economic Selection and Economic Evolution: Critique and Possibilities. **DRUID Tenth Anniversary Summer Conference 2005**. 2005. Disponível em: <http://www2.druid.dk/conferences/viewpaper.php?id=2644&cf=18>. Acesso em: 11 Out. 2013.

RESENDE, A. L. A economia nos limites. **Valor Econômico**, São Paulo, Caderno Eu & Fim de semana, p. 4-5, 26 abr. 2013.

RIBEIRO, R.J. O curto e longo prazo. **Valor Econômico**, São Paulo, p. A8, 10 jun. 2013.

RICARDO, D. **Princípios de economia e política e tributação**. São Paulo: Nova Abril Cultural, 1996. 318p.

RICHTER, A. et al. **Geothermal Power & Direct Use Sector Supply Chain.** Toronto: Natural Reources Canada. 2013. Disponível em: < http://www.cangea.ca/wp-content/uploads/2013/05/CanmetENERGY_Geothermal-Supply-Chain_v2.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2014.

ROBBINS, L. **The theory of economic development in the history of economic thought**. London: Macmillan, 1968. 185p.

ROBINSON, J. **Filosofia econômica.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1964. 141p.

RODGERS, T.J. **Why Silicon Valley Should Not Normalize Relations with Washington, D.C**. Washington: Cato Institute, 2000.17p. Disponível em: <http://www.cato.org/sites/cato.org/files/pubs/pdf/silvalley.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2013.

RODRIK, D. **Una economia, muchas recetas:** La globalizacíon, las instituciones y el crescimento económico. México: Fundo de Cultura Económica, 2011, p. 379p.

ROEMER, J. An anti-Hayekian manifesto. **New Left Review**, p. 112-112, 1995. Disponível em: <http://www.utopia.uzh.ch/services/Roemer_Anti-Hayekan_Manifesto. pdf>. Acesso em: 16 abr. 2013.

ROMER, P. M. The origins of endogenous growth. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 8, n. 1, p. 3-22, 1994.Disponível em: <http://www.jstor.org/ stable/2138148>. Acesso em: 29 ago. 2013.

ROSENBERG, N. Adam Smith on the Division of Labour: Two Views or One? **Economica**, v. 32, n. 126, 1965), pp. 127-139. Disponível em: <http://www.jstor. org/stable/2552544>. Acesso em: 09 ago. 2013.

_____. **Por dentro da caixa-preta; tecnologia e economia**. Campinas: Editora Unicamp, 2006. 430p.

RUTTAN, V. W. Induced innovation, evolutionary theory and path dependence: sources of technical change. **The Economic Journal**, v. 107, n. 444, p. 1520-1529, 1997. Disponível em: < http://www.jstor.org/stable/2957751>. Acesso em: 08 Out. 2013.

SAES, A. M.; LOUREIRO, F.P.What developing countries' past energy policies can tell us about energy issues today? Lessons from the expropriation of American Foreign and Power in Brazil (1959–1965). **Utilities Policy**, p.1-8, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jup.2013.08.004>. Acesso em: 12 mai. 2014.

SAMUELSON, P. A. **Fundamentos da Análise Econômica.** São Paulo: Nova Cultural, 1997. 382p.

_____. The Pure Theory of Public Expenditure. **The Review of Economics and Statistics**, v. 36, n. 4, p. 387-389, nov. 1954. Disponível em: < http://www.jstor.org/stable/1925895>. Acesso em: 17 fev. 2013.

SAMUELSON, P. A.; NORDHAUS, W.D. **Economics.** Economics. 16 ed. New York: McGraw-Hill, 1998. 781p.

SANDRONI, P. **Novíssimo dicionário de economia.** São Paulo: Best Seller, 1999. 649p.

SANTOS, D. S. **Produção de etanol de segunda geração por *zymomonas mobilis* naturalmente ocorrente e recombinante, empregando biomassa lignocelulósica.** Rio de Janeiro: UFRJ (Tese de doutorado - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos), 2012. Disponível em: <http://tpqb.eq.ufrj. br/download/etanol-de-2a-geracao-por-zymomonas-mobilis.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2014.

