

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 29/05/2018.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Ilha Solteira

RHASLA RAMOS ABRÃO WANDERLEY

**ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO TARIFÁRIO DA INSERÇÃO DE
MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM CONSUMIDORES RESIDENCIAIS**

Ilha Solteira

2017

RHASLA RAMOS ABRÃO WANDERLEY

**ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO TARIFÁRIO DA INSERÇÃO DE
MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM CONSUMIDORES RESIDENCIAIS**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira - UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia Elétrica.
Especialidade: Automação.

Prof. Dr. Dionízio Paschoareli Júnior
Orientador

Ilha Solteira
2017

FICHA CATALOGRÁFICA


Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

W245a Wanderley, Rhasla Ramos Abrão.
Análise de impacto regulatório tarifário da inserção de microgeração
fotovoltaica em consumidores residenciais / Rhasla Ramos Abrão Wanderley. --
Ilha Solteira: [s.n.], 2017
117 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia
de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Automação, 2017

Orientador: Dionízio Paschoareli Júnior
Inclui bibliografia

1. Microgeração fotovoltaica. 2. Tarifa horária. 3. Impacto regulatório.


Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/8 - 9999


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Análise de Impacto Regulatório Tarifário da Inserção de Microgeração Fotovoltáica em Consumidores Residenciais

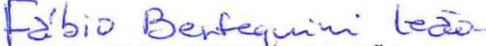
AUTORA: RHASLA RAMOS ABRÃO WANDERLEY

ORIENTADOR: DIONIZIO PASCHOARELI JUNIOR

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em ENGENHARIA ELÉTRICA, área: AUTOMAÇÃO pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. DIONIZIO PASCHOARELI JUNIOR
Departamento de Engenharia Elétrica / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. CARLOS ANTONIO ALVES
Departamento de Engenharia Elétrica / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. FABIO BERTEQUINI LEÃO
Departamento de Engenharia Elétrica / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. PAULO IRINEU KOLTERMANN
Departamento de Engenharia Elétrica - FAENG / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul


Prof. Dr. MOACYR AURELIANO GOMES DE BRITO
Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Ilha Solteira, 29 de novembro de 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos colegas, professores e funcionários da FEIS-UNESP, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Em especial, dedico meus agradecimentos:

- À Deus e à Nossa Senhora do Perpetuo Socorro, pela minha vida, por me darem força e coragem para continuar nesta trajetória e sempre iluminarem meus caminhos;
- Aos meus pais Félix e Maria José que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos que precisei, me incentivando, dando força e fazendo tudo o que estivesse ao seu alcance;
- Ao meu marido João Bosco, pela confiança, pelo incentivo e pela compreensão durante os períodos de muitos estudos e ausências;
- Ao Prof. Dr. Dionízio Paschoareli Júnior pela oportunidade e pela orientação do trabalho;
- Aos meus colegas de laboratório pelas discussões e trocas de ideias;
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos;
- Ao Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) pela parceria com a CAPES em me conceder afastamento integral do serviço para que eu pudesse me dedicar exclusivamente ao doutorado;
- À distribuidora de energia local, que contribuiu com dados de memória de massa de consumidores residenciais;
- À banca examinadora pelas correções, ideias e sugestões apresentadas.

*“Aprender é a única coisa de que a mente
nunca se cansa, nunca tem medo
e nunca se arrepende.”*

(Leonardo Da Vinci)

RESUMO

Diante das constantes mudanças nas regulamentações do setor elétrico, há necessidade de se realizar análises de impactos dessas regulamentações nos setores envolvidos, como consumidores e distribuidoras de energia elétrica. O Brasil tem aprimorado constantemente as regulamentações do setor de geração distribuída. As melhorias feitas partem de pesquisas realizadas em universidades, projetos de Pesquisa e Desenvolvimento, e consultas públicas. Além dessa inovação no setor residencial, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) regulamentou uma nova modalidade tarifária, a tarifa branca, que é uma tarifa horária (*Time-of-Use*), com 3 postos horários diferentes ao longo do dia, cada um com um valor de tarifa, com o objetivo de incentivar o deslocamento da carga dos horários mais sobrecarregados do sistema elétrico para horários ociosos. Esta regulamentação entrará em vigor a partir de janeiro de 2018 e por ser uma modalidade diferente da que os consumidores estão acostumados, há a necessidade de verificar os impactos deste tipo de tarifa no consumidor residencial considerando seus hábitos de consumo atuais e verificando a influência desta tarifa nos consumidores que estiverem dispostos a mudar seus hábitos de consumo. A proposta desta tese é apresentar os impactos desta nova modalidade tarifária em consumidores residenciais com microgeração fotovoltaica, considerando situações com consumo atual e com deslocamento de carga, através do desenvolvimento de uma metodologia capaz de realizar simulação para quaisquer valores de consumo, geração fotovoltaica e localidade de instalação do sistema fotovoltaico. Através das análises realizadas foi possível identificar que a tarifa horária em conjunto com a microgeração fotovoltaica foram mais vantajosas para o consumidor com consumo maior que 500 kWh e que este mesmo consumidor obtém mais benefícios quando consegue deslocar sua carga do horário de ponta para fora de ponta.

Palavras-chave: Microgeração fotovoltaica. Tarifa horária. Impacto regulatório.

ABSTRACT

In the face of constant changes in the regulations of the electricity sector, there is a need to analyse the impacts of these regulations on the sectors involved, such as electricity consumers and distributors. Brazil has presented a constant growth of photovoltaic microgeneration installations in residential consumers connected to the electric grid and has constantly improved the regulations of the distributed generation sector. The improvements made in these regulations are based on research carried out in universities, Research and Development projects, and public consultations. In addition to this innovation in the residential sector, the National Electric Energy Agency has regulated a new tariff modality, the white tariff, which is a Time-of-Use tariff, with 3 different timetables throughout the day, each with a with the objective of encouraging the shift of the load from the overloaded hours of the electrical system to idle schedules. This regulation will come into effect from January 2018 and since it is a different modality from which consumers are accustomed, there is a need to verify the impacts of this type of tariff on the residential consumer considering their current consumption habits and verifying the influence of this tariff consumers who are willing to change their consumption habits. The purpose of this thesis is to present the impacts of this new tariff modality on residential consumers with photovoltaic microgeneration, considering situations with current consumption and load displacement. Through the analyzes made it possible to identify that the time off use tariff with the photovoltaic microgeneration were more advantageous for the consumer with consumption greater than 500 kWh and that this same consumer obtains more benefits when he is able to move his load from peak to off peak times .

