

EDUARDO GOMES SALGADO

MODELO DE REFERÊNCIA PARA O PROCESSO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ELETRÔNICOS EM EMPRESAS
DE BASE TECNOLÓGICA: ESTUDOS DE CASOS
MÚLTIPLOS COM DECISÃO MULTICRITERIAL

Documento apresentado à Faculdade de
Engenharia do Campus de Guaratinguetá,
Universidade Estadual Paulista, para a
obtenção do título de Doutor em Engenharia
Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Valério A. P. Salomon

Co-Orientador: Prof. Dr. Carlos H. P. Mello

Guaratinguetá

2011

S164
m

Salgado, Eduardo Gomes

Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos eletrônicos em empresas de base tecnológica: estudos de casos múltiplos com decisão multicriterial / Eduardo Gomes Salgado - Guaratinguetá : [s.n.], 2011.

183 f. : il.

Bibliografia: f. 148-174

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Valério Antonio Pamplona Salomon

Coorientador: Carlos Henrique Pereira Mello

1. Administração de produto 2. Indústria eletrônica I. Título

CDU 658.5

EDUARDO GOMES SALGADO

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA”

PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: GESTÃO E OTIMIZAÇÃO

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. Marcelo dos Santos Pereira
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. VALÉRIO ANTONIO PAMPLONA SALOMON
Orientador / Unesp-Feg


Prof. Dr. JORGE MUNIZ JUNIOR
Unesp - Feg


Prof. Dr. CARLOS EUDARDO SANCHES DA SILVA
UNIFEI


Prof. Dr. LUIS ALBERTO DUNCAN RANGEL
EEIMVR/UFF


Prof. Dr. OSVALDO LUIZ GONÇALVES QUELHAS
EE/UFF

Julho de 2011

DADOS CURRICULARES

EDUARDO GOMES SALGADO

NASCIMENTO	02.01.1982 – VARGINHA / MG
FILIAÇÃO	Aluizio Ramos Salgado Beatriz Sales Gomes Salgado
2001/2005	Curso de Graduação Engenharia de Produção Mecânica - Universidade Federal de Itajubá
2006/2008	Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, nível de Mestrado - Universidade Federal de Itajubá.
2008/2011	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Doutorado, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.

Dedico esse trabalho à Deus, aos meus pais Aluizio e Beatriz e ao meu irmão Junior, que me incentivaram durante toda minha vida e no meu doutoramento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à DEUS por estar ao meu lado durante toda a minha vida permitindo que esse sonho se tornasse possível. Sem Você eu jamais teria conseguido.

Papai Aluizio e Mamãe Beatriz, não tenho palavras para agradecer tudo o que vocês fizeram por mim, por todos os ensinamentos, todos os momentos e por cada segundo de amor intenso. Agradeço a Deus pela generosidade de me colocar na nossa família, e por ter como exemplo pessoas maravilhosas que possibilitaram que este sonho se tornasse realidade. Agradeço imensamente tudo o que fizeram e fazem por mim com muito amor, carinho, dedicação e confiança durante toda minha vida. Ao meu irmão Junior que sempre me orientou, apoiou e me direcionou na minha vida.

Meus agradecimentos especiais à toda minha família, em especial aos meus tios, primos, Camila e minha Avó Lina, pelos incentivos e, principalmente, pela confiança depositada em mim. Agradeço aos meus afilhados que com um sorriso, um beijo e um abraço me mostram o quanto gostam de mim.

Eu gostaria de agradecer imensamente aos meus dois orientadores, Valério e Carlos Henrique. Não quero agradecer só pela orientação direta na tese, mas por confiarem no meu trabalho, por me propiciarem essa oportunidade, por me apoiarem, por darem suporte em momentos difíceis e em momentos de "*n* decisões e *n* dúvidas" e, principalmente, por entender o meu jeito ansioso de ser. Muito obrigado por tudo e os ensinamentos que tive com vocês me permitiram várias "decisões" na minha vida e que eu desenvolvesse esse meu produto. Valério, é um orgulho ser efetivamente o seu primeiro orientado de doutorado!

Meu orientador de sempre, Carlos Eduardo, agradeço não só a amizade da sua família, mas agradeço enormemente todo o conhecimento ao longo desses anos junto com você, as dicas, a orientação, a paciência e o carinho.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Produção da FEG-UNESP por ajudarem na minha formação e crescimento. Os ensinamentos que tive com vocês me ajudarão por toda a minha vida. Em especial, agradeço ao Professor Fernando Marins, por abrir as portas da UNESP, ao professor Jorge Muniz pelas ricas

discussões e aos professores Fernando Branco, Messias e Maurício Delamaro pela oportunidade e pelas conversas. Não poderia deixar de agradecer a Margo pela paciência e por me ajudar sempre que precisei.

Agradeço as professoras da UNIFAL-MG Lira Celeste e Marília Caixeta por acreditarem no meu trabalho e por apoiarem o meu doutoramento.

Aos queridos Luiz Gonzaga e João Turrioni por todas as dicas, sugestões e oportunidades que vocês me deram.

Um muito obrigado aos meus amigos de doutorado “Robertão”, Helder Celani e Fabrício, por me mostrarem que mesmo nos momentos de pressão temos amigos nos quais podemos confiar e buscar forças.

Também sou muito grato a todos os meus colegas de doutorado pelas sugestões, críticas e pelo companheirismo durante esta importante fase de nossas vidas. Da mesma forma sou grato aos meus amigos pessoais, Pedro, Xandy, Dany, Jéferson, Juliano, Henrique, Cremilton, que também me incentivaram e entenderam meus momentos de ausência. Meus amigos de faculdade, agradeço todo o incentivo e por dividirem esse sonho comigo.

Meus agradecimentos às empresas de Santa Rita do Sapucaí e aos funcionários destas empresas que, com sua ajuda e disponibilidade, permitiram que este trabalho se concretizasse. Um agradecimento especial à Vanessa, Ricardo e Flávio que estiveram sempre dispostos a me ajudar no que fosse preciso.

Agradeço a CAPES e CNPQ pelo incentivo à pesquisa no nosso país, em especial no meu trabalho.

Este trabalho contou com apoio das seguintes entidades

- CAPES: Edital Pró-Engenharias, Processo PE 024/2008.
- UNIFAL/MG: Programa de afastamento parcial para capacitação docente.
- CNPq: Edital Universal, Processo 483583/2009-0.

“O tempo passa, os acontecimentos mudam,
os fatos se renovam, mas os momentos felizes que
passamos em nossas vidas ficam nos nossos
corações como forma de saudade”.

RESUMO

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) se torna cada vez mais crítico para a competitividade das empresas, devido à crescente internacionalização dos mercados, aumento da diversidade e variedade de produtos e a redução do ciclo de vida dos produtos. O presente trabalho tem como objetivo principal propor um modelo de referência adaptado para o PDP de empresas de base tecnológica (EBT) fabricantes de produtos eletrônicos. A pesquisa segue uma abordagem metodológica combinada, ou seja, qualitativa-quantitativa. Assim, empregou-se inicialmente uma abordagem qualitativa, com estudos de caso múltiplos, para a identificação das características do PDP na fabricação de produtos eletrônicos, seguida de uma abordagem quantitativa, com aplicação de um método de tomada de decisão multicriterial, para selecionar as macrofases, fases e atividades do modelo proposto para PDP. Finalmente, realizaram-se novos estudos de caso múltiplos para verificação da adequação do modelo proposto nas empresas estudadas. As macrofases desdobradas ao longo da pesquisa são estratégia organizacional, pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento, com destaque para a fase de estratégia organizacional. Os resultados da pesquisa apontam que o modelo proposto se mostrou adequado às EBTs fabricantes de eletrônicos de médio porte e que esse modelo propicia a essas empresas uma sistemática para o emprego de uma rotina mínima para o desenvolvimento de produtos de sucesso.

PALAVRAS-CHAVE: Processo de desenvolvimento de produtos, Empresa de base tecnológica, Indústria eletrônica, Decisão multicriterial.

ABSTRACT

The new product development (NPD) becomes increasingly critical to business competitiveness, due to growing international markets, diversity and variety of products and reduced product life cycle. The present work reports results from a research which had as main objective to propose a model to NPD for technology-based companies from the electronics industry. The research was conducted following a mixed methodological approach, or else, qualitative and quantitative. It was initially employed a qualitative approach, using multiple cases research, to identify features of the business, followed by a quantitative approach using a multicriteria decision making method to evaluate the macro-phases, phases and activities of the NPD proposed model. Finally, studies of multiple cases are carried out to verify the proposed model adequacy. The results analysis suggests that the proposed model may be considered convenient.

KEYWORDS: New Product Development, Technology-based companies, Electronics industry, Multicriteria decision making.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Representação do método da pesquisa.....	32
FIGURA 2 – Interação entre processos nas empresas	35
FIGURA 3 – Estratégias para o PDP	41
FIGURA 4 – Dimensões do PDP.....	41
FIGURA 5 – Fatores críticos de sucesso para PDP.....	45
FIGURA 6 – Estrutura da classificação	52
FIGURA 7 – Níveis de generalização do PDP.....	59
FIGURA 8 – Número de artigos publicados em periódicos científicos.....	70
FIGURA 9 – Estrutura hierárquica convencional de MCDM.....	71
FIGURA 10 – Estrutura hierárquica genérica para o problema das alternativas contribuírem para apenas um critério	72
FIGURA 11 – Modelo de PDP das EBT's estruturado na forma do AHP	84
FIGURA 12 – Prioridades de cada nó do modelo.....	89
FIGURA 13 – Modelo de referência para o PDP em EBT fabricante de eletrônicos.	93

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Modelos de desenvolvimento de produtos aplicados em diversas áreas.....	24
QUADRO 2 – Dimensões e tópicos do PDP	43
QUADRO 3 – Codificação para classificação dos trabalhos.....	53
QUADRO 4 – Apresentação dos trabalhos codificados por período de publicação ..	54
QUADRO 5 – Modelos de referência para o projeto e desenvolvimento de produtos .	60
QUADRO 6 – Métodos de tomada de decisão.....	69
QUADRO 7 – Características dos especialistas.....	86
QUADRO 8 – Modelo proposto específico adequado para EBTs eletrônicas de médio porte	119
QUADRO A1 – Infra-estrutura de apoio ao desenvolvimento de produto e tecnologia	124
QUADRO A2 – Planejamento estratégico de produto e tecnologia.....	126
QUADRO A3 – Gestão dos projetos de desenvolvimento	127
QUADRO A4 – Processo de desenvolvimento de tecnologias.....	129
QUADRO A5 – Processo desenvolvimento de produtos	131
QUADRO E1 – Quadro resumo das três empresas	146

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Matriz de decisão genérica	68
TABELA 2 – Escala fundamental	74
TABELA 3 – Julgamento do especialista da empresa C para as macrofases	86
TABELA 4 – Julgamento do especialista da empresa D para as macrofases	87
TABELA 5 – Julgamento do especialista da empresa E para as macrofases	87
TABELA 6 – Prioridades obtidas para as macrofases	87
TABELA 7 – Resultado geral da avaliação dos especialistas das EBTs	89
TABELA B1 – Importância das macrofases	133
TABELA B2 – Importância das fases na macrofase de Pré-Desenvolvimento	133
TABELA B3 – Importância das atividades na fase de planejamento estratégico....	133
TABELA B4 – Importância das atividades na fase de planejamento do produto....	133
TABELA B5 – Importância das fases na macrofase de Desenvolvimento.....	134
TABELA B6 – Importância das atividades na fase de projeto informacional.....	134
TABELA B7 – Importância das atividades na fase de projeto conceitual.....	134
TABELA B8 – Importância das atividades na fase de projeto detalhado.....	134
TABELA B9 – Importância das atividades na fase de preparação da produção	135
TABELA B10 – Importância das atividades na fase de lançamento do produto.....	135
TABELA B11 – Importância das fases na macrofases de Pós-Desenvolvimento ...	135
TABELA B12 – Importância das atividades na fase de acompanhar produto e processo	135
TABELA B13 – Importância das macrofases	136
TABELA B4 – Importância das fases na macrofase de Pré-Desenvolvimento	136
TABELA B15 – Importância das atividades na fase de planejamento estratégico..	136

TABELA B16 – Importância das atividades na fase de planejamento do produto..	136
TABELA B17 – Importância das fases na macrofase de Desenvolvimento.....	137
TABELA B18 – Importância das atividades na fase de projeto informacional.....	137
TABELA B19 – Importância das atividades na fase de projeto conceitual.....	137
TABELA B20 – Importância das atividades na fase de projeto detalhado.....	137
TABELA B21 – Importância das atividades na fase de preparação da produção ...	138
TABELA B22 – Importância das atividades na fase de lançamento do produto.....	138
TABELA B23 – Importância das fases na macrofases de Pós-Desenvolvimento ...	138
TABELA B24 – Importância das atividades na fase de acompanhar produto e processo.....	138
TABELA B25 – Importância das macrofases	139
TABELA B26 – Importância das fases na macrofase de Pré-Desenvolvimento	139
TABELA B27 – Importância das atividades na fase de planejamento estratégico..	139
TABELA B28 – Importância das atividades na fase de planejamento do produto..	139
TABELA B29 – Importância das fases na macrofase de Desenvolvimento.....	140
TABELA B30 – Importância das atividades na fase de projeto informacional.....	140
TABELA B31 – Importância das atividades na fase de projeto conceitual.....	140
TABELA B32 – Importância das atividades na fase de projeto detalhado.....	140
TABELA B33 – Importância das atividades na fase de preparação da produção ...	141
TABELA B34 – Importância das atividades na fase de lançamento do produto.....	141
TABELA B35 – Importância das fases na macrofases de Pós-Desenvolvimento ...	141
TABELA B36 – Importância das atividades na fase de acompanhar produto e processo.....	141
TABELA C1 – Resultado individual da avaliação dos especialistas.....	142