SANTOS, J.;FERREIRA, M. P.; REIS, N. **A empresa e o meio nas teorias económicas da empresa**: uma leitura longitudinal. Leria: Instituto Politécnico de Leiria, Working Paper 72, 2011. Disponível em: <https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/ 10400.8/ 391/1/working_paper-72_globadvantage.pdf>. Acesso em: 15 Out. 2013.

SANTOS, M. F. R. R. et al. Iniciativas para o uso da biomassa lignocelulósica em biorrefinarias: a plataforma sucroquímica no mundo e no Brasil. **Economia & Energia**, v. 82, Jul/Set., 2011. Disponível em: <http://ecen.com/eee82/eee82p/revistaeee82p_ empdf.pdf>. Acesso em; 08 mar. 2014.

SANTOS, W. G. A anomalia democrática: adolescência e romantismo na história política. **Revista Brasileira de Ciências Sociais,** São Paulo, v. 13, n. 36, Fev. 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69091998000100001>.Acesso em: 31 mai. 2013.

SARAVIA, E. As Empresas Estatais como Instrumento da Política Científico-Tecnológica. **Cadernos EBAPE.BR,** Edição especial, p1-12, 2005. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/cebape/v3nspe/v3nspea08.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2014.

SAWIN, J. L. et al. **Renewables 2013**: Global status report. Washington-DC: REN21 - Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2013. Disponível em: < http://www.ren21.net/REN21Activities/GlobalStatusReport.aspx>. Acesso em: 04 mar. 2014.

SBICCA, A.; FERNANDES, A. L. A racionalidade em Simon e a firma evolucionária de Nelson e Winter: uma visão sistêmica. In: **XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA**, Natal: ANPEC, v. 33, s.p., 2005. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2005/artigos/A05A014.pdf>. Acesso em: 04 Out. 2013.

SCHIENSTOCK, G. Path dependency and path creation: continuity vs fundamental change in national economies. **Journal of Future Studies**, v. 15, n. 4, p. 63-76, 2011.Disponível em: <http://www.jfs.tku.edu.tw/15-4/A05.pdf>. Acesso em: 08 out. 2013.

SCHILL, S. R. Financing complete on Brazil's first commercial 2G ethanol plant. Grand Forks-Dakota do Norte: **Ethanol Producer Magazine,** 27/05/2013. Disponível em: <http://www.ethanolproducer.com/articles/9876/financing-complete-on-brazils-first-commercial-2g-ethanol-plant >. Acesso em: 11 mar. 2014.

SCHMOLLER, G**. The mercantile system and its historical significance**. Nova York: Macmillan, 1884. Disponível em: <http://ia600408.us.archive.org/12/items/mercantile system00schm/mercantilesystem00schm.pdf> Acesso em: 25 jan. 2013.

SCHONHARDT-BAILEY, C. **Free Trade: The Repeal of the Corn Laws**. Bristol: Thoemmes Press, 1996. Disponível em: <http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic637539.files/Schonhardt%20Bailey.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2013.

SCHONHARDT-BAILEY, C. Interests, Ideology and Politics: Agricultural trade policy in nineteenth-century Britain and Germany. In.: MARRISON, A. **Freedom and Trade:** Free trade and its reception, 1815-1960.(Ed.). New York: Routledge, 1998. 325p. Disponível em: <http://www.crcnetbase.com/doi/pdfplus/10.4324/9780203023273.ch5>. Acesso em: 31 mai. 2013.

SCHOTI, C. Com muito bom senso e sem jabuticabas. **Valor Econômico**, 11 mar. 2014. Disponível em: <http://www.valor.com.br/opiniao/3456846/com-muito-bom-

SCHUMPETER, J. A **Capitalism, Socialism and Democracy**. London and New York: Routledge, 2003. 437p.

_____. **Business Cycles**: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process. New York, Toronto, London: McGraw-Hill Book Company, 1939, 461p.