Keywords: Photovoltaic microgeneration. Time-of-use tariff. Regulatory impact.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matriz energética brasileira	21
Figura 2 - Produção mundial de energia solar fotovoltaica por região - 2012-2040 (em TWh e %).	30
Figura 3 - Perspectiva de redução de custos dos sistemas fotovoltaicos: 2013-2050 (R\$/Wp*).....	31
Figura 4 - Comparativo entre a Tarifa Branca e Tarifa Convencional.	36
Figura 5 - Composição Tarifária.	38
Figura 6 - Valor Final da Energia Elétrica.....	39
Figura 7 - Estrutura Tarifária do grupo B a partir da NT nº 311/2011.....	40
Figura 8 - Fluxograma das opções de análise de impacto.	52
Figura 9 - Fluxograma para aquisição de dados de entrada	53
Figura 10 - Curva de carga residencial por equipamentos	54
Figura 11 - Curva de carga residencial	55
Figura 12 - Curva de carga dos 5 consumidores analisados	58
Figura 13 - Fluxograma do cálculo da fatura de energia elétrica_Opção 3.	72
Figura 14 - Fluxograma para cálculo de fatura_Opção 4	74
Figura 15 - Quadro com valores de entrada para cálculo de VPL e TIR.	77
Figura 16 - Fluxo de caixa e VPL.	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Incentivos para a geração distribuída.....	25
Tabela 2 - Modelo de negócio tradicional x Novo modelo de negócios.....	29
Tabela 3 - Crescimento de unidades consumidoras residenciais com geração distribuída.....	32
Tabela 4 – Média de consumo mensal por consumidor	57
Tabela 5 - Energia estimada do sistema FV para o caso 1.....	59
Tabela 6- Energia estimada do sistema FV para o caso 2.....	60
Tabela 7 - Custo dos sistemas fotovoltaicos para os cinco consumidores.....	61
Tabela 8 - Tarifas de energia elétrica com impostos.....	64
Tabela 9 - Adicional de bandeira tarifária	65
Tabela 10 - Consumo de energia elétrica residencial e faturamento - ano base 2016.	67
Tabela 11 - Faturas de energia considerando Tarifa Convencional - Caso 1. .	80
Tabela 12 - Faturas de energia considerando Tarifa Horária - Caso 1.	81
Tabela 13 - Valores de faturas de energia para consumidores	82
Tabela 14 - Valores de faturas de energia para consumidores	82
Tabela 15 - VPL e TIR para sistema FV - Caso 1.	83
Tabela 16 - Faturas de energia considerando Tarifa Convencional - Caso 2. .	84
Tabela 17 - Faturasde energia considerando Tarifa Horária - Caso 2.	85
Tabela 18 - Valores de fatura de energia para consumidores.....	85
Tabela 19 - Valores de faturas de energia para consumidores	86
Tabela 20 - VPL e TIR para sistema FV - Caso 2	87
Tabela 21 - Faturas para caso 1 com deslocamento de carga	88
Tabela 22 - Faturas para consumidores sem MGFV - Caso 1	89
Tabela 23 - Faturas para consumidores com MGFV - Caso 1	89
Tabela 24 - Comparação entre os casos 1, com e sem deslocamento de carga.	90
Tabela 25 - Faturas para caso 2 com deslocamento de carga.	90
Tabela 26 - Faturas para consumidores sem MGFV - Caso 2.	91
Tabela 27 - Faturas para consumidores com MGFV - Caso 2.	91
Tabela 28 - Comparação entre casos 2, com e sem deslocamento de carga..	92
Tabela 29 - Parcela da tarifa final que cabe à distribuidora.	93
Tabela 30 - Consumo residencial por faixa de consumo para o ano de 2015..	94
Tabela 31 - Faixa de consumo com potencial para instalação de MGFV.	95
Tabela 32 - Impacto na receita da distribuidora (tarifa convencional).	95
Tabela 33 - Impacto na receita da distribuidora (tarifa horária).	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIR	Análise de Impacto Regulatório
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANCINE	Agência Nacional do Cinema
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional de Petróleo
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BT	Baixa Tensão
CA	Corrente Alternada
CADE	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CPP	<i>Critical peak price</i>
DITs	Demais Instalações de Transmissão
EEG	<i>German Renewable Energy Sources Act</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FDS	Final de Semana
FV	Fotovoltaica
GD	Geração Distribuída
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IHD	<i>In Home Display</i>
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor
MGFV	Microgeração Fotovoltaica
MME	Ministério de Minas e Energia
NT	Nota Técnica
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PIB	Produto Interno Bruto

PIS	Programa de Integração Social
PRODIST	Procedimentos de Distribuição
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PRO-REG	Programa de Fortalecimento da Capacidade Institucional para Gestão em Regulação
PRORET	Procedimentos de Regulação Tarifária
PROSSUMER	Consumidor com microgeração fotovoltaica
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PURPA	<i>Public Utilities Regulatory Policies Act</i>
RAG	Receita Anual de Geração
REN	Resolução Normativa
RTP	<i>Real-time pricing</i>
SIN	Sistema Interligado Nacional
TAM	Taxa de Atratividade Mínima
TE	Tarifa de Energia
TGA	<i>Therapeutic Goods Administration</i>
TH	Tarifa Horária
TIR	Taxa Interna de Retorno
TOU	<i>Time-of-Use</i>
TUSD	Tarifa pelo Uso do Sistema de Distribuição
TUST	Tarifa pelo Uso do Sistema de Transmissão
UC	Unidade Consumidora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Estado da Arte	14
1.2	Objetivos	18
1.2.1	<i>Objetivo Geral</i>	18
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	18
1.3	Estrutura do Trabalho	19
2	GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	21
2.1	Introdução	21
2.2	Principais Motivadores	22
2.3	Regulamentação em Países da OCDE	23
2.4	Regulamentação no Brasil	27
2.5	Competitividade da Tecnologia Fotovoltaica	30
2.6	Conclusão	32
3	TARIFAÇÃO	34
3.1	Introdução	34
3.2	Tipo de Tarifa Aplicada ao Consumidor Residencial no Brasil	34
3.3	Regulamentação de Tarifação no Brasil	37
3.4	Composição Tarifária Residencial no Brasil	38
3.5	Conclusão	40
4	ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO	41
4.1	Introdução	41
4.2	Experiências Internacionais	42
4.3	Experiências Nacionais	43
4.4	Etapas da AIR	47
4.7	Viabilidade econômica	49
4.8	Conclusão	51
5	METODOLOGIA PARA CALCULAR IMPACTOS DA TARIFA BRANCA	52
5.1	Introdução	52
5.2	Curva de Carga dos Consumidores Residenciais	53
5.3	Geração Fotovoltaica	58