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Quadros comparativos	124
APÊNDICE B – Tabelas dos julgamentos	133
APÊNDICE C – Questionário de adequação do modelo	142
APÊNDICE D – Questionário de adequação do modelo	144
APÊNDICE E – Quadro resumo das três empresas	146

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Protocolo de pesquisa	175
---------------------------------------	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AIJ	<i>Aggregating Individual Judgments</i>
AIP	<i>Aggregation of Individual Priorities</i>
ANP	<i>Analytic Network Process</i>
ANPROTEC	Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores
APL	Arranjo Produtivo Local
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAPP	<i>Computer Aided Process Planning</i>
DFX	<i>Desing for “X”</i>
DOE	<i>Design of Experiments</i>
EBT	Empresa de Base Tecnológica
EV	<i>Earned Value</i>
FIEMG	Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais
FMEA	<i>Failure Modes and Effects Analysis</i>
FPGA	<i>Field Programmable Gate Array</i>
IPC	<i>Incomplete Pairwise Comparisons</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MCDM	<i>Multiple Criteria Decision Making</i>
PDM	<i>Product Development Management</i>
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
SRS	Santa Rita do Sapucaí
TRM	<i>Technology Roadmapping</i>
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
1.1 Considerações iniciais.....	19
1.2. Apresentação do tema.....	19
1.3. Objetivos.....	23
1.4. Justificativa e relevância da pesquisa	23
1.5. Estrutura do material escrito	25
2. MÉTODO DE PESQUISA	27
2.1. Considerações iniciais.....	27
2.2. Métodos combinados	27
2.3. Delineamentos de pesquisa combinada	28
2.4. Abordagem quantitativa.....	28
2.5. Abordagem qualitativa.....	29
2.6. Método de pesquisa adotado.....	31
3. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	35
3.1. Considerações iniciais.....	35
3.2. Desenvolvimento de produtos	35
3.2.1. Definição de processo	35
3.2.2 Processo de Desenvolvimento de Produtos	36
3.2.3 Dimensões do PDP	40
3.2.4 Modelos de desenvolvimento de produtos	48
3.3. Empresas de base tecnológica.....	63
3.3.1. Conceito de empresa de base tecnológica	63
3.3.2 Fatores que auxiliam ou inibem empresas de base tecnológica	64
4. DECISÃO MULTICRITERIAL.....	67
4.1. Considerações iniciais.....	67
4.2. Generalidades.....	67
4.3 <i>Analytic Hierarchy Process</i>	73
5. PESQUISA DE CAMPO	78
5.1 Considerações iniciais.....	78
5.2 Objeto de estudo	78
5.3 Diagnóstico	79
5.4 Aplicação do AHP	83
5.5 Modelo específico ajustado	92
5.5.1 Macrofase de estratégia organizacional.....	96
5.5.1.1 Gestão estratégica	96
5.5.1.2 Gestão de portfólio.....	97
5.5.2 Macrofase de pré-desenvolvimento	98
5.5.2.1 Conceituação do produto	98
5.5.2.2 Preparação do projeto	99
5.5.3 Macrofase de desenvolvimento	101
5.5.3.1 Projeto executivo	101

5.5.3.2 Teste e homologação	103
5.5.3.3 Produção e lançamento	104
5.5.4 Macrofase de pós-desenvolvimento	106
5.5.4.1 Acompanhamento	106
5.5.4.2 Descontinuação	107
6. ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO DO MODELO	109
6.1 Considerações gerais.....	109
6.2 Adequação do modelo	109
6.2.1 – Análise intracasos	110
6.2.1.1 Caso Empresa C.....	110
6.2.1.2 Caso Empresa D.....	111
6.2.1.3 Caso Empresa E.....	114
6.2.2 – Análise intercasos	116
6.3 Análise final da adequação do modelo	117
7. CONCLUSÕES.....	121
7.1 Considerações Gerais.....	121
7.2 Sugestões para trabalhos futuros	123
APÊNDICES	124
APÊNDICE A – Quadros comparativos do diagnóstico nas empresas de base tecnológicas (Ano de Referência: 2009).....	124
APÊNDICE B – Matrizes de comparações	133
APÊNDICE C – Resultado individual da avaliação dos especialistas das EBTs fabricantes de eletrônicos de médio porte	142
APÊNDICE D – Questionário de adequação do modelo	144
APÊNDICE E – Quadro resumo das três empresas	146
REFERÊNCIAS	148
ANEXO	175
ANEXO A – Protocolo de pesquisa para o diagnóstico do processo de desenvolvimento de produtos	175

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Esse capítulo apresenta os temas de desenvolvimento de produtos, empresas de base tecnológica, o problema de pesquisa para essa tese, bem como os objetivos gerais e específicos, a justificativa do trabalho e a estrutura que compõe esse trabalho.

1.2. Apresentação do tema

A importância do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) aumentou nos últimos anos. A busca pela inovação e pelo lançamento de novos produtos com aceitação pelo mercado é uma das preocupações de empresas de diversos setores econômicos. No setor industrial, notadamente em ramos como o aeronáutico, alimentício, automobilístico, eletrônico, farmacêutico, moveleiro, entre outros, o desempenho do PDP é importante para manter a empresa competitiva no mercado (TYAGI e SAWHNEY, 2010; BRENTANI, KLEINSCHMIDT e SALOMO, 2010).

Melhorar continuamente o desempenho do PDP é foco de várias pesquisas como as de Yeh, Pai e Yang (2008); Rundquist e Halila (2010); Chiang e Che (2010), Panizzolo, Biazzo e Garengo (2010); Park (2010). Assim, propostas de novos métodos, ferramentas, estratégias, técnicas, entre outras, são desenvolvidas e aplicadas na gestão do PDP com a finalidade de diminuir os custos, diminuir o tempo de desenvolvimento do produto, aperfeiçoar a qualidade, facilitar a manufatura etc.

A escolha das empresas de base tecnológica (EBT) justifica-se pelas pesquisas realizadas por Oliva *et al.* (2011), Jugend e Silva (2010), Todelo *et al.* (2008), Andries e Debackere (2006) e Van Auken (2001) que trazem que essas empresas têm no lançamento de produtos com tecnologia mais complexa um fator de competitividade no mercado, mesmo com o alto risco envolvido no desenvolvimento do produto e na criação desse tipo de empresa. Além disso, as EBTs de pequeno e médio porte, geralmente, atuam em mercados não ocupados pelas grandes empresas.

Para Jugend e Silva (2010), o estudo da gestão do processo de desenvolvimento de produtos (PDP) em EBTs de pequeno e médio porte ainda encontra-se em fase incipiente no Brasil.

Segundo a ANPROTEC (2002), um problema que grande parte dessas indústrias enfrenta é o fato de inovarem e desenvolverem seus produtos sem possuírem uma sistemática ou um modelo de referência adequado, principalmente no que tange ao PDP. Na maioria dos casos, as empresas utilizam modelos comuns a todo e qualquer processo de desenvolvimento, porém nem sempre estes estão adaptados ao seu modelo de negócio.

Segundo Jucá Junior (2005), o estudo de gestão de projetos nas EBTs visando o desenvolvimento de técnicas e teorias coerentes com as suas características, torna-se muito importante e de grande interesse para as comunidades que estudam esses temas e para as próprias EBTs que podem utilizar as informações geradas a partir de pesquisas focadas nessa área.

Scozzi, Garavelli e Crowston (2005) afirmam que os métodos e os modelos de PDP sozinhos não asseguram o sucesso no desenvolvimento do produto. Esses permitem suportar a criação das estratégias, do raciocínio, das introspecções e da comunicação. Isso acontece pelo fato do sucesso no desenvolvimento do produto depender de outros fatores como a capacidade do gerente do projeto, da infraestrutura da empresa e até mesmo pela correta aplicação dos métodos e modelos.

Com certo exagero, para a FIEMG (2007), o setor eletrônico é um dos mais importantes da realidade econômica atual. Sinônimo de tecnologia, permeia todos os setores industriais, fundamenta todos os serviços modernos, reestrutura a vida pessoal, profissional e familiar, sendo o principal difusor de inovações, da produtividade, de redução de custos e de preços, constituindo a base da chamada sociedade da informação.

Para March-Chorda, Gunasekaran e Lloria-Aramburo (2002), nas pequenas e médias empresas localizadas na Espanha, o setor de eletrônicos e os setores metalúrgicos, enfrentam uma rápida obsolescência tecnológica dos seus produtos, ficando atrás apenas do setor têxtil, que realiza mudanças de forma mais rápida nos seus produtos devido ao caráter sazonal e a forte dependência da moda, contudo a

indústria da moda não é baseada em produtos com alto grau de complexidade tecnológica.

A indústria de eletrônicos é baseada em mudanças tecnológicas, possui uma complexa cadeia de fornecimento que enfatiza a qualidade, os sistemas e a confiabilidade dos produtos. Os produtos possuem um ciclo de vida curto, devido à contínua exigência dos clientes ou pelo fato das indústrias oferecerem novos produtos criando novas necessidades nos clientes, sendo que a competição é baseada no tempo do lançamento. Assim, a direção foca seus esforços no desenvolvimento de novos produtos para manter e desenvolver sua posição no mercado (HUNT e JONES, 1998; YEUNG, CHENG e LAI, 2005, SHUNK *et al.*, 2007). Dessa forma, definir o lançamento dos produtos tem importância para garantir o retorno sobre o investimento, garantir o mercado e não provocar uma defasagem no fluxo de caixa.

Na pesquisa realizada por Hopkins, Nie e Hopkins (2004) foi selecionada a indústria de fabricantes de eletrônicos porque, comparada a outras indústrias de transformação, esse tipo de empresa é considerada como uma das que inova mais rapidamente, com o foco em entregar os produtos de alta qualidade. De fato a indústria de eletrônicos utiliza-se mudanças tecnológicas complexas para desenvolver novos produtos de alto valor agregado e de alta qualidade em virtude da forte competitividade do setor, provocando a necessidade de inovar constantemente.

Segundo Millward e Lewis (2005), Koufteros *et al.* (2005), Millward *et al.* (2006) e Mu, Peng e Tan (2007), as pequenas e médias empresas representam um elemento chave nas economias nacionais em torno do mundo. A maioria da literatura de PDP centra-se sobre as atividades de grandes empresas conhecidas ou dentro do contexto de economias bem desenvolvidas, porém a literatura dentro das pequenas e médias empresas localizadas em países em desenvolvimento é mais limitada.

Para Siu *et al.* (2006), muitas pesquisas sobre PDP foram conduzidas em grandes empresas e os resultados não se aplicam necessariamente no contexto das pequenas e médias empresas. Porém, Bommer e Jalajas (2004) concluíram que a inovação em pequenas e médias empresas excede as taxas das empresas maiores, e que algumas fontes para inovação também são diferentes entre elas.

Além disso, Millward e Lewis (2005) afirmam que gerenciar a cultura e os recursos operacionais dentro das pequenas e médias empresas é muito diferente daqueles que existem dentro das grandes companhias. Consequentemente, é importante avaliar os estágios críticos do desenvolvimento de produtos dentro do contexto das pequenas e médias empresas. Essa afirmação é confirmada por Toni e Nassimbeni (2003) quando comparam o processo inovativo de pequenas e médias empresas com o processo de grandes empresas: o processo é informal e menos estruturado, a gestão é limitada, a disponibilidade de recursos financeiros é menor, os trabalhadores são menos qualificados e a propensão para a interação com outras empresas é menor.

Conforme Song, Passey e Sun (2006), a introdução de um novo produto no mercado por empresas de pequeno e médio porte é arriscado e difícil. Há uma necessidade crescente de ter uma sistemática ou um método para avaliar as oportunidades do novo produto nas fases iniciais de desenvolvimento, porém com menos recursos. Para Toni e Nassimbeni (2003), a disponibilidade escassa dos recursos financeiros não é uma barreira para desenvolver novos produtos, isso porque a falta de recursos, o tamanho da empresa e os ciclos dos produtos encurtados são características de pequenas e médias empresas, mas a flexibilidade e a inovação permitem o crescimento (QUIAN e LI, 2003).

Em pesquisa realizada na Inglaterra com pequenas e médias empresas por Woodcock, Mosey e Wood (2000), constatou-se que essas empresas possuem um dilema na área de desenvolvimento de novos produtos.

A pesquisa realizada por O'Dwyer e Ledwith (2008) indica que as pequenas e médias empresas devem estar cientes da forte relação entre o desempenho do novo produto e o desempenho organizacional. As empresas que são boas em desenvolver novos produtos são as que têm os melhores resultados. Adicionalmente, a análise demonstra que as empresas que são boas em lançamento de produtos têm maior probabilidade de obter sucesso no novo produto; isto é importante para as pequenas e médias empresas.

Além disso, as pequenas e médias empresas precisam conhecer seus concorrentes, ou seja, orientação ao concorrente é ligada com o desempenho do novo

produto e com o desempenho organizacional. Em outras palavras, as pequenas e médias empresas precisam saber quando e porque os clientes compram dos concorrentes e também o que os atrai aos produtos do concorrente.

As seguintes questões serviram de motivação para a presente pesquisa:

- Qual a caracterização da gestão do PDP em EBTs fabricantes de eletrônicos de pequeno e médio porte?
- Quais conteúdos devem compor um Modelo de Referência para Gestão do PDP adaptado às características das EBTs fabricantes de eletrônicos de pequeno e médio porte, a fim de fazer frente aos desafios que o mercado impõe?

1.3. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é adaptar um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos de empresas de base tecnológica de pequeno e médio porte fabricantes de produtos eletrônicos.

Os objetivos específicos são identificar e examinar os modelos para o PDP existentes na literatura e analisar a viabilidade da adaptação de um modelo de referência; modelar o PDP de EBTs fabricantes de eletrônicos; identificar um método de tomada de decisão adequado para a priorização das etapas do modelo de referência proposto; e avaliar a adequação do modelo de referência proposto nas empresas.