_____. **History of Economic Analysis**. London: Routledge, 2006. 1.283p. Disponível em: <http://digamo.free.fr/schumphea.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2013.

SCHUMPETER, J. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre os lucros, capital, crédito, juro e ciclo econômico.** São Paulo: Abril Cultural, 1982. 169p.

_____. The Instability of Capitalism. **The Economic Journal**, v. 38, n. 151, pp. 361-386, 1928. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2224315>. Acesso em: 26 ago. 2013.

SCHUMPETER, J. The invisible hand and modern welfare economics. **National Bureau of Economic Research (NBER)**, Cambridge, Working Paper n. 3641, mar.1991, 48p.Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w3641.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2013.

_____. **Whither socialism?** Cambridge, MA, The MIT Press. 1994.

SCIENCE DIRECT. **Science Direct dabase**. Science Direct / Elsevier, 2014. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MiamiSearchURL&_method=requestForm&_btn=Y&_acct=C000049647&_version=1&_urlVersion=1&_userid=972052&md5=9c1b8c9b7e66c0aed649237ae45a131e>. Acesso em: 15 mar. 2014.

SCREPANTI, E; ZAMAGNI, S. **Panorama de Historia del Pensamiento Econômico**.Barcelona: Editorial Ariel, 1997.

SENN, P. R. The German historical schools in the history of economic thought, **Journal of Economic Studies**, v. n. 3, pp.185-255, 2005. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1108/01443580510611038>. Acesso em: 06 jun. 2013.

SHAFAEDDIN, M. What did Frederick List actually say? Some clarifications on the infant industry argument. **United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD)**, Genebra, Discussion Papers, n. 140, jul.2000, 27p.Disponível em: <http://unctad.org/en/docs/dp_149.en.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2013.

SHIN, H. Friedrich List's National Political Economy and the Post-War East Asian Development Experiences, **Social Science Research Network (SSRN)**, 2012. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2156494>. Acesso em: 18 jun. 2013.

SHUKMAN, D. **Graphene: Patent surge reveals global race**. BBC News, 2013. Disponível em: < http://www.bbc.com/news/science-environment-20975580>. Acesso em: 19 mar. 2014.

SILVA, A. C. M. **Macroeconomia sem equilíbrio.** Petrópolis: Vozes; Campinas: Fecamp, 1999. 340p.

SILVA, C. G.R.S. **Compras governamentais e aprendizagem tecnológica**: uma análise da política de compras da Petrobras para seus empreendimentos offshore. 2009, 302 f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, 2009. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code =000467488>. Acesso em 05 mai. 2014.

SILVA, L. I. L. **Discurso do Presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva, durante cerimônia de lançamento da Política de Desenvolvimento Produtivo Inovar e Investir para Crescer**. Brasília: Biblioteca da Presidência da República, 2008. Disponível em: http://www.biblioteca.presidencia.gov.br/ex-presidentes/luiz-inacio-lula-da-silva/discursos/2o-mandato/2008/1o-semestre/12-05-2008-discuroso-do-presidente-da-republica-luiz-inacio-lula-da-silva-durante-cerimonia-de-lancamento-da-politica-de-desenvolvimento-produtivo-inovar-e-investir-para-crescer/view. Acesso em: 06 de jun. 2014.

SIMON, H. A. From substantive to procedural rationality. In: LATSIS, S. J. (Ed.). **Method and appraisal in economics.** London: Cambridge University Press, 1976, p. 129-148.

SIMS, R. E. H. Hydropower, geothermal, and ocean energy. **MRS bulletin**, v. 33, n. 04, p. 389-395, 2008. Disponível em: <http://journals.cambridge.org/action/display Abstract?fromPage=online&aid=7960322>. Acesso em: 24 fev. 2014.

SINGER, H. W. The Distribution of Gains between Investing and Borrowing Countries, **The American Economic Review**, v. 40, n. 2, p. 473-485, 1950. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1818065 >. Acesso em: 23 Set. 2013.

SMEETS, E. et al., Keynote Introduction: Traditional and Improved Use of Biomass for Energy in Africa. In.: JANSSEN, R.; RUTZ, D. (Ed.). **Bioenergy for Sustainable Development in Africa**. Heidelberg / London / New York: Springer, 2012. p. 3-12.