5.4	Custos Considerados na AIR	60
5.4.1	<i>Custo dos sistemas fotovoltaicos.....</i>	60
5.4.2	<i>Tarifa de Energia Elétrica.....</i>	63
5.5	Receita da Distribuidora.....	66
5.6	Opções de Análise de Impacto na Tarifa	68
5.6.1	<i>Premissas.....</i>	68
5.6.2	<i>Metodologia de cálculo</i>	69
6	RESULTADOS DAS ANÁLISES	80
6.1	Caso 1 Sem Deslocamento na Curva de Carga	80
6.2	Caso 2 Sem Deslocamento na Curva de Carga	84
6.3	Caso 1 Com Deslocamento na Curva de Carga	88
6.4	Caso 2 Com Deslocamento na Curva de Carga	90
6.5	Análise de Impacto na Receita da Distribuidora de Energia Elétrica	93
7	CONCLUSÕES	98
7.1	Propostas Para Trabalhos Futuros	100
7.2	Trabalhos Publicados.....	101
	REFERÊNCIAS	102
	APÊNDICE A – Proposta para cálculo das faturas.....	105

1 INTRODUÇÃO

O setor elétrico nacional tem sofrido constantes mudanças a fim de atender os consumidores finais de energia elétrica com maior qualidade, eficiência e continuidade do fornecimento, além de buscar atender compromissos ambientais como a redução de emissão de gases poluentes à atmosfera.

O Sistema Interligado Nacional (SIN) caracteriza-se por ser um sistema centralizado, onde a geração de energia elétrica fica situada longe dos consumidores finais, com longas linhas de transmissão, o que acarreta perdas, interrupções no fornecimento e, conseqüentemente, maiores custos aos consumidores. A alta demanda de energia elétrica concentrada em poucas horas do dia, também faz com o sistema fique mais custoso ao consumidor final, pois o sistema precisa ser dimensionado de forma a atender a maior demanda do dia, ficando ocioso no restante do dia.

Portanto, métodos que trabalham para incentivar a resposta da demanda, mesmo que em pequena quantidade, podem resultar numa redução dos custos marginais de geração e operação do sistema (WALAWALKAR et al., 2010; PINA et al., 2012; TORRITI, 2012). Qualquer investimento nas redes de energia elétrica e medidas de eficiência energética exigem uma mudança na forma como os indivíduos consomem energia (POLLIT NA SHAORSHADZE, 2011).

A tarifa horária (“*Time Of Use*”) é uma forma de influenciar no comportamento de consumo de energia elétrica das famílias nos horários de pico, instituindo um preço mais alto nos horários de pico e preço menor para os outros horários do dia (NEWSHAMA; BOWKER, 2010).

As tarifas “*TOU*” fornecem aos consumidores uma certeza sobre o preço do consumo em diferentes períodos do dia, ao contrário de outros tipos de tarifação baseadas em preços, onde o preço flutua após o custo em tempo real da eletricidade (DARBY, 2008; NEWSHAM; BOWKER, 2010).

Além da tarifação *TOU*, outro fator que pode amenizar os problemas com a geração centralizada é a geração distribuída (GD). Desde 2012, o Brasil tem priorizado o incentivo de conexões de mini e microgerações à rede elétrica

convencional. Esses tipos de gerações são construídas próximas aos consumidores com capacidade de geração menor que as usinas centralizadas, além de demandar menor tempo e menor custo para sua construção, e aumentar a utilização de fontes renováveis.

A geração distribuída pode contribuir para amenizar as perdas técnicas causadas pelas longas linhas de transmissão utilizadas atualmente no país; garante continuidade do fornecimento de energia; e pode reduzir o valor gasto com energia pelo consumidor final, uma vez que este irá produzir sua própria energia. Além disso, é possível ainda, postergar a expansão da rede elétrica, o que acarreta a postergação de novos gastos em investimentos para a criação de novas grandes usinas de geração.

Para a inserção em grande escala das GDs no países, para adotar um novo modelo tarifário, o governo precisa intervir, pois tem o poder de criar e aplicar leis de incentivo para implantação desta nova tecnologia e método de tarifação. Mas para isso, há a necessidade de se adotar formas padronizadas e sistematizadas como a Análise de Impacto Regulatório (AIR), de forma que se possa avaliar os custos e benefícios associados à tecnologia e ao tipo de tarifa a serem empregados.

1.1 Estado da Arte

Autores de diferentes países demonstraram através de diferentes metodologias de análise que a tarifa horária, em consumidores residenciais passivos, não apresenta incentivos monetários suficientes para fazer com que o consumidor mude seus hábitos de consumo.

Gottwalt et al. (2011) apresentaram um algoritmo que simula mudanças de carga residencial sob esquemas de tempo de uso, considerando diferentes grupos de eletrodomésticos com seus requisitos técnicos e padrões práticos de uso e restrições de operação. Analisaram os impactos que os eletrodomésticos inteligentes terão nas residências e os impactos da tarifa horária no lugar da tarifa fixa, para consumidores residenciais sem geração distribuída. Concluíram que os consumidores residenciais terão poucos benefícios econômicos com os equipamentos inteligentes e que uma simples mudança da tarifa fixa para a tarifa horária não apresenta incentivos monetários suficientes para fazer com

que os consumidores adquiram equipamentos inteligentes e façam gerenciamento pelo lado da demanda.

Torriti (2012) avaliou os impactos da tarifa horária na demanda de energia elétrica residencial em Trento, norte da Itália. Verificou que antes da aplicação da tarifa horária, a demanda de pico ficava entre 8h e 8h30 da manhã e com a tarifa horária este horário de pico foi deslocado formando um novo pico das 6h45 às 7h15 da manhã. E o problema de pico a noite não foi resolvido.

Schleich e Klobasa (2013) avaliaram os efeitos da tarifa horária nos consumidores residenciais na Alemanha durante 6 meses, e constataram que não houve diferenciação entre dias úteis e finais de semana. A tarifa TOU correspondeu a um aumento no nível de preços durante o período de pico em cerca de 20,9%, e uma diminuição no nível de preços durante o período fora de pico em cerca de 31,6% para a média da tarifa do grupo familiar analisado. Citam, também, os resultados dos estudos (Faruqui and Sergici, 2010; Newsham and Bowker, 2010; Ehrhardt et al., 2010; Faruqui and Sergici, 2011; Faruqui and Palmer, 2012), que indicam que os consumidores respondem à tarifas de incentivo horário quando desejam, ou seja, quando os consumidores têm interesse em se beneficiar, conseguem deslocar o consumo do horário de ponta para fora de ponta.