1.4. Justificativa e relevância da pesquisa

A literatura pesquisada não identificou modelos de PDP para EBTs fabricantes de eletrônicos, apesar de identificar modelos de desenvolvimento de produtos aplicados em diversas áreas conforme o Quadro 1. Será feito o detalhamento desses modelos no item 3.2.4 do presente trabalho.

Quadro 1: Modelos de desenvolvimento de produtos aplicados em diversas áreas

Setor industrial	Autor
Produtos alimentícios	Fuller (1994); Rudolph (1995); Ottenbacher e Harrington (2007).
Produtos moveleiros	Hunt e Jones (1998).
Determinados setores de pequenas e médias empresas	Ledwith (2000); Toni e Nassimbeni (2003); Mendes (2008).
Prestação de serviço	Fabício (2002); Formoso, Tzortzopoulos e Liedtke (2002); Mello (2005); Faço (2006); Barros Neto e Nobre (2009).
Farmacêutica	Trim e Pam (2005); Prasnkar e Skerlj (2006); Paula e Ribeiro (2007).
Cerâmica	Gómez, Vidal e Alcamí (2004); Thier (2005).
Entre outros	Paula e Cheng (2005); Delgado Neto (2005); Macgregor <i>et al.</i> , (2006); Alvarenga (2006); Yeh, Pai e Yang (2008); Maluf Filho (2008); Marion e Simpson (2009).

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme Salgado *et al.* (2010), há uma lacuna na literatura relacionada ao modelo para desenvolvimento de produtos eletrônicos de base tecnológica de empresas de pequeno e médio porte. Dessa forma, a questão que sintetiza esse problema é: como pode ser melhorado o PDP para empresas de pequeno e médio porte fabricantes de eletrônicos de base tecnológica, de modo a promover a construção de uma visão integrada?

Assim, demonstram-se como constituintes da originalidade deste trabalho, os seguintes tópicos:

- Proposta de um modelo de referência para PDP de EBTs fabricantes de eletrônicos com a finalidade de dar suporte à gestão do PDP, sendo que no seu processo de constituição foram levadas em consideração as características de mercado específicas para esse setor.
- Utilização de um método de tomada de decisão para definir quais as macrofases, fases e atividades que fazem parte do modelo de PDP proposto nesta tese.

- Ao analisar as demandas de mercado que se verificam entre as características para o setor em questão, oferece-se, enquanto contribuição teórica, um referencial para os procedimentos pertinentes para o projeto de produtos.

O presente trabalho abrange, especificamente, a modelagem para empresas de pequeno e médio porte, de base tecnológica fabricantes de produtos eletrônicos. Para isso, investigaram-se junto às empresas as distinções empregadas nos PDPs, objetivando delimitar as características necessárias durante a aplicação deste processo na fabricação de eletrônicos.

1.5. Estrutura do material escrito

Este trabalho está estruturado em sete capítulos.

O presente capítulo (Introdução) expõe o trabalho realizado, o problema de pesquisa, os objetivos gerais e específicos e a justificativa do trabalho.

O Capítulo 2 (Método de Pesquisa) traz o detalhamento dos métodos de pesquisa adotados. São apresentadas as etapas para realização do trabalho que incluem a pesquisa conceitual e a pesquisa de campo.

O Capítulo 3 (Desenvolvimento de Produtos) demonstra as considerações da literatura pesquisada sobre a gestão do PDP. O capítulo introduz os conceitos sobre a gestão deste processo, para que se possa entender a aplicação deles nas pesquisas de campo e no Modelo de Referência. Além disso, o capítulo apresenta o conceito do PDP associado às EBTs e discorre sobre fatores que auxiliam ou inibem o surgimento, desenvolvimento, crescimento e expansão das EBTs.

O capítulo 4 (Decisão Multicriterial) traz as definições e os conceitos referentes a métodos de auxílio à decisão.

O Capítulo 5 (Pesquisa de Campo) apresenta o Modelo de Referência proposto para PDP em EBTs fabricantes de eletrônicos. O capítulo descreve a construção do modelo de referência, desde o diagnóstico inicial para identificação das características chave do setor, a seleção das macrofases, fases e atividades do modelo por meio do AHP e os estudos de casos múltiplos para verificação da adequação do modelo em EBTs fabricantes de eletrônicos.

O Capítulo 6 (Análise da Adequação do Modelo) apresenta a análise e a adequação do modelo por meio de estudos de casos múltiplos e das análises intracasos e intercasos.

O Capítulo 7 (Conclusões) expõe as considerações finais do trabalho e apresenta algumas propostas para trabalhos futuros. Na sequência deste último capítulo estão as referências bibliográficas

Completam essa tese os apêndices e anexo, que mostram o quadro comparativo com os resultados do diagnóstico do PDP nas EBTs fabricantes de eletrônicos, o resultado de comparações dos especialistas, os questionários auxiliares para a adequação do modelo e o roteiro utilizado para diagnosticar as empresas.

2. MÉTODO DE PESQUISA

2.1. Considerações iniciais

Esse capítulo traz a definição e classificação desta pesquisa. Para Forza (2002), na gestão de operações e em outras áreas relacionadas, onde pode-se incluir a Engenharia de Produção, uma pesquisa pode ser entendida como a resolução de um problema existente com a finalidade de ajustar o trabalho. Para Miguel (2007), é importante definir e selecionar de forma adequada o método de pesquisa do trabalho. Isto pode ser justificado pela busca da melhor abordagem para endereçar as questões da pesquisa. Assim, há a necessidade de embasamento científico adequado sobre o método de pesquisa a ser adotado.

2.2. Métodos combinados

A abordagem adotada para a pesquisa é a combinada que, de acordo com Creswell e Plano Clark (2007), envolve pressupostos filosóficos que direcionam a coleta e a análise dos dados e a combinação das abordagens qualitativa e quantitativa em um único estudo ou em uma série de estudos. A premissa dessa abordagem é que o uso combinado das abordagens qualitativa e quantitativa oferece um melhor entendimento dos problemas de pesquisa do que qualquer uma dessas abordagens isoladas.

Um desafio da abordagem combinada é o pesquisador especificar o propósito do uso da outra abordagem dentro do estudo dominante e a integração dos resultados. A combinação das abordagens qualitativa e quantitativa permite que a vantagem de uma amenize a desvantagem da outra. Dessa forma, a possibilidade de usar mais de um método e técnicas de coleta de dados disponíveis pode prover evidências mais abrangentes do que seria proporcionado pelas abordagens separadamente (MARTINS, 2010). Com a abordagem combinada a pesquisa na Engenharia de Produção poderá apresentar avanços. A combinação das abordagens quantitativa e qualitativa

proporciona um melhor entendimento sobre o assunto, onde se faz necessário apresentar o delineamento da pesquisa combinada selecionado para o presente trabalho.

2.3. Delineamentos de pesquisa combinada

O tipo de delineamento empregado foi o triangular. Considera-se que seja o tipo de delineamento mais comum e mais conhecido. O propósito desse delineamento é obter dados diferentes e complementares sobre um mesmo tópico para melhor entender e analisar criticamente o problema de pesquisa. A intenção ao utilizar este delineamento é juntar os diferentes pontos fortes e as fraquezas não justapostas dos métodos quantitativos (grande tamanho da amostra, tendências, generalização) com aqueles dos métodos qualitativos (pequena amostra, detalhes, profundidade) (CRESWELL e PLANO CLARK, 2007).

O delineamento triangular apresenta quatro tipos de variações, os chamados modelos de: convergência, transformação de dados, validação dos dados quantitativos e o multinível. Para essa pesquisa é utilizado o multinível que é usado para investigar diferentes níveis de análise. Nessa variação os diferentes métodos (quantitativo e qualitativo) são usados para fazer face a diferentes níveis dentro de um sistema. As descobertas de cada nível são combinadas em uma interpretação geral.

Para a parte qualitativa do modelo, foi adotado o método do estudo de caso e para a parte quantitativa foi adotada a modelagem matemática por meio do AHP. Os métodos de estudo de caso e de modelagem matemática são descritos nos tópicos 2.4 e 2.5.

2.4. Abordagem quantitativa

Para Martins (2010), os métodos de pesquisa mais apropriados para conduzir uma pesquisa quantitativa são: pesquisa de avaliação (*survey*); modelagem ou

simulação; experimento e quase-experimento. Para a parte quantitativa da presente pesquisa será utilizada a modelagem por meio do AHP.

A simulação, modelagem e a análise do sistema com a finalidade de melhoria de desempenho, tornaram-se cada vez mais importantes durante as últimas décadas. A simulação e a modelagem ajudam a visualizar, analisar, programar mudanças e aperfeiçoar processos de produção complexos usando programas de computador dentro de um tempo e investimento razoáveis (SANDANAYAKE *et al.*, 2008; SANDANAYAKE e ODUOZA, 2009). Segundo Chung (2004), a modelagem e simulação é o processo de criar e experimentar um sistema físico por meio de um modelo matemático computadorizado. Um sistema pode ser definido como um conjunto de componentes ou processos que se interagem e que recebem entradas e oferecem resultados para algum propósito.

Segundo Bertrand e Fransoo (2002), um modelo é sempre uma abstração da realidade, no sentido que a realidade completa não é incluída, mas consegue-se explicitar e estudar funções, com a finalidade de fazer o modelo para a análise matemática.

Para os métodos de tomada de decisão, a modelagem consiste, basicamente, da identificação dos critérios e das alternativas de decisão, da atribuição de valores de importância para os critérios e para o desempenho das alternativas e, finalmente, da síntese dos resultados (SALOMON, 2004). Assim, é possível considerar que a modelagem é o uso de técnicas matemáticas para descrever o funcionamento de um sistema ou de parte de um sistema produtivo.

2.5. Abordagem qualitativa

Para Martins (2010), os métodos de pesquisa mais apropriados para conduzir uma pesquisa qualitativa são: estudo de caso e pesquisa-ação. Durante a parte qualitativa da presente pesquisa, será utilizado o estudo de caso.

Para Voss, Tsiriktsis e Frohlich (2002), existem muitos desafios na condução de um estudo de caso: ele consome muito tempo, necessita de entrevistadores com habilidade e conhecimento, é necessário muito cuidado na generalização das

conclusões a partir de um limitado conjunto de casos e na garantia do rigor da pesquisa. Apesar disso, os resultados de um estudo de caso podem ter um forte impacto e levar a novas e criativas percepções e a se desenvolver novas teorias.

Segundo Yin (2005), a investigação de estudo de caso enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados e, como resultado, baseia-se em várias fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo; e, como outro resultado, beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados.

Para Eisenhardt (1989), as fases do estudo de caso são: definição da questão da pesquisa, seleção dos casos, criação do instrumento de pesquisa e protocolo, conduzir pesquisa de campo, análise dos dados, formatar a hipótese, comparar com a literatura, finalizar a pesquisa. Para Miguel (2007), a condução do estudo de caso segue a mesma linha da autora anterior, porém as macro etapas a serem utilizadas no estudo de caso são: definir uma estrutura conceitual teórica, planejar o(s) caso(s), conduzir teste piloto, coletar dados, analisar os dados e gerar o relatório. A decisão sobre um caso único ou casos múltiplos deve acontecer antes da coleta de dados. A utilização de múltiplos casos possui vantagens e desvantagens em comparação a um único caso.

A ideia de se trabalhar com estudo de casos múltiplos é que o caso único apresenta como uma das principais desvantagens o limite para a generalização das conclusões, modelos ou teorias desenvolvidos a partir do mesmo, o que não se adequaria ao objeto em estudo. Além de inserir o risco de um mau julgamento de um único evento e na facilidade de se exagerar com os dados disponíveis. Para Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002), os casos múltiplos podem reduzir a profundidade do estudo quando os recursos são escassos, mas pode aumentar a validade externa e auxiliar a imparcialidade dos observadores.

Essa afirmativa vai de encontro ao proposto por Yin (2001) que afirma que a utilização dos estudos de casos múltiplos possibilita um maior grau de generalização dos resultados, mas consume-se mais recursos, o que poderia prejudicar a profundidade do estudo do caso. Além disso, os resultados de múltiplos casos são considerados mais convincentes e o estudo é visto como sendo mais robusto. Para

Miguel (2007), a partir da seleção dos casos deve-se determinar os procedimentos e técnicas para coleta e análise de dados.

Para Yin (2001), com relação à questão do número de casos necessários para o estudo, não se deve empregar a lógica da amostragem, mas sim pensar nessa decisão como reflexo do número de replicações do caso, literais e teóricas, que o pesquisador gostaria de ter no seu estudo.

2.6. Método de pesquisa adotado

Para modelar o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) de empresas de base tecnológica (EBTs) fabricantes de eletrônicos de pequeno e médio porte adotou-se as etapas previstas na Figura 1.

Para atingir o objetivo do trabalho se faz necessário um levantamento dos modelos de PDP existentes na literatura e a identificação das necessidades das EBTs fabricantes de eletrônicos. Também é necessário um levantamento com relação às características das EBTs. Para tanto, utiliza-se um protocolo de pesquisa (Anexo A). O uso do protocolo possibilita ao pesquisador aumentar o conhecimento existente a respeito do tema e fornece conceitos para a construção do modelo adaptado.

Para Yin (2001) as táticas usadas no estudo de caso para os testes da qualidade da pesquisa são: validade do construto (utilizar múltiplas fontes de evidências e estabelecer um encadeamento de evidências); validade interna (fazer adequação ao padrão); validade externa (utilizar a lógica de replicação em estudos de casos múltiplos) e confiabilidade (utilizar o protocolo de pesquisa de estudo de caso e desenvolver um banco de dados para o estudo de caso).