SMIL, V. **Energy at the Crossroads.** PARIS: OECD, Global Science Forum Conference on Scientific Challenges for Energy Research, 17-18 May, 2006. Disponível em: <http://home.cc.umanitoba.ca/~vsmil/pdf_pubs/oecd.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2013.

_____. **Energy transitions.** Santa Barbara-USA, Prager, 2010. 178p.

SMITH, A. **A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas**. São Paulo: Nova Cultural, 1996a. 466p. 1 v.

_____. **A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas**. São Paulo: Nova Cultural, 1996b. 395p. 2 v.

SNEAD, J.M. **The end of easy energy and what to about it**. Beavercreek-Ohio, Nov. 2008, 2008. Disponível em: <http://mikesnead.net/resources/spacefaring/white_paper_the_end_of_easy_energy_and_what_to_do_about_it.pdf >. Acesso em: 06 jan. 2014.

SOARES, E. Programa de inovação em cana atraiu 48 empresas. **Valor econômico,** Brasil, 20 mai. 2014. Disponível em: <http://www.valor.com.br/agro/ 3554104/programa-de-inovacao-em-cana-atraiu-48-empresas#ixzz35KKIxDPJ>. Acesso em 22 jun. 2014.

SOBRINHO, B.L. Alexander Hamilton e o "Relatório sobre as manufaturas". In: HAMILTON, A. **Relatório sobre as manufaturas.** Rio de Janeiro: Movimento de Solidariedade Ibero-americana, 1995. p. 5-8.

SOLOW, R. Technical Change and the Aggregate Production Function, **The Review of Economics and Statistics**, v. 39, n. 3, p. 312-320, 1957. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1926047>. Acesso em: 24 Set. 2013.

SPENCER, A. S & KIRCHHOFF, B.A. Schumpeter and new technology based firms: Towards a framework for how NTBFs cause creative destruction. **The International Entrepreneurship and Management Journal**. v.2, n.2, p. 145-156. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11365-006-8681-3#page-1>. Acesso em: 26 ago. 2013

STATE OF NEW YORK. **Governor Cuomo Announces Low-Cost Hydropower Will Support More Than 1,900 Jobs and Create Economic Opportunity in Western NY and Southern Tier**. New York: Executive Chamber -State of New York, 28 jan. 2014. Disponível em: https://www.governor.ny.gov/press/01282014Low-Cost-Hydropower>. Acesso em: 02 mar. 2014.

STIGLITZ, J. E. **Industrial Policy and Development:** The political Economy of Capabilities Accumulation. Oxford: Oxford University Press, 2010, p. 1-18.

_____. New perspectives on the role of the state. In: PARK, U. K.; LIM, H.; HARCOURT, G.C. (Ed.). **Editing Economics: essays in honour of Mark Perlman.** Routledge, p. 217-228, 2002.Disponível em: http://www.crcnetbase.com/doi /pdf/10.4324/ 9780203472200.ch13>. Acesso em 08 abr. 2013.

STOBER, I.; BUCHER, K. **Geothermal energy**: from theoretical models to exploration and development. New York, Dordrecht, London: Springer, 2013, 291p.

STOLPER, W.F.; SAMUELSON, P. A. Protection and Real Wages. **The Review of Economic Studies**, v. 9, n. 1, Nov. p. 58-73, 1941. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2967638>. Acesso em: 17 Set. 2013.

STRASSMANN, W. P. Creative destruction and partial obsolescence in American economic development. **The Journal of Economic History**, v. 19, n. 3, p. 335-349, 1959. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2115265>. Acesso em: 27 ago. 2013.

STURGEON, Timothy J. How Silicon Valley came to be. In.: KENNEY, M. (Ed.). **Understanding Silicon Valley**: The anatomy of an entrepreneurial region, Stanford: Stanford University Press, 2000. p. 15-47. Disponível em: <http://www.inti.gov.ar/cadenasdevalor/documentacion/03-004.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2015.