Andruszkiewicz et al. (2014) analisaram os efeitos da tarifa horária para os consumidores residenciais no norte da Polônia e constataram que do jeito que é aplicada não se mostra uma alternativa rentável para o consumidor e o fornecedor teria lucro apenas se vendesse grande quantidade de energia. E a solução que encontraram para que a tarifa horária seja atrativa e incentive o consumidor a deslocar sua carga dos horários de pico para fora de pico, é que devem ser estabelecidos limites de consumo nos horários de pico.

Todos eles consideraram somente análise da tarifa horária para consumidores sem um sistema de geração de energia próprio, justificando, assim, a necessidade de verificar o impacto da tarifa horária em consumidores com microgeração fotovoltaica e beneficiados pelo sistema *net metering*.

Reis et al (2015) realizaram uma análise dos impactos econômicos da microgeração fotovoltaica num consumidor residencial com consumo médio a nível nacional (167kWh/mês), considerando apenas a tarifa praticada

atualmente (convencional), e encontraram Valor Presente Líquido (VPL) negativo, que significa inviabilidade do projeto para consumidores dentro desta faixa de consumo.

Xavier (2015), em sua tese, apresenta uma relação de externalidades associadas ao uso da energia fotovoltaica, e afirma que “apesar do custo elevado e ausência de incentivos, os sistemas fotovoltaicos trazem benefícios que os tornam viáveis economicamente no Brasil.” Algumas dessas externalidades são: fatores climáticos, saúde da população, independência energética, aumento da confiabilidade do sistema e valorização do imóvel. Para o caso do consumidor residencial, este deve ser conectado à rede, pois um sistema isolado com banco de baterias é completamente inviável, e sendo assim, o consumidor depende da rede como uma forma de “armazenamento” da sua energia injetada. Portanto, nem esta razão nem as demais são suficientes para convencer o consumidor residencial a instalar microgeração fotovoltaica, sem uma viabilidade econômica-financeira.

Visando abordar a metodologia de Análise de Impacto Regulatório, encontra-se na literatura diversas pesquisas utilizando a AIR para analisar regulamentações de diferentes órgãos do país e do mundo ANAC (2015), ANVISA (2015a), Lima e Cruz (2014), Oliveira (2015).

Para auxiliar a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Lamin (2013) realizou, em sua tese, AIR sobre a implantação de medidores inteligentes em larga escala no país, considerando também a utilização de *In Home Display (IHD)*, a fim de demonstrar os custos envolvidos na implantação das Redes Inteligentes de Energia e o papel de cada membro afetado, como os órgãos públicos, as concessionárias distribuidoras e o consumidor final.

Em 2015, a ANEEL publicou a Nota Técnica NT nº17/2015 onde consta uma AIR realizada sobre a Resolução Normativa (REN) nº482/2012 da própria ANEEL baseada na Teoria de Rogers (2003) e no trabalho de Konzen (2014) com adaptações. Nesta AIR foram construídos 6 cenários de análise a fim de identificar diferentes projeções para a difusão das mini e microgerações de energia elétrica no país. Para todos os cenários, os dados foram analisados considerando tarifação convencional, aplicada ao grupo de consumidores de baixa tensão e sem considerar alguns fatores possíveis a partir de 2016, com uma nova mudança na regulamentação, dada pela REN nº687/2015 como a

possibilidade de condomínios e que os consumidores podem instalar GD em qualquer lugar onde tiverem espaço para instalação dos painéis fotovoltaicos e compensar a energia no endereço que preferirem, mas dentro da mesma área de concessão da distribuidora.

Além das análises de impacto que servem de base para tomadas de decisão dos órgãos regulamentadores, há a necessidade de criar uma ferramenta que auxilia o consumidor comum, que muitas vezes não tem acesso a informações sobre tudo o que está acontecendo no setor elétrico nem possuem consultorias de profissionais especializados como os grandes consumidores.

A regulamentação sobre a tarifa branca entrará em vigor a partir de janeiro de 2018. E por ser uma novidade, a maioria dos consumidores ainda não teve acesso às informações sobre esta nova modalidade tarifária e, portanto, não sabe como irá funcionar nem como poderá afetar suas faturas de energia.

Constatou-se que há uma deficiência na literatura encontrada sobre avaliação de impactos da tarifa branca em consumidores residenciais com microgeração fotovoltaica e considerações detalhadas para o cálculo das faturas de energia e análises de viabilidade econômica através do cálculo do VPL e não apenas *payback* simples. Outra deficiência encontrada é a falta de informações de medição horária para os consumidores residenciais, visto que os medidores atualmente instalados nas residências não registram medição horária, dependendo assim, da troca por medidores inteligentes futuramente, com os quais será possível conhecer o comportamento de demanda de energia de cada consumidor de forma mais específica e então desenvolver metodologias mais próximas ainda do valor real.

Há diversos *softwares* no mercado para análises de fluxo de potência, para estimar curva de carga dos consumidores, para análises de viabilidade econômica, mas conforme Samanez (2009), “a tarefa mais difícil em uma simulação não é a simulação em si, mas a entrada adequada de dados, a montagem do modelo e a interpretação dos resultados obtidos”.

Sendo assim, nesta tese foi desenvolvida uma metodologia de cálculo utilizando o Microsoft Office Excel 2010 (de fácil de acesso). Como parte da metodologia são apresentados cálculos de estimativas de média de consumo

por posto tarifário baseados nas curvas padrões de demanda residencial, para duas curvas distintas (Figuras 10 e 11). Uma delas apresenta três picos de energia durante o dia, sendo o maior durante à noite e a outra apresenta valor de pico somente à noite. Será apresentada uma proposta de metodologia para análise horária entre consumo de energia da rede e injeção de energia fotovoltaica ao mesmo tempo, de forma que a compensação de energia seja feita de forma horária, considerando que a energia fotovoltaica é gerada em período fora de ponta, mas que poderá ser utilizada em horários em que a energia é mais cara, desde que seja aplicado um fator de ajuste. E assim, serão realizadas simulações com cinco consumidores residenciais de diferentes faixas de consumo, a fim de verificar os impactos da tarifa branca na fatura de consumidores residenciais com microgeração fotovoltaica.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