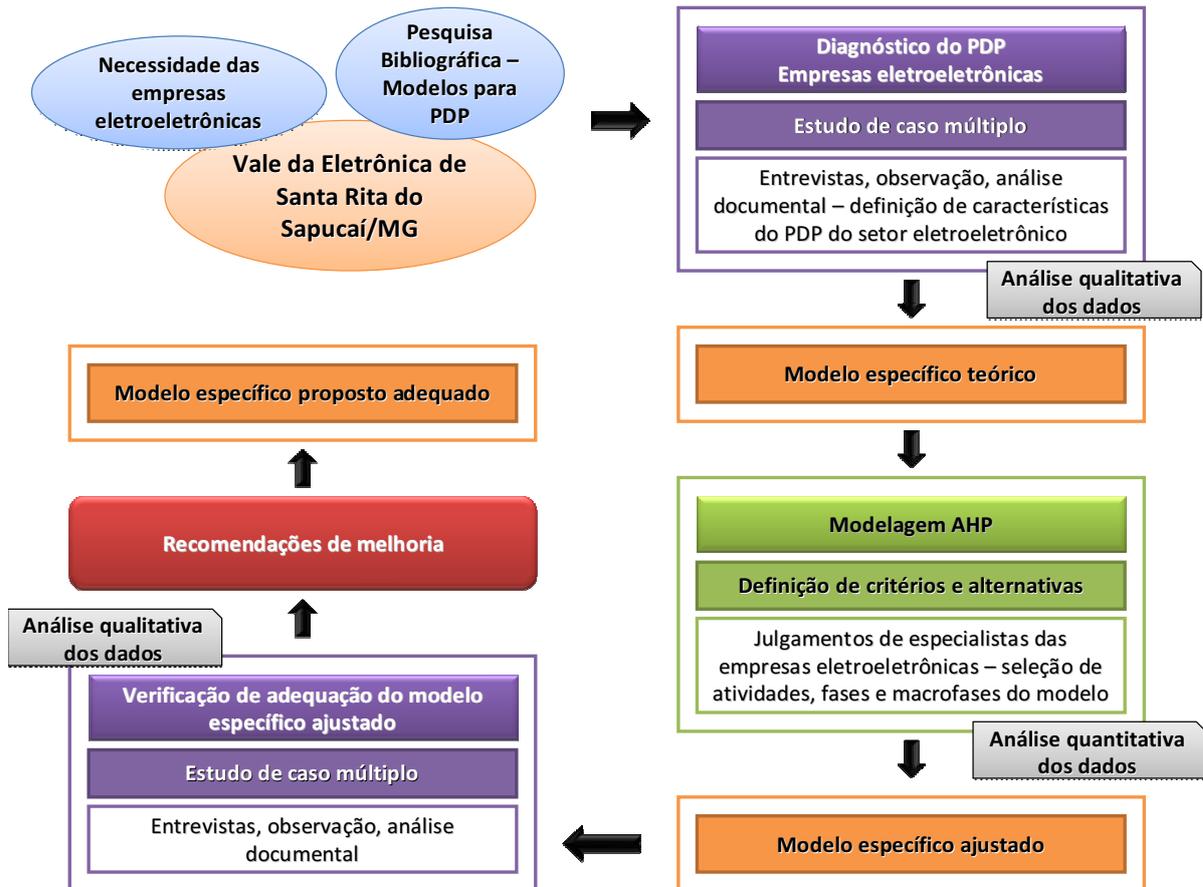


Figura 1 – Representação do método da pesquisa
 Fonte: Elaborado pelo autor

Antes de realizar o diagnóstico nas EBTs de pequeno e médio porte fabricantes de eletrônicos, o protocolo de pesquisa foi testado na incubadora de base tecnológica de Itajubá/MG (INCIT), para que esse fosse adequado para a realidade das empresas da região. O teste teve como objetivo diagnosticar dúvidas pertinentes ao questionário, tanto do entrevistador quanto do entrevistado, a fim de aperfeiçoá-lo. Dessa forma, foram incluídos itens apropriados à pesquisa em questão. Além disso, o teste foi importante para análises de tempo de duração das entrevistas.

Com o protocolo de pesquisa, obtêm-se o diagnóstico do PDP em EBTs fabricantes de eletrônicos. Este diagnóstico é obtido por meio de entrevistas, observações por parte do pesquisador e análise documental. Durante essa etapa, é desenvolvido um estudo de casos múltiplos. Essa multiplicidade de fontes de evidências é essencial para confiabilidade dos dados coletados, pois assim aumenta a validade da pesquisa, conforme Martins (2010).

O relatório gerado nos estudos de casos múltiplos é submetido aos entrevistados para análise e ajustes das respostas. Os resultados do diagnóstico permitem a comparação com os modelos genéricos de PDP escolhido para a adequação. Assim, obtêm-se o denominado modelo específico teórico. As justificativas para a escolha das empresas como unidades de análise são: desenvolver produtos eletrônicos, ser caracterizada como sendo de base tecnológica, ou seja, desenvolver sistematicamente tecnologia de alta complexidade e transferir para produtos, e ser de pequeno e médio porte.

Define-se tecnologia como um tipo específico de conhecimento (embora esse conhecimento possa ser um bem material como uma máquina, componente, sistema ou produto). A característica chave que distingue a tecnologia de outros conhecimentos é que ela é aplicada, focado no *know-how* da organização. A gestão da tecnologia envolve a identificação, seleção, aquisição, desenvolvimento, exploração e proteção da tecnologia (PHAAL, FARRUKH e PROBERT, 2004).

Considera-se empresa de pequeno e médio porte empresas que se enquadram nas seguintes características: faturamento médio anual variando entre maior que R\$ 2,4 milhões e menor ou igual a R\$ 16 milhões para empresas de pequeno porte e faturamento médio anual variando entre maior que R\$ 16 milhões e menor ou igual a R\$ 90 milhões para empresas de médio porte (BNDES, 2010). Além disso, alguns pesquisadores como Hoffmann e Schlosser (2001) e Kaminski, Oliveira e Lopes (2008) levam em consideração a quantidade de funcionários. Assim, os valores variam, respectivamente, para pequenas e médias empresas, de um a 10 e de 11 a 500.

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) é uma empresa pública federal, instrumento de financiamento de longo prazo para a realização de investimentos em todos os segmentos da economia, em uma política que inclui as dimensões social, regional e ambiental.

Para essa tese esses valores citados são considerados para seleção das empresas. Para as empresas que possuem um faturamento considerado de pequeno porte, mas com uma quantidade de funcionários considerado de médio porte prevalecerá a quantidade de funcionários. Para as empresas com faturamento abaixo da faixa de pequeno porte definido pelo BNDES, essa poderá ser considerada no máximo como

sendo de pequeno porte, independentemente do faturamento. Para as empresas que não declararem o faturamento levar-se-á em consideração o número de funcionários.

Após a realização do diagnóstico é necessário estruturar o modelo no formato do AHP. Essa estruturação pode ser facilitada com o uso do *software Comparison Core* em uma plataforma *web*. Essa etapa auxilia na priorização, com base no critério definido, de cada uma das macrofases, fases e atividades no PDP do modelo específico teórico. Nessa etapa da pesquisa, os dados são tratados de forma quantitativa devido à modelagem do PDP específico teórico com aplicação do AHP.

A utilização do AHP na construção do modelo adaptado serve para evitar que opiniões pessoais e especulações sejam consideradas como verdades, pois captura diversos pontos de vista dos especialistas em PDP em mais de uma organização e não apenas a perspectiva do pesquisador.

Após a realização da avaliação utilizando o AHP é possível desenvolver o modelo específico ajustado proposto para EBTs fabricantes de eletrônicos. Nessa etapa serão descritas as macrofases, fases e atividades do modelo proposto. A definição dos conteúdos de cada atividade leva em consideração os modelos genéricos e as atividades desenvolvidas nas empresas entrevistadas.

Por fim, é necessário a verificação de adequação do modelo em EBTs fabricantes de eletrônicos. Assim, são realizadas novas entrevistas, observações e análise da documentação para verificar quanto o modelo proposto está adequado para a realidade das empresas estudadas para, dessa forma, realizar ajustes e propor melhorias no modelo. Após essa atividade tem-se o modelo específico proposto adequado, objetivo final deste trabalho.

3. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

3.1. Considerações iniciais

Este capítulo apresenta uma discussão sobre o Processo de Desenvolvimento de Produtos e Empresas de Base Tecnológica. Essa discussão inclui uma análise e classificação dos modelos de processo de desenvolvimento de produtos bem como os fatores críticos de sucesso no processo de desenvolvimento de produtos (PDP) e a descrição das principais características de empresas de base tecnológica (EBTs).

3.2. Desenvolvimento de produtos

3.2.1. Definição de processo

Dentro da organização é possível encontrar vários processos, pois processos individuais raramente ocorrem de forma isolada. As saídas de um processo geralmente formam parte das entradas do processo subsequente, sendo assim, existe a interação entre os processos da empresa, conforme apresentado na Figura 2.

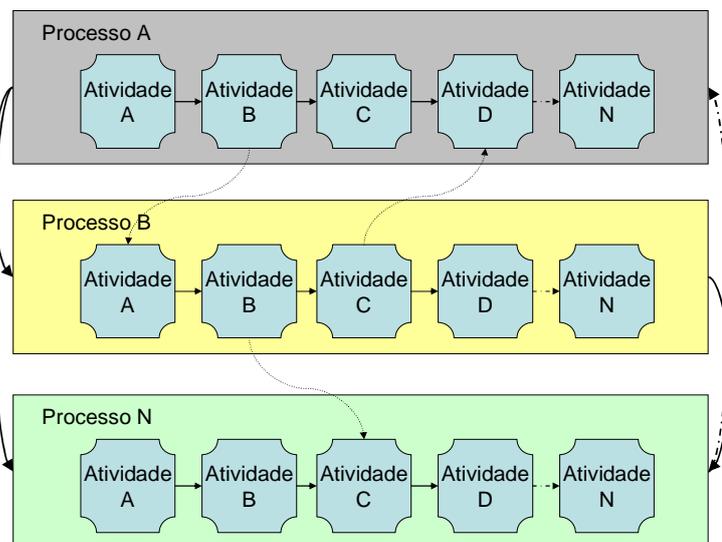


Figura 2 – Interação entre processos nas empresas
Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme Adair e Murray (1996), processo é definido como uma série de tarefas ou etapas que recebem insumos (materiais, informações, pessoas, máquinas, métodos) e geram produtos (produto físico, informação, serviço), usados para fins específicos por seu receptor. Os processos transpõem as fronteiras entre as diferentes funções. Na mesma linha de pensamento, Armistead e Machin (1997) afirmam que processos podem ser definidos como uma série de atividades relacionadas, cruzando seus limites funcionais com entradas e saídas.

Assim, pode-se definir processo como qualquer atividade que recebe uma entrada, realiza uma transformação agregando-lhe valor e gera uma saída para um cliente externo ou interno. Processos fazem uso dos recursos da organização para gerar resultados.

Dessa forma, a gestão por processos é definida como uma metodologia para contínua avaliação, análise e melhoria do desempenho dos processos-chave da organização, ou seja, os que mais impactam na satisfação dos clientes (MELLO *et al.*, 2002). Porém, a presente tese limita-se a definir um modelo para o processo de desenvolvimento de produtos.

3.2.2 Processo de Desenvolvimento de Produtos

Segundo Wheelright e Clark (1992), num ambiente competitivo e global, intenso e dinâmico, o desenvolvimento de novos produtos tornou-se um ponto de foco de competição. Empresas que conquistam mercados mais rápida e eficientemente, com produtos que atendem e excedem as expectativas dos clientes, criam uma significativa alavancagem competitiva. Em um ambiente competitivo, o bom desenvolvimento de produtos tornou-se um requisito para a sobrevivência e uma vantagem competitiva.

No presente trabalho, o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), refere-se aos passos, atividades, tarefas, estágios e decisões que envolvem o projeto de desenvolvimento de um novo produto/serviço ou a melhoria em um já existente, desde a ideia inicial até descontinuação do produto, com a finalidade de sistematizar esse processo. Esse processo identifica os desejos dos clientes que são traduzidos em especificações a serem desenvolvidas para gerar soluções técnicas e comerciais. Tudo

isso atrelado à estratégia, às restrições e às possibilidades operacionais da empresa e às necessidades dos clientes (BACK, 1983; VINCENT, 1989; CLARK e FUJIMOTO, 1991; ROSENTHAL, 1992; WHEELWRIGHT e CLARK, 1992; RAMPERSAD, 1995; COOPER e EDGETT, 1999; PETERS *et al.*, 1999; PAHL *et al.*, 2005; ROZENFELD *et al.*, 2006).

Na mesma linha de raciocínio podemos definir como um novo produto a criação de um produto totalmente diferente daqueles existentes no mercado ou a melhoria em um já existente. Podemos classificar as inovações em produtos como (ROZENFELD *et al.*, 2006):

- radical: há inovações significativas na tecnologia dos componentes básicos ou na combinação entre eles.
- modular: quando há inovação tecnológica grande, mas restrita, a um dos módulos, sem alterar a concepção geral do produto.
- incremental: quando não há mudanças significativas na tecnologia dos componentes e na sua combinação, havendo melhorias e otimizações nas soluções já existentes de projeto.
- arquitetural: inovação na forma de combinar os componentes, sem que haja evolução em sua tecnologia básica.

O PDP pode ser considerado um processo de difícil visualização devido à complexidade de sua gestão, à natureza dinâmica, à sua grande interação com as demais atividades da empresa e a quantidade de informações manipuladas durante um projeto de desenvolvimento. Desse modo, muitas empresas acabam perdendo oportunidades de melhoria e aprendizagem que facilitariam ou possibilitariam o aumento de capacitação e do desempenho do PDP devido à gestão inadequada das informações. Uma maneira de evitar falhas na gestão desse processo com constantes mudanças é a incorporação de lições aprendidas, melhorias contínuas e pela aplicação de modelos sistemáticos e estruturados para análises do PDP (SILVA, 2003).