SUNKEL, O; PAZ, P. **A teoria do desenvolvimento econômico.** São Paulo: Difel, 1976. 243p.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Instituições e políticas industriais e tecnológicas: reflexões a partir da experiência brasileira, Estudos Econômicos, v. 40, n. 1, p. 7-41, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-41612010000100001&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em 01 Nov. 2013.

_____. Política industrial e desenvolvimento. **Revista de economia política**, v. 26, n. 2, p. 102, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/ pdf/rep/v26n2/a01v26n2.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2014.

SWEDBERG, R. **Entrepreneurship: The social science view**. Oxford, New York: Oxford University Press, 2000.

SZMRECSÁNYI, T.; MOREIRA, E. P. O desenvolvimento da agroindústria canavieira do Brasil desde a Segunda Guerra Mundial. **Estudos avançados**, v. 5, n. 11, p. 57-79, 1991. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v5n11/v5n11a06.pdf>. Acesso em 10 mai. 2014.

SZOGS, A; CHAMINADE, C; AZATYAN, R. **Building absorptive capacity in less developed countries**. The case of Tanzania. Lund-Sweden: Lund University, Centre for Innovation, Research and Competence in the Learning Economy, Working paper 2008/5, 2008.Disponível em: <http://www.circle.lu.se/?wpfb_dl=74>. Acesso em: 22 Out. 2013.

TABB, W. K. **Reconstructing Political Economy:** The Great Divide in Economic Thought. London and New York: Routledge, 2002. 287p.

TAN, Z. et al.Current and potential sustainable corn stover feedstock for biofuel production in the United States. **Biomass and Bioenergy**, v. 47, Dec., p. 372-386. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S09619534 12003625>. Acesso em: 06 mar. 2014

TAPIA, A.; CAPDEVIELLE, M. Corrientes y conceptos de la teoria evolucionista. In:

TAVARES, M. C. A retomada da hegemonia norte-americana. **Revista de Economia Política**, v. 5, n. 2, p. 5-15, 1985. Diponível em: <http://www.rep.org.br/pdf/18-1.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014.

TEECE, D. J. et al. The Market for Know-How and the Efficient International Transfer of Technology. **Annals of the American Academy of Political and Social Science**, v. 458,

Technology Transfer: New Issues, New Analysis, pp. 81-96, 1981. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1044316>. Acesso em: 22 Out. 2013.

TEECE, D. J. Understanding corporate coherence: theory and evidence. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 23, n. 1, p. 1-30, 1994. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0167268194900949>. Acesso em: 15 Out. 2013.

TEIXEIRA, A. Estados Unidos: a "curta marcha" para a hegemonia. In: FIORI, J.L. **Estados e moedas no desenvolvimento das nações.** Petrópolis: Editora Vozes, 1999. p. 155-190.

TEODORIU, C; FALCONE, G. Comparison of well completions used in oil/gas production and geothermal operations: a new approach to technology transfer. Sanford: **PROCEEDINGS**, Thirty-Third Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 2008. Disponível em: http://www.geothermal-energy.org/pdf/IGAstandard/SGW/2008/teodori2.pdf>. Acesso em 24 fev. 2014.

THE CLUB OF ROME. **The story of the Club of Rome**. THE CLUB OF ROME, 2011. Disponível em: <http://www.clubofrome.org/?p=375>. Acesso em 06 jan. 2014.

THE ECONOMIST. The first hurdle. **The Economist**, 19/02/2013. Diponível em: <http://www.economist.com/blogs/schumpeter/2013/02/carbon-trading>. Acesso em: 25 jan. 2014.

THE WORLD BANK. Data, **Energy & Mining**, 2013. Disponível em: <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OE>. Acesso em: 10 dez. 2013.

TIGRE, P. B. Gestão da inovação: a economia da tecnologia do Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006, 282p.

_____. Inovação e teorias da firma em três paradigmas. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 3, p. 67-111, 1998. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/oldroot/hpp/intranet/pdfs/inovacao_e_teorias_da_firma_em_tres_paradigmaspaulotigre.pdf >. Acesso em: 26 Set. 2013.