- Realizar uma análise de impacto regulatório tarifário nos consumidores residenciais com microgeração fotovoltaica, considerando variáveis praticadas atualmente, que influenciam no valor final pago pela utilização da energia elétrica, a fim de testar e demonstrar aos reguladores do setor elétrico a sustentabilidade da regulamentação vigente sobre geração distribuída e da regulamentação sobre tarifa branca que ainda entrará em vigor;

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver uma metodologia para realizar análises de impacto da tarifa branca em consumidores residenciais com microgeração fotovoltaica;
- Identificar possíveis necessidades de ajustes nas regulamentações sobre tarifa branca e geração distribuída;

- Calcular o impacto na receita das distribuidoras considerando três níveis de adoção (15, 30 e 50%) da microgeração fotovoltaica com tarifa convencional e tarifa branca;
- Desenvolver uma proposta de metodologia de auxílio ao consumidor residencial baseada em ferramenta de fácil acesso (editor de planilhas Microsoft Office Excel), para que os mesmos possam realizar simulações da viabilidade técnica dos fatores que podem afetar seus orçamentos e encontrar o melhor cenário de acordo com seus hábitos de consumo. Vale ressaltar que cada análise deve ser feita individualmente, considerando a curva de carga e localidade de cada consumidor.

Nesta tese foram obtidos dados de memória de massa de consumidores residenciais da concessionária de energia local, para serem utilizados nas análises de impactos.

1.3 Estrutura do Trabalho

A contextualização do tema, bem como a justificativa e objetivos da pesquisa foram abordados no capítulo 1.

No Capítulo 2 foi realizada uma pesquisa sobre definições e regulamentações sobre geração distribuída, especificamente sobre microgeração fotovoltaica tanto em países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) quanto no Brasil.

O Capítulo 3 aborda as definições e regulamentações sobre tarifação e apresenta como é composta a tarifa de energia elétrica para consumidores residenciais no Brasil.

No Capítulo 4 é feita uma revisão bibliográfica contendo experiências internacionais e nacionais sobre AIR, além de serem definidas as etapas da AIR nesta tese. Também são relacionados o método de análise de viabilidade econômica e de cálculo de impacto na receita das distribuidoras de energia elétrica.

Os custos e cenários para a avaliação do impacto da tarifa horária nos consumidores com microgeração e na receita das distribuidoras são

construídos no Capítulo 5. Foram geradas as curvas de carga dos cinco consumidores analisados para que fosse possível construir os cenários e calcular a viabilidade econômica.

E no Capítulo 6 são apresentados todos os resultados de análises econômicas e benefícios alcançados e não alcançados com os resultados das análises.

Nas conclusões (Capítulo 7) são discutidas as principais contribuições do trabalho, bem como propostas para trabalhos futuros e trabalhos apresentados/publicados.

7 CONCLUSÕES

Esta tese teve como desafio analisar um mercado sem precedentes e como contribuições desenvolver uma metodologia para analisar os impactos econômicos para um novo cenário iminente no mercado de energia elétrica e servir como uma fonte de consulta ampla a cerca das regulamentações sobre microgeração fotovoltaica e tarifa horária.

A tarifa horária incentiva a instalação de MGFV apenas quando se compara com consumidor sem MGFV já enquadrado na tarifa horária, mas em relação aos consumidores enquadrados na tarifa convencional e considerando hábitos de consumo atuais, a tarifa horária não apresenta vantagens econômicas.

Com deslocamento de carga, a tarifa horária apresenta vantagens para os consumidores sem MGFV, mas para os consumidores com MGFV, houve redução na fatura somente para o consumidor E (consumidor de maior carga instalada). Os demais consumidores, mesmo deslocando suas cargas do horário de ponta para fora de ponta, não obtiveram redução na fatura, por terem que pagar o valor mínimo à distribuidora por estarem conectados à rede elétrica. Sendo assim, pode-se dizer que, considerando deslocamento de carga, a tarifa horária não incentiva a instalação de MGFV para consumidores com baixa carga, apenas apresenta benefícios em consumidores com consumo médio acima de 400 kWh.

E assim, como nos casos sem deslocamento de carga, considerando consumidor com MGFV, para que ele consiga reduzir sua fatura de energia com a tarifa horária, é necessário instalar um sistema fotovoltaico com capacidade de geração próxima ao valor de sua carga.

O valor mínimo que a distribuidora de energia cobra do consumidor com microgeração fotovoltaica conectada à rede, não remunera seus prejuízos. Este valor não é suficiente para cobrir despesas com a manutenção da rede. Visto que ela terá que ter disponível essa quantidade de energia para fornecer ao consumidor, quando necessário. Sendo assim, há necessidade dos órgãos reguladores junto às distribuidoras de energia estipularem um valor que

remunere os custos para a distribuidora, mas sem deixar de atender a paridade tarifária.

Assim como em pesquisas realizadas em consumidores sem MGFV, a tarifa horária também não apresentou incentivos monetários suficientes para fazerem os consumidores mudarem seus hábitos de consumo, mas percebe-se um ótimo ganho para o consumidor sem MGFV que optar pela tarifa horária e deslocar sua curva de carga do horário de ponta para fora de ponta.

De forma geral, as análises realizadas neste trabalho mostraram que a aplicação da tarifa horária em consumidores residenciais é viável em conjunto com o sistema *net metering* para microgeração fotovoltaica. Mas que ainda não apresenta incentivos monetários maiores que a modalidade convencional, considerando os hábitos de consumo atuais.

Considerando hábitos de consumo atuais, o consumidor auto-produtor consegue ter economia com a instalação do sistema fotovoltaico, mas não com a tarifa horária.

E analisando o impacto da inserção de MGFV na rede, tem-se um percentual maior com a tarifa horária, constatando mais uma vez que, considerando os hábitos atuais de consumo, a tarifa horária não apresenta vantagens econômicas em relação a convencional nem para o consumidor nem para a distribuidora de energia elétrica. O cenário ainda poderá melhorar mais devido ao constante aumento da energia elétrica e queda dos preços dos sistemas FV.

Para encontrar o valor das faturas finais para a Opção 4 de cada análise, encontrou-se falta de informação nas regulamentações sobre o valor de tarifa que deverá ser aplicado, quando o consumidor sendo beneficiado pelo sistema de MGFV e tarifa horária, zera seu balanço de energia ou consumir da energia valor menor que 30kWh, 50kWh ou 100kWh, dependendo da sua rede de fornecimento. Por exemplo, quando o consumidor com MGFV zera seu balanço de energia (consumo menos injeção), estando enquadrado na modalidade tarifaria convencional, é aplicado o valor da tarifa convencional no valor de consumo mínimo que deve ser pago às distribuidoras por estar conectado à rede. Não havendo valor definido para o caso da tarifa branca, que possui 3 preços diferentes, foi utilizado para as análises nesta tese o valor da tarifa de ponta, pois é a mais cara e acredita-se ser a mais justa forma de cobrar, visto

que os painéis geram energia em horário fora de ponta, mas os consumidores demandam grande quantidade de energia concentrada no horário de ponta.