Devido às rápidas mudanças tecnológicas, as empresas estão operando em diversos mercados que exigem uma inovação mais frequente, aumento da diversidade e variedade de produtos, ciclos de vida de produto mais curtos e um produto com alta qualidade e confiabilidade (NIJSSEN e FRAMBACH, 2000; ILORI, OKE e SANNI,

2000; MARCH-CHORDA, GUNASEKARAN e LLORIA-ARAMBURO, 2002; GONZÁLEZ e PALÁCIOS, 2002; MCIVOR e HUMPHREYS, 2004; KOUFTEROS *et al.*, 2005; XIN, YEUNG e CHENG, 2008; SALGADO *et al.*, 2009).

Assim, as pressões geradas pela competição têm levado as organizações a introduzir com mais rapidez os seus produtos no mercado, com menor custo e melhor qualidade (STALK e HOUT, 1990; BLACKBURN, 1991; WHEELWRIGHT e CLARK, 1992; BARNETT e CLARK, 1998; STALK, 1998; OGLIARI, 1999; SILVA, 2001; ROMANO, 2003). A competitividade está relacionada ao desenvolvimento de produtos, embora não determinada exclusivamente por esse processo (SILVA, 2001).

Segundo Nadia, Gregory e Vince (2006), nas companhias que projetam e produzem produtos complexos, especialmente produtos feitos sob encomenda, mudanças e modificações ocorrem frequentemente no projeto do produto enquanto o mesmo evolui. Muitas dessas mudanças são iniciadas formalmente pelo cliente com novas exigências, ou pela companhia com mudanças nas especificações ou na forma de manufaturar.

Empresas inseridas no contexto dinâmico atual têm buscado maneiras diferenciadas para realizar suas atividades e gerenciar seus processos. Com relação ao PDP, observa-se que as empresas estão adotando as práticas que permitem desempenhos superiores, resultados eficientes e a melhoria contínua do processo (SILVA, 2003).

Segundo Filippini, Salmaso e Tassarolo (2004), o desenvolvimento de novos produtos, rapidamente, transformou-se em uma prioridade em muitas organizações (onde incluem-se também as empresas fabricantes de produtos eletrônicos) que se apressam para comercializar tecnologias emergentes e para satisfazer as necessidades dos clientes.

Está claro que um processo de desenvolvimento de um novo produto é importante para que as empresas possam competir com sucesso no mercado global. Há um crescimento no número de empresas que estão investindo significativamente em iniciativas e recursos para desenvolverem melhores práticas e para avaliarem as

melhores práticas do PDP de empresas líderes do setor (LIM, SHARKEY e HEINRICHS, 2003).

A novidade no negócio e a inovação subsequente podem ser extremamente diferentes entre empresas. Algumas empresas podem introduzir os produtos ou serviços que são novos para mundo, enquanto outras podem apenas introduzir refinamentos dos produtos ou serviços existentes, ou produtos similares a preço mais baixo (SAEMUNDSSON e DAHLSTRAND, 2005).

O desenvolvimento de produtos representa uma alternativa para que as pequenas e médias empresas aproveitem suas ideias inovadoras e estejam, geralmente, em uma posição de destaque para identificar as oportunidades do novo produto, devido às suas relações de trabalho próximas com clientes, fornecedores e concorrentes. O desenvolvimento de novos produtos que envolvem inovações radicais traz grandes oportunidades às empresas nos termos do crescimento e da expansão em novos segmentos de mercado, além de possibilitar que a empresa fique em uma melhor posição competitiva (XIN, YENG e CHENG, 2008; DOOLEY e JOHNSON, 2001).

O desenvolvimento e a introdução de novos produtos fornecem uma plataforma para o sucesso financeiro de longo prazo, mas o PDP é um empreendimento complexo, arriscado e caro (MILLWARD *et al.*, 2006; CHANDRA e NEELANKAVIL, 2008). Enquanto as inovações radicais ajudam a manter o crescimento das vendas e o retorno das vendas (KOUFTEROS *et al.*, 2005), a rentabilidade relacionada com o retorno em bens, não apresenta melhora significativa (XIN, YENG e CHENG, 2008).

O desenvolvimento de um novo produto possui um risco muito alto devido a força da competição e às rápidas mudanças tecnológicas e de mercado, o que contribui para altas taxas de falha no projeto do produto (CHIN *et al.*, 2008).

Isso é justificado, pois o gerenciamento de um processo permite uma quantidade de dados históricos maiores do que a gestão de um projeto. Entretanto, a gestão de projetos, isso inclui o projeto de desenvolvimento de um novo produto, possui uma quantidade bem menor de fatos e dados, estando desta maneira exposta a vários riscos desconhecidos (ALENCAR e SCHMITZ, 2006).

3.2.3 Dimensões do PDP

Conforme Jun e Suh (2008), o PDP é complexo e não é organizado quando comparado com os processos de manufatura, porque possui características iterativas, evolucionárias, incertas e cooperativas. Com a finalidade de controlar de forma eficaz o PDP é necessário a descrição das atividades, dos estágios e a lógica do processo. Isso exige uma estrutura de modelagem que possa capturar as características específicas de cada empresa. Entretanto, as metodologias de modelagem precedentes são limitadas na representação das características.

Barclay (2002) e Mendes (2008), nas Figuras 3 e 4 respectivamente, apresentam as estratégias, atividades e um modelo das dimensões do PDP. Percebe-se que, segundo Barclay (2002), as dimensões do PDP abrangem tanto as atividades relacionadas às pessoas e processos, consideradas como sendo atividades leves (ou “*soft*”), como as atividades relacionadas às ferramentas, técnicas e métodos, consideradas como sendo atividades pesadas (ou “*hard*”). Dessa forma, todas essas atividades podem afetar o PDP e, conseqüentemente, podem auxiliar no sucesso ou não do novo produto.

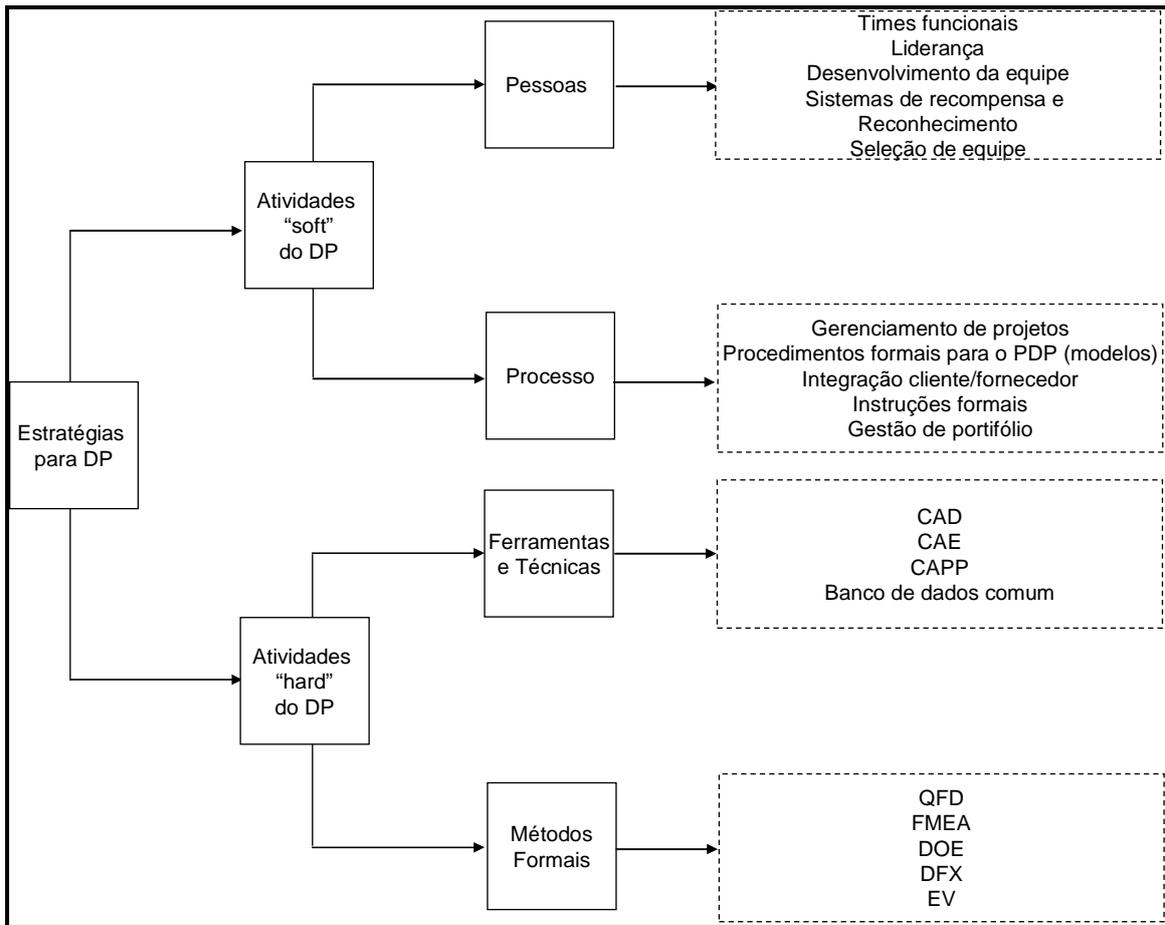


Figura 3: Estratégias para o PDP
 Fonte: Adaptado de Barclay (2002)

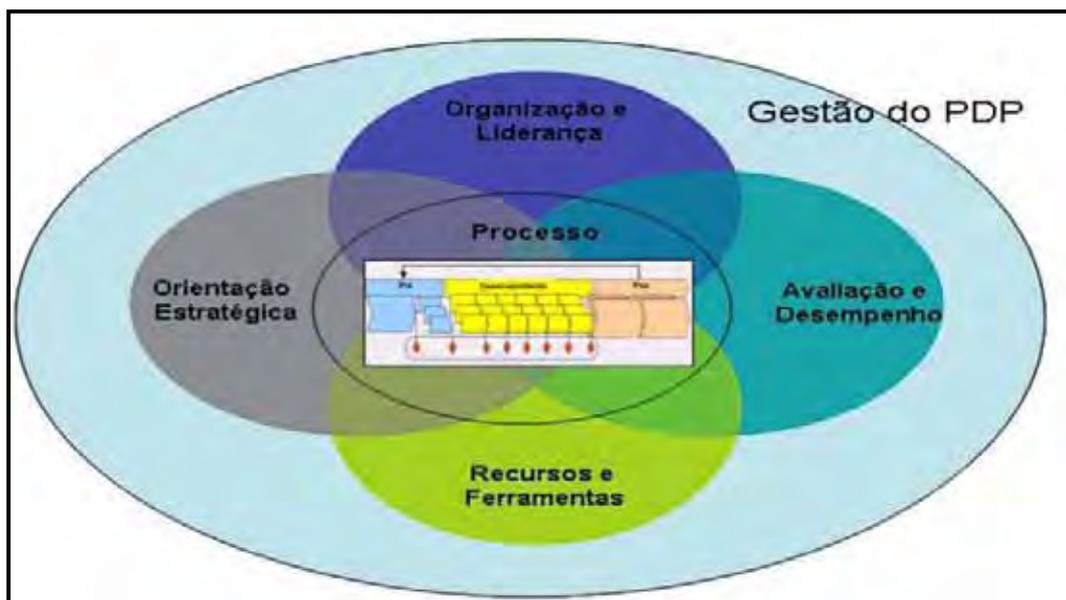


Figura 4: Dimensões do PDP
 Fonte: Mendes (2008)

Analisando as Figuras 3 e 4, observa-se na Figura 4 uma dimensão que não foi identificada anteriormente, que é a “avaliação e desempenho”. Essa dimensão é importante na gestão do PDP para que a empresa possa monitorar e controlar os seus projetos, além de fornecer informações futuras. As demais dimensões da Figura 4 podem ser comparadas e encontradas nas atividades da Figura 3.

Analogamente, Almeida e Miguel (2007) definem no Quadro 2 as dimensões e tópicos do PDP. Para Cooper e Kleinschmidt (1995), o desempenho do PDP depende das atividades especificadas do processo, do programa de PDP da organização, da estratégia de PDP, da cultura e clima organizacional, além do gerente de projetos. Partindo das informações do Quadro 2, podem-se encaixar alguns exemplos da literatura de pesquisas em PDP em relação às suas dimensões e tópicos.

Embora muitas empresas saibam da importância do PDP no desenvolvimento dos negócios de longo prazo, mesmo com esforços na direção da melhoria do PDP, a taxa de falhas dos novos produtos é elevada. Existem várias razões para essas elevadas taxas de falhas, sendo uma das mais significativas, a baixa utilização de modelos, ferramentas e técnicas para auxiliar o PDP (NIJSSEN e FRAMBACH, 2000; GONZÁLEZ e PALÁCIOS, 2002; RUNDQUIST e CHIBBA 2004; YEH, PAI e YANG, 2008; CHANDRA e NEELANKAVIL, 2008). Descobrir como ter sucesso no PDP ou identificar as causas do insucesso passou a ser objetivo de vários pesquisadores nos últimos anos.

Pelo fato dessas práticas representarem técnicas ou métodos que contribuíram (na prática das empresas) para o sucesso no desenvolvimento de produtos, muitas empresas e acadêmicos vêm conduzindo estudos para entender a relação entre ação e sucesso e como adaptar tais práticas a setores e organizações específicas (KAHN, BARCZAK e MOSS, 2006). Os temas desses estudos são os chamados fatores críticos de sucesso.