TILLY, R. Germany. SYLLA, R.; TONIOLO, G. (Ed.). **Patterns of European Industrialisation: the nineteenth century**. Routledge, p. 175-196, 2002. Disponível em: <http://www.crcnetbase.com/doi/pdf/10.4324/9780203418475.ch9>. Acesso em: 24 jun. 2013.

TONI, J. **Novos arranjos institucionais na política industrial do governo Lula**: a força das novas ideias e dos empreendedores políticos. 2013. 390 f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Ciência Política, Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Políticas, Brasília, 2013. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/14854/1/2013_JacksonSilvanoDeToni.pdf>. Acesso em 01 jun. 2014.

TREVIÑO, L.C (Org.). **Teorías Económicas de la Tecnología**. Cidade do México: Editorial Jus, 1999, p. 223-260.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **Annual Energy Review**. Washington-DC, U.S. Energy Information, 2014. Disponível em: <http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/index.cfm#nuclear >. Acesso em: 03 mar. 2014.

_____. **Ocean Energy Technology Overview**. Washington-DC, U.S. Department of Energy / Office of Energy Efficiency and Renewable Energy Federal Energy Management Programy, 2009. Disponível em: < http://www.nrel.gov/docs/fy09osti/44200.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2014.

_____. **The History of Nuclear Energy**. Washington-DC, U.S. Department of Energy / Office of Nuclear Energy - Science and Technology, 2003. Disponível em: <http://energy.gov/sites/prod/files/The%20History %20of%20Nuclear%20Energy_0.pdf >. Acesso em: 02 mar. 2014.

UNCOMTRADE. **United Nations Commodity Trade Statistics Database**. Disponível em: <http://comtrade.un.org/>. Acesso em: 15 fev. 2014.

UNEP RISØ CENTRE. P. **CDM Pipeline overview**. Roskilde-Denmark: UNITED NATIONS Environment Programme Risoe Centre on Energy Climate and Sustainable Development, 2014. Disponível em: <http://www.cdmpipeline.org/>. Acesso em: 24 jan. 2014.

UNICA - UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. Unicadata. **Produção. Histórico da Produção e Moagem**. 2014. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4&acao=visualizar&idTabela=1599&safra=2013%2F2014&estado=RS%2CSC%2CPR%2CSP%2CRJ%2CMG%2CES%2CMS%2CMT%2CGO%2CDF%2CBA%2CSE%2CAL%2CPE%2CPB%2CRN%2CCE%2CPI%2CMA%2CTO%2CPA%2CAP%2CRO%2CAM%2CAC%2CRR>. Acesso em: 19 ago. 2014.

UNITED NATIONS. **CDM methodology booklet**. New York: United Nations, 2013. Disponível em: < http://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/meth_booklet. pdf>. Acesso em: 19 jan. 2014.

_____. **United Nations framework convention on climate change**. New York: United Nations, 1992. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/ convkp/conveng.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2014.

_____. **United nations**. **Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático**. New York: United Nations, 1998. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2014.

VAGGI, G. Historical antecedents of development economics. DUTT, A.K.; ROS, J. (Ed.): **International Handbook of Development Economics**. Cheltenham-UK e Northampton-USA, 2008. p. 97-110.

VÄLILÄ, T. No policy is an island - on the interaction between industrial and other policies, **EIB Papers**, v. 11, n. 2, p. 8-33, 2006. Disponível em: <https://www.econstor .eu/dspace/bitstream/10419/44857/1/515664979.pdf>. Acesso em 29 Out. 2013.

VAN DER ZWAAN, B. et al. **Evolving economics of offshore wind power: cost reductions from scaling and learning**. Stanford: Energy Modeling Forum-EMF / Stanford University, 2011. Disponível em: <http://emf.stanford.edu/files/docs/273/IEW-2011-vanderzwaan-etal.pdf >. Acesso em: 28 fev. 2014.