Esta observação serve de alerta aos reguladores para que definam uma tarifa a ser aplicada nesta situação, em que o consumidor irá optar por instalar microgeração fotovoltaica e ser tarifado na modalidade horária ao mesmo tempo. Uma proposta para incentivar mais a instalação da microgeração fotovoltaica seria a distribuidora adotar a tarifa mais barata para cobrar do consumidor o valor referente ao uso do sistema de distribuição.

Outra proposta de melhoria na regulamentação seria estipular um período de teste para o consumidor que optar pela tarifa horária, por exemplo de 6 meses, onde seria instalado um medidor específico para tarifa horária por conta do consumidor que solicitá-lo a fim de que o consumidor conheça sua própria curva de carga e, assim, possa administrar seu consumo e consiga se beneficiar pela tarifa horária.

7.1 Propostas para Trabalhos Futuros

- Realizar análises de impacto da tarifa branca para outros grupos consumidores, considerando também a microgeração fotovoltaica.
- Buscar encontrar um tipo de tarifa que remunere o consumidor com MGFV, incentivando o aumento de adesão à esta tecnologia, pois como observado neste trabalho, a tarifa horária não apresenta incentivos significativos para instalação de MGFV quando comparada com a tarifa convencional.
- Realizar uma análise contendo as mesmas variáveis de entrada, mas considerando um modelo de negócio adotado em alguns países da Europa, como Alemanha, o sistema *Feed In Tariff*, para verificar se apresenta melhores resultados que o sistema *net metering* para o consumidor e distribuidora de energia elétrica ao mesmo tempo.

7.2 Trabalhos Publicados

Como produto desta tese, foram apresentados dois artigos e submetido um paper para a Revista Solar Energy (qualis A1).

- 1) “DISTRIBUTED PHOTOVOLTAIC MICROGENERATION FOR RESIDENTIAL CONSUMERS IN BRAZIL” apresentado no III Congreso Internacional de Innovación y Tendencias em Ingeniería (CONIITI), realizado de 4 a 6 de outubro de 2017.
- 2) “ECONOMIC VIABILITY OF INSTALLATIONS OF PHOTOVOLTAIC MICROGENERATION IN RESIDENCIES OF A SMART CITY”, apresentado no 6th IEEE International Conference Renewable ICRERA, realizado de 5 a 8 de novembro de 2017.
- 3) “IMPACT ANALYSIS OF TIME OF USE TARIFF FOR RESIDENTIAL CONSUMERS WITH PHOTOVOLTAIC MICROGENERATION IN BRAZIL”. submetido à Revista “Solar Energy”.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA - ABRADEE. **Tarifas de energia**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/tarifas-de-energia>>. Acesso: 03 dez. 2015.

ALVES, F. N. R.; PECCI, A. Análise de impacto regulatório: uma nova ferramenta para a melhoria da regulação na Anvisa. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 45, n. 4, p. 1-4, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. **Formulário de análise de impacto regulatório**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/transparencia/Consulta2014/04/formulario.pdf>>. Acesso: 03 dez. 2015.

ANDRUSZKIEWICZ, Jerzy; LORENC, Józef; BOROWIAK, Waldemar; MICHALSKI, Artur. **Time of use tariff design for domestic customers integrating the management goals of efficient energy purchase and delivery**. New York: IEEE, 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Proposta de abertura de Consulta Pública para o recebimento de contribuições visando reduzir as barreiras para a instalação de geração distribuída de pequeno porte, a partir de fontes renováveis, conectada em tensão de distribuição**. Brasília, DF, 2010a. Nota Técnica nº 0043/2010-SRD/ANEEL de 8 de setembro de 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Resolução normativa nº 414**: estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada. Brasília, DF, 9 set. 2010b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Proposta de consolidação da regulamentação acerca dos processos tarifários, com a elaboração dos Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET**. Brasília, DF, 28 set. 2010c. Nota Técnica nº 311/2010– SRE-SRD-SRT-SFF-SEM-SRG/ANEEL.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Estrutura tarifária para o serviço de distribuição de energia elétrica**: audiência pública. Brasília, DF, 6 dez. 2010d. Nota Técnica nº 362/2010-SRE-SRD/ANEEL.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Nota Técnica nº 0025/2011-SRD-SRC-SRG-SCG-SEM-SRE-SPE/ANEEL**. Brasília, DF, 2011a. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2011/042/documento/nota_tecnica_0025_gd.pdf>. Acesso: 18 jan. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Resolução Normativa nº 435**: define a estrutura dos Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET, que consolida a regulamentação acerca dos processos tarifários. Brasília, DF, 24 maio 2011b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa nº 482/2012**. Brasília, DF, 2012a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa nº 517, de 11 de dezembro de 2012**. Brasília, DF, 2012c.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa nº 502, de 7 de agosto de 2012**. Brasília, DF, 2012d.
Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012502.pdf>>. Acesso: 18 abr. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Nota Técnica NT nº 17/2015 – SRD/ANEEL**. Brasília, DF, 13 abr. 2015a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Tarifas**: cálculo tarifário e metodologia: transmissão: tarifas de uso da transmissão. Brasília, DF, 2015b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Tarifas**: entendendo a tarifa: o que é a parcela B?. Brasília, DF, 2015c.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa nº 649**: aprovação do submódulo 6.8 dos procedimentos de regulação tarifária – PRORET. Brasília, DF, 27 fev. 2015d.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa nº 687**: altera a resolução normativa nº 482 de 17 de abril de 2012 e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Brasília, DF, 24 nov. 2015e.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Geração distribuída**: principais inovações. Brasília, DF, 2016a. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introducao-1/656827?inheritRedirect=false>. Acesso: 16 nov. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Matriz de energia elétrica**. Brasília, DF, 2016b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Geração Distribuída**: principais inovações. Brasília, DF, 2016c. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introducao-1/656827?inheritRedirect=false>. Acesso: 16 nov. 2016

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Entendendo a tarifa:** como é composta a tarifa. Brasília, DF, 2016d. Disponível em: <www.aneel.gov.br> Acesso: 13 set. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Micro e minigeração distribuída:** sistema de compensação de energia elétrica. 2.ed. Brasília, DF, 2016d. (Cadernos Temáticos da ANEEL).