Quadro 2: Dimensões e tópicos do PDP

Estratégica	Organizacional	Alguns autores
<p>Captação de recursos financeiros; Gerenciamento de portfólio; Projetos plataforma; <i>Market intelligence</i>; <i>Technology Roadmapping</i>; Gestão do conhecimento.</p>	<p>Estrutura organizacional; Modelos de desenvolvimento de produtos; Políticas de desenvolvimento de competências; Desenvolvimento tecnológico; Integração da cadeia de fornecedores; Abordagens do PDP.</p>	<p>Estratégica: Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1999); McNally <i>et al.</i> (2009); Phaal, Farrukh e Probert (2004); Pitt e Macvaugh (2008); Miguel (2008); Killen, Hunt e Kleinschmidt (2008); Wang <i>et al.</i> (2009); Chiang e Che (2010); Lee e Wong (2010); Oliveira e Rozenfeld (2010). Organizacional: Page (1993); Formoso, Tzortzopoulos e Liedtke (2002); Prasnikaar e Skerlj (2006); Ottenbacher e Harrington (2007); Marlon e Simpson (2009); Koufteros <i>et al.</i> (2005); Millward <i>et al.</i> (2006); Mu, Peng e Tan (2007); Salgado <i>et al.</i> (2009), Rundquist e Halila (2010).</p>
Técnica	Planejamento	<p>Técnica: Mello <i>et al.</i> (2010); Segismundo e Miguel (2008); Braglia, Fantoni e Frosolini (2007); Caputo e Pelagagge (2008); Yeh, Pai e Yang (2008); Miguel (2007). Planejamento: Blau <i>et al.</i> (2000); Mahadevan <i>et al.</i> (2003); Voetsch (2004); Lyons e Skitmore (2004).</p>
<p>FMEA QFD DFX CAD CAPP CAE</p>	<p>Definição do escopo do projeto; Planejamento de recursos e custos; Definição das atividades e sua duração; Sequenciamento das atividades e definição de prazos; Identificação e análise de Riscos.</p>	

Fonte: Adaptado de Almeida e Miguel (2007)

Quadro 2: Dimensões e tópicos do PDP (continuação)

Controle	Operacional	Alguns autores
<p>Verificação e controle do escopo; Controle de custos; Controle da programação; Controle da qualidade; Gerenciamento da equipe do projeto; Monitoramento e controle dos riscos; Medição, análise e melhoria (ISO 9001:2008).</p>	<p>Execução do desenvolvimento: Aplicação das estratégias definidas, de acordo com o plano do projeto, fazendo uso de métodos específicos e ferramentas; ISO 9001:2008 – Requisito 7.3; SCRUM.</p>	<p>Controle: Loch, Stein e Terwiesch (1996); Freixo (2004); Rogers, Ghauri e Pawar (2005). Operacional: Owens (2007); Miguel (2008).</p>
Lições aprendidas		
Casos de sucesso e fracasso (registro)		

Fonte: Adaptado de Almeida e Miguel (2007)

Segundo Cheng e Shiu (2007), os fatores críticos de sucesso são identificados com a finalidade de reduzir o tempo do processo de desenvolvimento do produto, reduzir o custo de fabricação do produto, melhorar a personalização, ter uma vantagem em relação aos concorrentes que deve ser notada pelas empresas e pelos consumidores, estimular a coordenação integrada dos diferentes departamentos internos da empresa e a cooperação com redes externas, decidir o tempo certo de introdução do produto no mercado em relação aos concorrentes e, por fim, estudar as características de mercado, bem como as reações dos concorrentes para a introdução do produto no mercado, que, se forem menos agressivas, melhor será para a empresa.

Para Panne, Beers e Kleinknecht (2003), os fatores críticos de sucesso e insucesso listados por vários pesquisadores como sendo os mais fortes, são similares entre si. Os autores classificaram esses fatores em quatro áreas maiores, como apresentado na Figura 5.

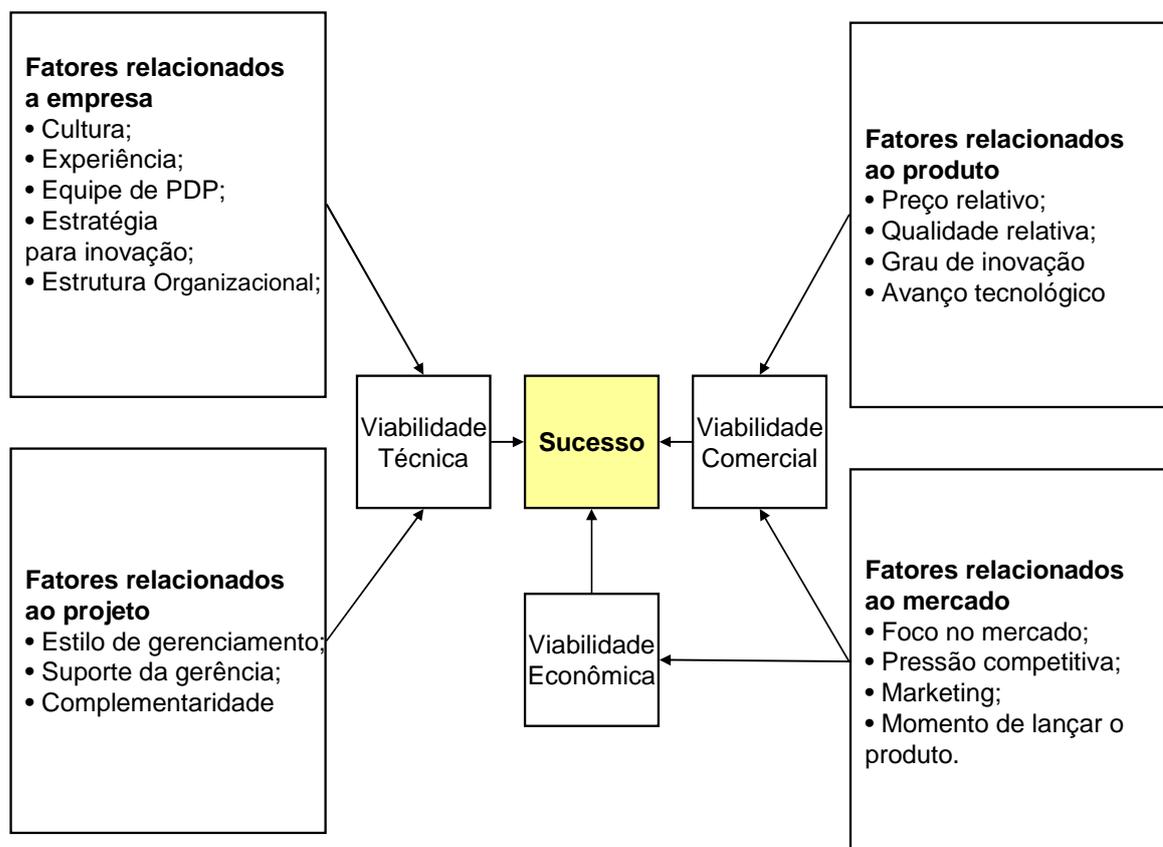


Figura 5 – Fatores críticos de sucesso para PDP
 Fonte: Adaptado de Panne, Beers e Kleinknecht (2003)

A proposta feita por Panne, Beers e Kleinknecht (2003) na Figura 5 é que o PDP sofre influência em diversos momentos pelos fatores relacionados à empresa, ao projeto, ao mercado e ao produto propriamente dito, sendo que esses fatores vão ao encontro das dimensões propostas por Barclay (2002), Almeida e Miguel (2007) e Mendes (2008). Percebe-se que para se ter sucesso no PDP o mesmo deve ser monitorado para garantir a viabilidade econômica, financeira e técnica. Uma das formas de se monitorar o PDP é por meio de modelos, técnicas e ferramentas.

Segundo Thia *et al.* (2005), a utilização e a execução eficaz dessas ferramentas, modelos e técnicas do PDP são elementos importantes no gerenciamento integrado do PDP. As numerosas ferramentas e técnicas foram desenvolvidas por vários anos para tornar o PDP mais gerenciável. O uso e a aplicação de ferramentas da qualidade e as técnicas (incluindo modelos de desenvolvimento de produtos), quando utilizados dentro de um método eficaz de resolução de problemas, são essenciais para melhorar o desempenho de alguns processos. Para o processo de desenvolvimento de produtos isso não é nenhuma exceção (SPRING *et al.*, 1998). Na pesquisa realizada por Chai e Xin (2006), os resultados revelaram que a aplicação das ferramentas de PDP é ainda pouco explorada na maioria das empresas em Singapura.

Em pesquisa realizada em Taiwan, Yeh, Pai e Yang (2008) afirmam que as ferramentas e as técnicas de PDP podem ser usadas por empresas para melhorar seu desempenho no desenvolvimento de novos produtos. Entretanto, muitas ferramentas e técnicas, potencialmente úteis, não são amplamente utilizadas pelas empresas. A pesquisa indica que as razões para esta situação são: (i) que as empresas não compreendem claramente em que etapas as ferramentas e técnicas determinadas para o PDP podem ser usadas apropriadamente e eficazmente; (ii) que as empresas não verificaram a eficácia de várias ferramentas, modelos e de técnicas do PDP; e (iii) que os coordenadores do PDP não conhecem determinadas ferramentas, modelos e técnicas.

No Brasil, os resultados demonstram que em EBTs que desenvolvem produtos para a área médico-hospitalares e de automação de controle de processos, devem contemplar ações que valorizem mais as atividades de pré-desenvolvimento, tais como a avaliação do potencial de mercado do novo produto, a compreensão efetiva das

necessidades do mercado e a sinergia do novo projeto do produto com outros projetos da empresa. O resultado também enfatiza a necessidade de melhorar a competência dos gerentes de projetos no que tange as habilidades gerenciais e o relacionamento interpessoal (TOLEDO *et al.* 2008).

Essa definição vai de encontro aos resultados de outras pesquisas, onde, para exemplificar, Dalglish, Jared e Swift (2000) e Appleton e Garside (2000), mencionam que existem muitas evidências que indicam que os produtos têm sido desenvolvidos com um excessivo número de peças e, invariavelmente, com custos acima do esperado gerados pela complexidade do processo de produção. Isso ocorre devido a falta de planejamento no desenvolvimento de produtos e falta de determinadas habilidades dos líderes do projeto.

Fazendo um comparativo entre as indústrias eletrônicas do Japão, Reino Unido e América do Norte, os projetos britânicos são executados, geralmente, mais rapidamente do que os projetos no Japão e na América do Norte, mas tem uma taxa de incidência mais elevada de problemas após o lançamento. Os prazos de execução dos japoneses são os maiores, além disso, são executados com uma baixa taxa de produtividade do desenvolvimento. Entretanto, o desempenho da fabricação era muito superior quando comparado com as companhias ocidentais.

Outro fato a ser destacado é que na média os envolvidos nos projetos nas indústrias japonesas possuem mais tempo de empresa e de experiência em indústria, valorizam a importância de diferentes mídias de informação e realizam reuniões com uma frequência maior quando comparado aos demais países da pesquisa. Isso torna evidente que a organização, utilização de métodos e ferramentas de PDP e o contexto nacional influenciam a prática do PDP e o desempenho do desenvolvimento dos novos produtos (OLIVER, DOSTALER e DEWBERRY, 2004). De fato, o sucesso no PDP depende de vários fatores e não apenas de fatores isolados, demonstrando que não se deve focar em fatores específicos.

Pode-se perceber que existem vários fatores para o sucesso ou insucesso no PDP, entretanto esses fatores devem ser contextualizados levando em consideração o país que está sendo desenvolvida a pesquisa e a existência da padronização ou de um modelo de desenvolvimento de produtos gerenciável.

3.2.4 Modelos de desenvolvimento de produtos

O sucesso da organização, frequentemente, depende do período e da consistência no lançamento dos novos produtos. A literatura de desenvolvimento de produtos contém várias prescrições para o desenvolvimento de produtos de alto desempenho (CLARK e FUJIMOTO, 1991; LOCH, STEIN e TERWIESCH, 1996; GRIFFIN, 1997; LEE, LEE e SONDER, 2000; GOMES *et al.*, 2003; TOLEDO *et al.*, 2008; PARK, 2010; LIU e TSAI, 2010). Um estudo de Stalk e Hout (1990) mostra que a velocidade de introdução de novos produtos está diretamente relacionada à posição de mercado, lucro e custos. Segundo Barnett e Clark (1998), os produtos têm uma vida útil limitada e precisam ser aperfeiçoados, desenvolvidos e inovados se a empresa deseja manter-se competitiva.

Para Smith e Marrow (1999), na década de 1990 houve uma maior atenção para a construção de modelos de processo de desenvolvimento de produtos. Compreender e modelar o processo é a primeira etapa importante na construção do modelo. O desenvolvimento de produtos é um processo complexo e os modelos serão úteis para auxiliar nas decisões gerenciais e aumentar a probabilidade de sucesso. Porém, essa afirmação ainda é válida, pois vários setores industriais, incluindo de empresas de base tecnológica fabricantes de eletrônicos, ainda não foram modelados e se faz necessário conhecer o PDP para depois modela-lo.

Segundo Vernadat (1996), modelos de referência são modelos parciais que podem ser usados como base para o desenvolvimento ou avaliação de modelos específicos. São chamados parciais por não atenderem ao processo existente em uma determinada realidade. Conforme Browning, Fricke e Negele (2006), um modelo é uma representação abstrata da realidade que é construída, verificada, analisada e manipulada para aumentar a compreensão dessa realidade. Os modelos podem residir na mente (modelos mentais) ou serem codificados.

Ainda buscando uma definição, segundo Barbalho e Rozenfeld (2004), modelos de referência devem agregar ideia de propósito, a fim de nivelar a visão de uma determinada realidade, pois para eles, um modelo nunca descreve completamente a realidade. É necessário também definir um usuário do modelo. Além disso, segundo

esses autores, o modelo deve ser uma representação externa e explícita, de forma que possa ser compartilhado entre diferentes pessoas.