VANCONCELOS, Y. O desafio do sol. **Revista Pesquisa FAPESP**, n. 207, p. 72-75, 2013. Diponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2013/05/14/o-desafio-do-sol/>. Acesso em 20 jun. 2014.

VEBLEN, T. Why is economics not an evolutionary science? **Cambridge Journal of Economics,** v. 22, p. 403-414, 1998. . Disponível em: <http://cje.oxfordjournals.org /content/22/4/403.full.pdf>. Acesso em: 25 Set. 2013.

VEIGA, J. E. O tormento climático. **Valor Econômico**, Caderno Opinião, p. A11, 28/01/2014.

VEIGA, P. M., et al., A hiperativa política comercial e industrial do primeiro biênio Dilma. **Pontes**, v. 9, n. 6, jul., p. 19-22, 2013. Disponível em: http://www.ictsd.org/ bridges-news/pontes/issue-archive/que-desindustrializa%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 9 jun. 2014.

VEJA. Angra: o paquiderme atômico Brasileiro. São Paulo: **Revista Veja**, ed. 948, 1986. . Disponível em: <http://veja.abril.com.br/idade/em_dia_2001/reportagens/ reportagem_angra.html>. Acesso em: 19 mai. 2014.

VERA, I. A. et al. Indicators for sustainable energy development: An initiative by the *International Atomic Energy Agency*. **Natural Resources Forum**. Blackwell Publishing Ltd, 2005. p. 274-283. Disponível em: <https://www.iaea. org/OurWork/ST/NE/Pess/assets/NRF_indicators_art05.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2014.

VERSPAGEN, B. Endogenous innovation in neoclassical growth models: a survey. **Journal of Macroeconomics**, v. 14, n. 4, p. 631-662, 1992. Disponível em: http://www. sciencedirect.com/science/article/pii/016407049290004R. Acesso em: 30 ago. 2013.

VIANA, A. G.; PARENTE, V. A experiência brasileira de incentivo a expansão da expansão das fontes renováveis por meio de leilões de energia elétrica. **Revista Brasileira de Energia**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 11-36, 2002. Disponível em: < http://www.sbpe.org.br/rbe/revista/30/>. Acesso em 15 jun. 2014.

VIDAL, A. C. F.; HORA, A. B. Perspectivas do setor de biomassa de madeira para a geração de energia. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 33, p. 261-314, 2011. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/ bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3308.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2014.

VIDAL, J. W. B. **De estado servil a nação soberana**: civilização solidária dos trópicos. Brasília: Editora Universidade de Brasília / Editora Vozes, 1987. 319p.

VIDIGAL, J. W. B. Geopolítica da energia e biomassa. PARTIDO DEMOCRÁTICO TRABALHISTA (BRASIL). **Projeto Brasil Trabalhista: caderno 3**. Partido democrático Trabalhista-PDT. Rio de Janeiro: Quartet, 2005. Disponível em: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/MarcelloMello/Projeto%20BRASIL%20 Trabalhista.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2014.

VIEIRA, G. E. et al. O processo de pirólise como alternativa para o aproveitamento do potencial energético de lodo de esgoto – uma revisão. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 12, n. 17, p. 81- 95, jan./jun. 2011. Disponível em: <http://www.liberato. com.br/upload/arquivos/0119071114321225.pdf>. Acesso em 06 mar. 2014.

VIGEVANI, T; CEPALUNI, G. **A Política Externa Brasileira**: a busca da autonomia, de Sarney e Lula. São Paulo: Editora UNESP, 2011. 226p.

VILLELA, A. A bird's eye view of Brazilian industrialization. BAER, W.; FLEISCHER, D. V. (Ed.). **The economies of Argentina and Brazil: A comparative perspective**. Edward Elgar Publishing, 2011. p. 38-62.

VOLKER, P. Desvalorizando o superdólar. In.: VOLKER, P.; GYOHTEN, T. **A nova ordem econômica:** as finanças internacionais, o surgimento de novos blocos regionais e a ameaça à hegemonia americana. Porto Alegre: Ortiz: Gazeta Mercantil, 1993. p. 245-274.