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **ANEEL aprova tarifa branca, nova opção para os consumidores a partir de 2018.** Brasília, DF, 2017a. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/aneel-aprova-tarifa-branca-nova-opcao-para-os-consumidores-a-partir-de-2018/656877?inheritRedirect=false>. Acesso: 05 jan. 2017a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Tarifas:** tarifas consumidores: ranking das tarifas. Brasília, DF, 2017b

ANEEL (2017c). **Relatórios de consumo e receita de distribuição. consumidores, consumo, receita e tarifa média:** empresa, classe de consumo e nível de tensão. Brasília, DF, 2017c. Disponível em: <http://relatorios.aneel.gov.br/_layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSAMPCLasseConsNivel.xlsx&Source=http%3A%2F%2Frelatorios%2Eaneel%2Egov%2Ebr%2FRelatoriosSAS%2FForms%2FAIItems%2Easpx&DefaultItemOpen=1>. Acesso em: 01 jun. 2017.

ANGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Análise de impacto regulatório.** Brasília, DF, 2015a. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/regulacao+sanitaria/Assuntos+de+interesse/Analise+de+Impacto+Regulatorio/Assuntos+de+interesse/Analise+de+Impacto+Regulatorio>>. Acesso em: 02 dez. 2015.

ANGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Análise de impacto regulatório:** nível 1. Brasília, DF, 2015b. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: 02 dez. 2015.

ANGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Análise de impacto regulatório:** nível 2. Brasília, DF, 2015c. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: 02 dez. 2015.

ANGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Análise de impacto regulatório:** nível 3. Brasília, DF, 2015d. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: 02 dez. 2015.

ANGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Regulação em debate.** Brasília, DF, 2015e. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/Institucional/anvisa/pmr/entrevistas/entrevista_ed1.pdf Acesso em: 02 out. 2015.

BARBOSA FILHO, W. P.; AZEVEDO, A. C. S. de. Geração distribuída: vantagens e desvantagens. In: SIMPÓSIO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA AMAZÔNIA, 2., 2013, Belém. **Anais...** [S. l.; s. n.], 2013.

BRASIL. Casa civil. **Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA**: Decreto nº 5.025, de 30 de março de 2004. Brasília, DF, 2004.

BOCCUZZI, Cyro Vicente. A silenciosa mudança do modelo de negócios do setor elétrico mundial. In: FÓRUM LATINO AMERICANO DE SMART GRID, 7., 2014, São Paulo. **Anais eletrônicos...** [S. l.; s. n.], 2014. Disponível em: <<http://www.smartgrid.com.br/eventos/smartgrid2014/069.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2015.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia – MME. **Manual da tarifação de energia elétrica**. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia – MME. **Número de unidades residenciais com geração Distribuída quadruplica em 2015**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/numero-de-unidades-residenciais-com-geracao-distribuida-quadruplica-em-2015>. Acesso em: 11 maio 2017.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia – MME. **Programa luz para todos**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <https://www.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp>. Acesso em: 19 mar. 2015.

BRASIL. Planalto do Governo – Casa Civil. **Decreto nº7685 de 1º de março de 2012**: Acordo entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República Federal da Alemanha sobre cooperação no setor de energia com foco em energias renováveis e eficiência energética. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/D7685.htm>. Acesso em: 27 mar. 2017.

CASTRO, R.D.; JANNUZZI, G. M.; DRUMOND JÚNIOR, P. A importância das políticas públicas na difusão de fontes renováveis de energia. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIAS INTELIGENTES, 2016, Curitiba. **Anais...** Curitiba: [s. n.], 2016.

CALIXTO, Bruno. **A Aposta da Alemanha em Energia Solar**. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <<http://epoca.globo.com/ciencia-e-meio-ambiente/blog-do-planeta/noticia/2017/06/aposta-da-alemanha-em-energia-solar.html>>. Acesso: 19 set. 2017.

CABRAL, Isabelle de S.; TORRES, Adriana C.; SENNA, Pedro R. Energia solar: análise comparativa entre Brasil e Alemanha. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 4., 2013, Salvador. **Anais...** [S. l.: s. n.], 2013.

CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - PROCEL. **Simuladores: SINPHA**. Brasília, DF, 2017. Disponível: <<http://www.procelinfo.com.br/>>. Acesso: 17 maio 2017.

CRN-BIO CONSULTORIAS INTEGRADAS. **ANEEL aprova tarifa branca, nova opção para os consumidores a partir de 2018**. [S. l.], 2017. Disponível em: <<http://crnbio.com.br/aneel-aprova-tarifa-branca-nova-opcao-para-os-consumidores-a-partir-de-2018/>>. Acesso: 09 maio 2017.

DARBY, Sara. **Energy feedback in buildings – improving the infrastructure for demand reduction**. Building Research and Information. 36(5): 499–508. (2008). <http://dx.doi.org/10.1080/09613210802028428>.

EHRHARDT-MARTINEZ, K.; DONNELLY, K. A.; LAITNER, J.P. **Advanced metering initiatives and residential feedback programs: a meta-review for household electricity-saving opportunities**. Washington American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), 2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro, 2012. (Nota Técnica EPE).

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Análise Inserção da geração fotovoltaica distribuída no Brasil: condicionantes e impactos**. Rio de Janeiro, 2014. Nota Técnica nº 19/2014. (Série Recursos Energético).

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2016: ano base 2015**. Rio de Janeiro, 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Global market outlook for photovoltaics 2014 – 2018**. [S. l.]: European Photovoltaic Industry Association – EPIA, 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro, 2012. Nota Técnica.

FARUQUI, A.; SERGICI, S., Household response to dynamic pricing of electricity: a survey of 15 experiments. **Journal of Regulatory Economics**, Dordrecht, v.38, p. 193, 2010.

FARUQUI, Ahmad and PALMER, Jenny. **Dynamic pricing of electricity and its discontents**. [S. l.: s. n.], 2011.

FARUQUI, Ahmad; PALMER, Jenny. **The discovery of price responsiveness: a survey of experiments involving dynamic pricing of electricity**. [S. l.: s. n.], 2012.

FERRAZ, Clarice. **A experiência alemã na energia solar.**[S. l.]: GGN, 2012. Disponível em: <<http://jornalggn.com.br/blog/luisnassif/a-experiencia-alema-na-energia-solar>>. Acesso em: 28 jan. 2016.