De modo geral, ter um PDP bem estruturado pode resultar em: redução no *lead-time* de desenvolvimento, repetibilidade dos projetos de desenvolvimento, maior racionalização no uso das informações, maior facilidade para treinar novas pessoas no processo, reutilização de conhecimentos gerados em outros projetos, facilidade na orientação na pesquisa de campo e, conseqüentemente, aumento na taxa de sucesso do PDP. Estruturar o PDP significa dotar a empresa de um padrão a ser seguido pelos diferentes times de desenvolvimento no planejamento e realização dos projetos de desenvolvimento de produtos. Este padrão pode ser denominado também de modelo de referência, que descreve o PDP da empresa, estabelecendo uma linguagem comum a todos os envolvidos no desenvolvimento de produto (AMARAL e ROZENFELD, 2008).

Muitos autores buscam representar a realidade do desenvolvimento de produto por meio de modelos de referência. Os modelos auxiliam na concepção de uma visão única do PDP, descrevendo-o e servindo de referência para que empresas e seus profissionais possam desenvolver produtos segundo um padrão estabelecido. Os modelos referenciais podem ser elaborados para atender um determinado tipo de organização, um setor industrial ou um arranjo produtivo local em função do tipo de PDP (MENDES, 2008). Isso é confirmado por Schmidt, Sarangee e Montoya (2009), onde diferentes organizações têm números diferentes de estágios (fases), de atividades e de pontos da tomada de decisão no seu PDP.

Além disso, Bujis (2003) afirma que dependendo dos objetivos e metas da empresa deve-se escolher um modelo específico, uma versão específica do modelo ou um nível de detalhamento específico.

Para Engwall, Kling e Werr (2005), mesmo que seja uma forma simples, tais modelos de desenvolvimento de produtos consistem em um esboço das principais atividades durante o processo do desenvolvimento de produtos. Os modelos apresentam as melhores práticas do desenvolvimento de produtos. Para Pawar e Sharifi (2002), o PDP é visto tradicionalmente como uma sequência na qual o novo produto passa desde a sua concepção até o lançamento.

Como os modelos são interpretados pelos seus usuários e aplicados nas empresas, ocorrem diversas maneiras de usar um mesmo modelo. Diferentes usuários enfatizam diferentes características do modelo, e usam essas características das mais variadas formas. Dessa forma, a prática do desenvolvimento de produtos pode ser melhorada pela execução de novos modelos. Isso é comprovado pela pesquisa realizada por Zancul, Marx e Metzker (2006) em duas empresas automobilísticas. De fato, o que ocorre é que a literatura descreve modelos típicos e simplificados enquanto as empresas naturalmente fazem adaptações para adequar os modelos às suas necessidades.

Além disso, os esforços para melhorar os resultados do desenvolvimento de produtos variam dependendo da região no mundo, do mercado na qual a empresa atua e da forma de atuar nesses mercados (HONG e ROH, 2009). Ainda segundo esses autores, as empresas situadas nos países em desenvolvimento (Argentina, China e Turquia) utilizam-se das práticas de desenvolvimento de produtos de forma semelhante aos países desenvolvidos (Dinamarca, Itália, Hungria, Holanda e Suécia). Porém, pequenas empresas utilizam melhor as práticas do desenvolvimento de produtos, mas as grandes empresas fazem um uso maior de formalização e padronização, mas apenas isso não garante sucesso no PDP.

A literatura pesquisada (BACK, 1983; VINCENT, 1989; ROSENTHAL, 1992; WHEELWRIGHT & CLARK, 1992; COOPER & EDGETT, 1999; PAHL *et al.*, 2005; ROZENFELD *et al.*, 2006) expõe que cada autor interpreta o processo de desenvolvimento de produtos por uma diferente ótica. A maioria desses modelos é apresentada em etapas ou em estágios e, devido a essa generalização, podem variar substancialmente entre empresas e segmentos de mercado.

O modelo pode contribuir para facilitar a compreensão e a comunicação entre os coordenadores do projeto do produto, auxiliar nas decisões, quando necessário, e para auxiliar as funções da gestão do projeto, tais como o planejamento e a organização. No PDP é importante usar o modelo para descrever as características do processo, para facilitar o gerenciamento e a análise (JUN e SUH, 2008).

Vários autores identificam os benefícios de definir um modelo de PDP para as organizações e para o processo propriamente dito, mas Tzortzopoulos (2004) traz

também os benefícios para os clientes como melhor qualidade do produto, entrega no prazo e entrega no custo. Sendo assim, pode-se definir modelo de referência como sendo a união das melhores práticas recomendadas relacionadas a um determinado processo de desenvolvimento, sendo estas representadas de uma forma clara a qualquer usuário deste processo, trazendo benefícios para a organização, para o PDP e para os clientes.

Até o momento tem havido um maior enfoque das pesquisas acadêmicas em ressaltar o que é comum aos vários modelos de desenvolvimento de produtos e pouco enfoque vem sendo dado aos aspectos que os tornam diferentes e mais adequados a um ou outro tipo de negócio. Diante deste cenário identifica-se uma tendência em realizar pesquisas focando modelos de desenvolvimento de produtos para determinados setores industriais (SALGADO *et al.*, 2010). Com o intuito de verificar os setores industriais não modelados foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre modelos de desenvolvimento de produtos.

As publicações de interesse foram localizadas por meio de consultas nas bases de dados dos periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). A utilização dessa base de dados é justificada pela sua grande abrangência e facilidade de acesso para a maioria dos pesquisadores no Brasil. Inicialmente, é importante destacar que para identificar, localizar e adquirir as publicações de interesse foram consultadas as seguintes bases de dados, disponíveis no portal periódicos da CAPES: *Emerald*, *ProQuest*, *SciELO*, *Science Direct*, *Springer* e *Wilson*. Ainda no mesmo portal, foi realizada uma busca no banco de teses e dissertações. Analogamente, foi realizada uma busca no Google acadêmico com a finalidade de encontrar os artigos referentes a congressos nacionais e livros correlatos. A busca foi realizada entre os meses de agosto e setembro de 2009.

Para realizar os fichamentos dos trabalhos, utilizou-se uma adaptação das tabelas usadas nos levantamentos de Carnevalli e Miguel (2007), Godinho Filho e Fernandes (2004), Godinho Filho e Fernandes (2003), Miguel (2007b) e Godinho Filho, Fernandes e Lima (2009) seguindo a estrutura da Figura 6. Assim, a classificação dos artigos foi codificada conforme apresentado no Quadro 3. No Quadro 4 é apresentado um detalhamento dos 35 modelos estudados, codificados conforme o Quadro 3.

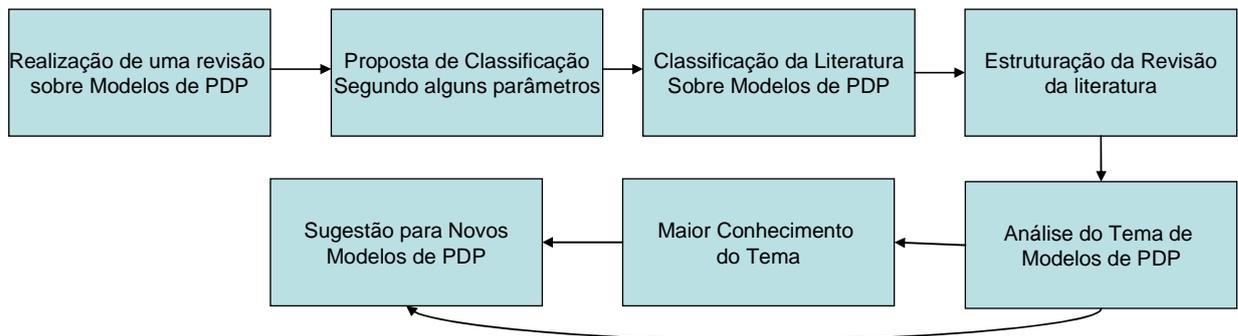


Figura 6: Estrutura da classificação
 Fonte: adaptado de Godinho Filho e Fernandes (2003)

Os trabalhos foram classificados com relação ao tipo de estudo (modelagem, teórico-conceitual, revisão da literatura, simulação, *survey*, estudo de caso, pesquisa-ação e experimentação). Com relação à abordagem, os trabalhos também foram classificados em quantitativo e qualitativo. Foi verificada a abrangência do modelo (regional, nacional ou internacional); qual a unidade de análise (pessoas, grupos, unidade organizacional ou empresas); a forma predominante na coleta de dados (questionário, entrevistas; análise documental, dados públicos, dados da imprensa ou bibliográfico), período analisado (retrospectiva, atual ou longitudinal). Foram verificados ainda os benefícios tangíveis e intangíveis, filiação dos autores (centro de pesquisa, universidade, ou empresa) e o tipo de documento (artigo internacional, artigo nacional, artigo de congresso, dissertação, tese ou livro).

Inicialmente buscou-se nos periódicos pelos seguintes termos: “*new product development process*” e “*models*” em todo o texto. Posteriormente, buscou-se pelos termos “*product development process*” e “*models*”, “*product development process modelling*” e finalizou-se com “*models of product development*”. Os mesmos termos, em português, foram utilizados para a busca na base de teses e dissertações. O período pesquisado foi a partir de 1995.

Quadro 3 - Codificação para classificação dos trabalhos

Identificação	Codificação	Identificação	Codificação
T1	Tipo de estudo	T8	Documentação
A	Modelagem	1	Questionário
B	Teórico-conceitual	2	Entrevistas
C	Revisão de literature	3	Análise documental
D	Simulação	4	Dados públicos
E	<i>Survey</i>	5	Dados da imprensa
F	Estudo de caso	6	Bibliográfico
G	Pesquisa-ação	T9	Benefícios tangíveis
H	Experimental	B1	Melhorar a confiabilidade
T2	Filiação	B2	Reduzir alterações no projeto
UM	Universidade	B3	Reduzir o tempo
CP	Centro de pesquisa	B4	Reduzir os custos
EP	Empresa	B5	Outros benefícios tangíveis referentes à melhoria do projeto
T3	Apoio financeiro	B6	Benefícios tangíveis fora do projeto
AF	Apoio financeiro	B15	Identificar/ressaltar particularidades do modelo de DP
NAF	Sem identificação de apoio financeiro	B16	Estender a aplicabilidade do modelo de DP
T4	Período de análise	T10	Benefícios intangíveis
LO	Longitudinal	B7	Método flexível
RET	Retrospectivo	B8	Melhoria da comunicação
AT	Atual	B9	Ajudar na análise dos dados e na tomada de decisão racional
T5	Abordagem	B10	Trabalho em equipe
a	Quantitativo	B11	Melhorar o <i>knowhow</i> e a sua conservação
b	Qualitativo	B12	Integração de ferramentas e métodos
T6	Abrangência geográfica	B13	Outros benefícios intangíveis referentes à melhoria do projeto
RE	Regional	B14	Benefícios intangíveis fora do projeto
NA	Nacional	T11	Caracterização dos modelos
IN	Internacional	DP	Densenvolvimento de produtos
T7	Unidade de análise	GDP	Gestão do DP
PE	Pessoas	Misto	DP + GDP
GR	Grupos	T12	Tipo de documento
O	Unidades organizacionais	DIS	Dissertação
EMP	Empresas	TES	Tese
		ARN	Artigo de revista nacional
		ARI	Artigo de revista internacional
		ACO	Artigo de congresso
		LIV	Livro

Fonte: Salgado *et al.* (2010)

Quadro 4: Apresentação dos trabalhos codificados por período de publicação

Autor(es)	Área de aplicação	Classificação											
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Fuller (1994)	Produtos alimentícios	B	EP	NAF	RET	b	IN	O	6	B6	B11	DP	LIV
Rudolph (1995)	Produtos alimentícios	B	UN	NAF	AT	b	IN	EMP	6	B15	B9	Misto	ARI
Hunt e Jones (1998)	Produtos eletrônicos e de tecnologia de informação	B	UN	NAF	AT	b	IN	EMP	6	B5	B9	Misto	ARI
Ledwith (2000)	Produtos para pequenas empresas eletrônicas	A	UN	NAF	AT	b	RE	EMP	1	B6	B14	DP	ARI
Bumgardner, Bush e West (2001)	Produtos moveleiros	E	UN	AF	AT	b	RE	EMP	1	B5	B11	DP	ARI
Nwabueze e Law (2001)	Produtos para cervejaria	F	UN	NAF	AT	b	RE	EMP	2	B15	B11	Misto	ARI
Fabício (2002)	Novos empreendimentos na construção civil	F	UN	AF	RET	b	NA	EMP	2	B16	B12	GDP	TES
Formoso, Tzortzopoulos e Liedtke (2002)	Construção para casas e comércio	G	UN	AF	AT	b	RE	EMP	2	B1	B11	DP	ARI
Romano (2003)	Máquinas agrícolas	C	UN	NAF	RET	b	NA	O	6	B15	B11	DP	TES

Fonte: Salgado *et al.* (2010)

Quadro 4: Apresentação dos trabalhos codificados por anos de publicação (continuação)

Autor(es)	Área de aplicação	Classificação											
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Toni e Nassimbeni (2003)	Óculos para pequenas e médias empresas	C	UN	NAF	AT	b	NA	PE	3	B16	B12	DP	DIS
Montemezzo (2003)	Produtos da moda	F	UN	AF	AT	b	NA	EMP	2	B16	B12	DP	TES
Bujis (2003)	Produtos inovativos	F	UN	NAF	AT	b	RE	EMP	2	B15	B12	Misto	ARI
Gómez, Vidal e Alcamí (2004)	Produtos para empresas espanholas do setor cerâmico	F	UN	NAF	AT	b	RE	EMP	2	B16	B12	GDP	ARI
Thier (2005)	Produtos para indústria de cerâmica vermelha	G	UN	AF	AT	b	NA	EMP	1	B16	B12	DP	DIS
Zancul e Rozenfeld (2005)	Produtos populares	F	UN	NAF	AT	b	RE	GR	2	B16	B12	DP	ACO
Paula e Cheng (2005)	Produtos para empresas de base tecnológica	F	UN	AF	AT	b	RE	EMP	2	B5	B12	GDP	TES
Trim e Pam (2005)	Produtos farmacêuticos	G	UN	NAF	LO	b	RE	O	1	B5	B12	Misto	TES
Delgado Neto (2005)	Jogos e brinquedos infantis	C	UN	NAF	AT	b	RE		6		B12	GDP	ACO
Mello (2005)	Serviço	F	UN	AF	AT	b	RE	EMP	2	B5	B12	GDP	TES