WACHTEL, A. **Geothermal energy**: Energy today. New York: Chelsea Clubhouse, 2010. 48p.

WALLERSTEIN, I. M. **Após o liberalismo: em busca da reconstrução do mundo**. Vozes, 2002. 271p.

WALRAS, L. **Compêndio dos elementos de economia política pura.** São Paulo: Nova Cultural, 1996. 347p.

WANG, Y. et al. Supercapacitor devices based on graphene materials. **The Journal of Physical Chemistry C**, v. 113, n. 30, p. 13103-13107, 2009. Disponível em: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jp902214f>. Acesso em: 17 mar. 2014.

WARWICK, K. **Beyond Industrial Policy: Emerging Issues and New Trends**, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) /OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, n. 2, OECD, p. 1-57, 2013. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1787/5k4869clw0xp-en>. Acesso em 24 Out. 2013.

WEBER, M. **História geral da economia.** São Paulo: Editora Mestre Jou, 1968. 367p.

_____. **Textos selecionados**. São Paulo: Nova Cultural, 1997. 192p.

WHITE, W. et al. The role of governments in renewable energy: The importance of policy consistency. **Biomass and Bioenergy**, 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953412005338>. Acesso em: 31 jan. 2014.

WIGHT, J. B. The Treatment of Smith's Invisible Hand, **The Journal of Economic Education,** v. 38, n. 3, p. 341-358, 2007. Disponível em: <https://facultystaff.richmond.edu/~jwight/NCEE/wight.smiths_invisible_hand.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2013.

WILLIANS, J. **History of Energy**, The Franklin Institute. Disponível em <http://www.fi.edu/learn/case-files/energy.html>. Acesso em: 21/08/2014.

WINTER, S. W. The logic of appropriability: from Schumpeter to Arrow to Teece. **Research Policy**, v. 35, n. 8, p. 1100-1106, 2006. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733306001466>. Acesso em: 01 set. 2013.

WITT, U. How evolutionary is Schumpeter's theory of economic development? **Industry and Innovation**, v. 9, n. 1-2, p. 7-22, 2002. Disponível em: <http://www.econ.mpg.de/files/2004/staff/witt_HowEvolutionaryIsSchumpertersTheory.pdf>. Acesso em: 20 Set. 2013.

WORLD BANK. **The World Bank's Role in the Electric Power**. Washington-DC, World Bank, 1993. 83p.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Energy Transitions**: Past and Future. World Economic Forum / IHS CERA, Jan. 2013. Disponível em: <http://www.weforum.org/reports/energy-vision-2013-energy-transitions-past-and-future>. Acesso em: 14 jan. 2014.

_____. **Incators.** Washington: WORLD BANK, 2013. Disponível em: <http://data.worldbank.org/indicator>. Acesso em 21 ago. 2014.

YERGIN, D. **La historia del petroleo.** Barcelona: Plaza & Javés, 1992; 1249p.

ZACHMANN, G. et al. **When and how to support renewables? Letting the data speak**. Bruxelas: Bruegel, Working Paper 1, 2014. Disponível em: <http://www.bruegel.org/publications/publication-detail/publication/811-when-and-how-to-support-renewables-letting-the-data-speak/>. Acesso em: 03 mar. 2014.

ZAPAROLLI, D. Álcool da celulose inicia produção. V**alor econômico,** 28 fev. 2014. Disponível em: <http://www.valor.com.br/empresas/3528466/alcool-da-celulose-inicia-producao>. Acesso em 21 jun. 2014.

ZELKO, F. Introduction. In.: ZELKO, F.; BRINKMANN, C. (Ed.). **Green Parties**: reflections on the first three decades. Washington: Heinrich Böll Foundation North America and German Historical Institute, 2006. 129p. Disponível em: <http://www.ghi-dc.org/files/publications/inhouse/greenparties/gps.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2014.

ZWEIG, K. Smith, Malthus, Ricardo, and Mill: The forerunners of limits to growth, **Futures**, v. 11, n. 6, p. 510-523, 1979. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/001632877990048X>. Acesso em 12 ago. 2013.