FERREIRA, Omar Campos. Promotion of the use of solar energy for water heating in the residential sector. **Economy and Energy Periodical**, [S. l.], Ano 8, n. 47, p. 1, 2004.

FRANCISQUINI, Aislan Antônio. **Estimação de curvas de carga em pontos de consumo e em transformadores de distribuição.** 2006. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2006.

GOTTWALT, Sebastian; KETTER, Wolfgang; BLOCK, Carsten; COLLINS, John; WEINHARDT, Christof. Demandside management: a simulation of household behavior under variable prices. **Energy Policy**, Surrey, v. 39, p. 8163–8174, 2011.

KAMERSCHEN, David R.; PORTER, David V. The demand for residential, industrial and total electricity, 1973–1998. **Energy Economics**, Guildford, v. 26, n. 1, p. 87–100, 2004.

KONZEN, Gabriel. **Difusão de sistemas fotovoltaicos residenciais conectados à rede no Brasil: uma simulação via modelo Bass.** 2014. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2014.

LAMIN, Hugo. **Análise de Impacto regulatório da implantação de redes inteligentes no Brasil.** 2013. 322 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade de Brasília-UNB, Brasília, DF, 2013.

LIMA, Felipe R. de; CRUZ, Marcos V. Ramos da. **Análise de Impacto regulatório: direito de exploração de satélite brasileiro.**[S. l.: s. n.], 2014. Relatório de análise técnica da ANATEL,

LOUREIRO, Rodrigo Z. **Proposta de Portaria que aprova o processo para a elaboração e a revisão da regulamentação do setor de telecomunicações, e para a realização de análise de impacto regulatório.** Brasília, DF: ANATEL, 2015.

LUIZ, Cicéli. M. **Avaliação dos impactos da geração distribuída pra proteção do sistema elétrico.** 2012. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Minas Gerais -UFMG, Belo Horizonte, 2012.

MARTINS, Humberto F.; ANDRADE, Melissa. **Diagnóstico do processo de formulação e análise de políticas públicas em mercados regulados.** Brasília, DF: [s. n.], 2013.

- MENDONÇA, José Vicente S. **Direito regulatório**: impacto regulatório: um obscuro objeto de desejo. [S. l.]: Conjur, 2010.
- MIRANDA, Sílvia H. G.de; BARTHOLOMEU, Daniela B.; LIMA, Lilian Maluf de. A análise de impacto regulatório como novo instrumento de gestão pública no Brasil. In. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER, 47.,2009, Porto Alegre, **Anais...** [S. l.], 2009.
- NEVES, Livia. As pequenas sob lupa.**Revista Brasil Energia**,[S. l.], n.435, ano 35,p. 20, 2017.
- NEWSHAM, Guy R.; BOWKER, Brent G.The effect of utility time-varying pricing and load control strategies on residential summer peak electricity use: a review.**Energy Policy**, Surrey, v. 38,p. 3289–3296, 2010.
- OLIVEIRA, Rafael C. R. **Administração pública, concessões e terceiro setor**. 3.ed. rev., ampl. e atual. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método, 2015.
- PINA, André; SILVA, Carlos; FERRÃO, Paulo. The impact of demand side management strategies in the penetration of renewable electricity.**Energy**,[S. l.],v.41, p. 128-137, 2012.
- POLLIT, Michael;SHAORSHADZE, Irina.**The role of behavioural economics in energy and climate policy**.Cambridge: University of Cambridge, Electricity Policy Research Group, 2011.
- REIS, Vagner V.; VALVERDE, Anderson R.; MENDONÇA, Ricardo R. S. **Viabilidade econômica de um projeto de microgeração fotovoltaica residencial no ambiente de compensação de energia elétrica**. [S. l.]:Convibra, 2015.
- ROGERS, E.**The Diffusion of Innovations**.5. ed. New York: The Free Press, 2003.
- SAMANEZ, Carlos Patrício. **Engenharia Econômica**. [S. l.]: Pearson, 2009. 224p.
- SANTOS, Paulo Eduardo Steele. **Tarifa de energia elétrica**: estrutura tarifária.Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 146p.
- SANTOS, K.M.; SOUZA, A. N.; GASTADELLO, D. S.; RAMOS, C. C. O.; COSTA Junior, P. **Development of an algorithm to determine load curves from possession and consumption habits for consumers**: residential, commercial and industrial. [S. l.]: SBSE, 2012.
- SANTOS, Fernando. Junqueira. **Planejamento de redes de distribuição considerando geração distribuída**. 2013. 116 f.Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013.

SANTOS, Thays Aparecida de Abreu. **Determinação do perfil da curva de carga residencial com base em um sistema difuso.** 2016.66 f.Tese(Doutorado) –Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual de São Paulo, UNESP “Júlio de MesquitaFilho”, Ilha Solteira, 2016.

SCHLEICH, Joachim; KLOBASA, Marian.**Peak demand and time-of-use pricing in a field study of residential electricity demand in Germany.**Alemanha, 2013.

SOUZA, André Nunes; COSTA JUNIOR, Pedro da; OLIVEIRA, Renato de; ZAGO, Maria Goretti; PAPA, João Paulo; GASTADELLO, DaniloSinkiti.Algorithms for estimating load curves from standards of consumption habits.In: BRAZILIAN CONFERENCE ON DYNAMICS, CONTROL AND THEIR APPLICATIONS, 9.,2010, Serra Negra. **Proceedings...** [S. l.: s. n.], 2010.

SOUZA, Renan M. de. **Análise de Impacto Regulatório:** evolução e o cenário internacional no setor de telecomunicações: a experiência no Reino Unido.Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) - Instituto Nacional de Telecomunicações, Brasília, DF, 2011.

TORRITI, Jacopo. Price-based demand side management: Assessing the impacts of time-of-use tariffs on residential electricity demand and peak shifting in Northern Italy.**Energy**,[S. l.], v. 44, p. 576-583, 2012.

URSAIA, Guilherme Crippa. **A regulação da microgeração e minigeração de energia no Brasil.**[S. l.]: Ambiente Legal, 2016.Disponível em: <<http://www.ambientelegal.com.br/a-regulacao-da-microgeracao-e-minigeracao-de-energia-no-brasil/>>.Acessoem: 27 jan. 2016.

WALAWALKAR, Rahul; FERNANDS, Stephen; THAKUR, Netra; CHEVVA, KondaReddy.Evolution and current status of demand response (DR) in electricity markets: Insights from PJM and NYISO.**Energy**,[S. l.], v. 35, p. 1553–1560, 2010.