Fonte: Salgado *et al.* (2010)

Quadro 4: Apresentação dos trabalhos codificados por anos de publicação (continuação)

Autor(es)	Área de aplicação	Classificação											
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Barbalho (2006)	Produtos mecatrônicos	G	UN	NAF	LO	b	RE	O	1	B5	B12	Misto	TES
Alvarenga (2006)	Produtos inclusivos	F	UN	AF	AT	b	RE	PE	1	B4	B14	Misto	TES
Facó (2006)	Novos produtos em bancos	F	UN	AF	AT	b	NA	O	2	B6	B14	GDP	DIS
Rozenfeld <i>et al.</i> (2006)	Bens de capital	C	UN	NAF	AT	b	NA		6		B12	GDP	LIV
MacGregor <i>et al.</i> (2006)	Produtos para centros de pesquisa tecnológica	F	CP	NAF	LO	b	RE	EMP	6	B3	B12	GDP	ARI
Prasnikar e Skerlj (2006)	Produtos para empresas farmacêuticas	F	UN	NAF	RET	b	IN	EMP	1	B6	B9	GDP	ARI
Paula e Ribeiro (2007)	Produtos farmacêuticos	F	UN	AF	AT	b	NA	EMP	2	B6	B12	GDP	ARI
Ottenbacher e Harrington (2007)	Produtos alimentícios	F	UN	NAF	AT	b	NA	EMP	2	B6	B14	GDP	ARI

Fonte: Salgado *et al.* (2010)

Quadro 4: Apresentação dos trabalhos codificados por anos de publicação (continuação)

Autor(es)	Área de aplicação	Classificação											
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Yeh, Pai e Yang (2008)	Produtos para empresas de alta tecnologia	F	UN	NAF	AT	b	NA	O	1	B5	B12	GDP	ARI
Mendes (2008)	Produtos para EBT, MPE de automação de controle de processos e de equipamentos médico-hospitalares	F	UN	NAF	AT	b	RE	O	1	B6	B12	GDP	TES
Maluf Filho (2008)	Pneus automobilísticos	A	UN	NAF	AT	b	NA			B1	B12	GDP	Tes
Colenci Neto (2008)	Software	G	UN	NAF	AT	b	RE	O	1	B5	B12	GDP	Tes
Miller e Clarke (2008)	Aeronaves	F	UN	NAF	AT	b	RE	O		B1	B7	GDP	ARI
Marion e Simpson (2009)	Produtos para empresas nascentes	G	UN	NAF	AT	b	RE	O		B5	B7	GDP	ARI
Neto e Nobre (2009)	Produtos imobiliários	G	UN	NAF	AT	b	RE	O	2	B5	B12	GDP	ARN
Suarez <i>et al.</i> (2009)	Produtos decorativos	G	UN	NAF	AT	b	RE	O	2	B5	B14	Misto	ARN

Fonte: Salgado *et al.* (2010)

Dessa forma, a tendência será realizar modelos mais específicos, ou seja, modelos de PDP para setores específicos da economia, ou até mesmo lacunas entre os modelos. Outro fator importante é que os modelos de processo de desenvolvimento de produtos se confundem com os projetos, pois a maioria dos modelos são representados como se no universo temporal tivesse um início e um fim bem definidos.

Segundo Salgado *et al.* (2010), verificando setores considerados estratégicos por vários países, como o biotecnológico e o naval, não foram encontrados relatos de modelos de gestão do PDP. Para os países como o Brasil, que estão investindo em processos de extração do petróleo em águas profundas, seria interessante a preocupação com o desenvolvimento de um modelo para gerenciar o PDP desse setor. Além disso, devido ao crescimento do número de APL's em todo o país seria importante o desenvolvimento de modelos de PDP específicos para cada APL ou ainda para Empresas de Base Tecnológica (EBT) de setores específicos.

Vale ressaltar que os modelos possuem diferentes níveis de detalhamento, de acordo com a necessidade da empresa, setor ou ramo em que empresa atua. Porém, muitas fases são encontradas em vários modelos, mas com denominações diferentes. Isso pode ser justificado verificando a Figura 7 que evidencia o nível de generalização do PDP, sendo que cada empresa poderá definir o modelo bem como as macrofases, fases e atividades que melhor se adéquem às suas práticas.

Com a revisão da literatura em modelos de desenvolvimento de produtos, percebeu-se que a seleção para a adequação de um modelo específico para uma empresa ou ramo de indústria é feito apenas sob a ótica do pesquisador, utilizando como justificativas convencionais o fato do modelo ser mais o citado na literatura, ser o mais recente ou, até mesmo, a proximidade entre os setores industriais.

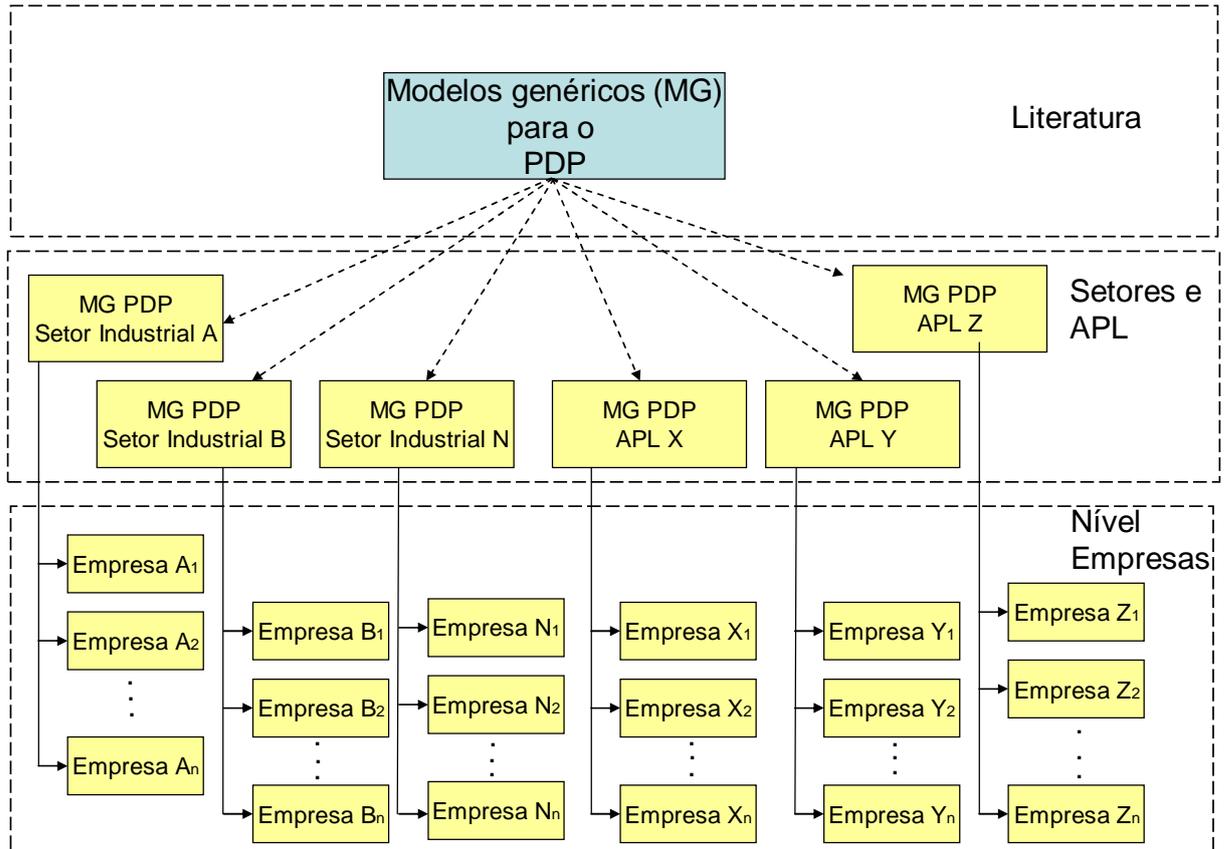


Figura 7 – níveis de generalização do PDP
 Fonte: Adaptado Tzortzopoulos (2004)

O Quadro 5 apresenta uma comparação de alguns dos modelos para o processo de desenvolvimento de produtos que, em muitos casos, serviram de base para o desenvolvimento dos modelos específicos citados no Quadro 4. Para o desenvolvimento desta tese os modelos de referência genéricos citados no Quadro 5 foram utilizados para gerar o modelo específico para as indústrias de pequeno e médio porte de base tecnológica fabricantes de produtos eletrônicos.

Quadro 5 – Modelos de referência para o projeto e desenvolvimento de produtos

		MACROFASES											
		Desenvolvimento					Pós-Desenvolvimento						
Pré-Desenvolvimento		Projeto Preliminar	Projeto detalhado	Revisão e testes	Planejamento da produção	Planejamento do mercado	Planejamento do consumo	Planejamento do mercado	Planejamento da produção	Planejamento do consumo	Planejamento do mercado	Planejamento do consumo	Planejamento do consumo
Back (1983)		Estudo de viabilidade	Projeto Preliminar	Projeto detalhado	Revisão e testes	Planejamento da produção	Planejamento do mercado	Planejamento do consumo	Planejamento da produção	Planejamento do mercado	Planejamento do consumo	Planejamento do consumo	Planejamento do consumo
Rosenthal (1992)		Validação da ideia	Projeto conceitual	Projeto detalhado	Produção do protótipo e teste	Produção							
Vincent (1989)	Ideia	Estudo preliminar	Modelo de laboratório	Desenvolvimento	Testes	Produção	Lançamento						
Wheelwright & Clark (1992)			Desenvolvimento do conceito	Planejamento da produção	Produção piloto / produção								
Pahl et al. (2005)		Definição metódica da tarefa	Concepção	Anteprojecto	Detalhamento	Solução							
Rozenfeld et al. (2006)	Planejamento estratégico dos produtos	Projeto informacional	Projeto conceitual	Projeto Detalhado	Preparação da produção	Lançamento do produto							
Cooper & Edgett (1999)	Ideias	Investigação preliminar	Investigação detalhada	Desenvolvimento	Teste e validação	Lançamento							

Fonte: Salgado (2008)

Autores

Pode-se entender que o pré-desenvolvimento deve garantir que o direcionamento estratégico, definido *a priori* pela empresa no planejamento estratégico da corporação, as ideias de todos os atores internos e externos envolvidos com os produtos, e as oportunidades e restrições sejam sistematicamente mapeadas e transformadas em um conjunto de projetos bem definidos. Isso forma o portfólio dos projetos que deverão ser desenvolvidos (ROZENFELD *et al.*, 2006).

A macrofase do pré-desenvolvimento contempla a fase do planejamento estratégico de produtos e planejamento do produto. Essas fases têm como objetivos, respectivamente, a obtenção de um plano contendo o portfólio de produtos da empresa a partir do planejamento estratégico da unidade de negócio e a realização do macro planejamento do projeto de um novo produto.

Para Miguel (2007), a escolha do portfólio de produtos é o fator central nas chances de sucesso da empresa. A gestão de portfólio é o processo nas quais os projetos para o desenvolvimento de produtos são continuamente avaliados, selecionados e priorizados. Novos projetos de produtos podem ser introduzidos e existem outros projetos de produtos que podem ser suspensos, cancelados ou alterados a priorização devido a priorização das estratégias dos negócios.

Conforme Rozenfeld *et al.* (2006), com as saídas do pré-desenvolvimento inicia-se a fase do desenvolvimento dos produtos, que abrange os projetos informacional, conceitual e detalhado, a preparação da produção e o lançamento do produto. Vale ressaltar que dada a natureza do processo de desenvolvimento, as mudanças devem ser feitas no início, quando o custo das alterações é menor.

O projeto informacional tem como objetivo, a partir das informações levantadas na etapa anterior e de outras fontes, desenvolver um conjunto de informações, a mais completa possível, sendo chamado de especificações-meta do produto. Por sua vez, o projeto conceitual busca a criação, representação e seleção de soluções para o problema de projeto. É durante essa etapa que se utiliza a tecnologia de grupo, que é o nome dado à técnica de agrupar peças em conjuntos com características funcionais e processo de fabricação similares, que denominam-se famílias de peças. A formação de famílias é muito importante para o planejamento do processo de fabricação e para garantir a padronização e o reuso de peças durante o desenvolvimento.

O projeto detalhado desenvolve e finaliza todas as especificações do produto, para então serem encaminhadas para a manufatura. É durante o projeto detalhado que se desenvolve o protótipo que, segundo Rozenfeld *et al.* (2006), pode ser definido como funcional ou não funcional. O protótipo funcional é o produto fabricado de forma unitária ou em pequenas quantidades que tem como objetivo averiguar o seu funcionamento, já o protótipo não funcional é para se verificar o modelo geométrico do produto, construído com o objetivo de averiguar outras características que não seja a de funcionamento. Esse protótipo passará por todos os testes, avaliações e ensaios que podem dar origem a revisões e melhorias no projeto do produto. Ele auxiliaria na detecção de possíveis problemas na manufatura e/ou na montagem do produto em tempo hábil para as devidas correções.

A preparação da produção garante que a empresa consiga produzir produtos no volume definido na declaração de escopo do projeto, com as mesmas qualidades do protótipo e que também atendam aos requisitos dos seus clientes durante o ciclo de vida do produto. O lançamento do produto coloca o produto no mercado, juntamente com o resultado da fase anterior, da produção, visando garantir a sua aceitação pelos clientes em potencial, que se constituíam em premissas do estudo de viabilidade econômico-financeira deste produto, desenvolvido e monitorado durante todo o processo de desenvolvimento de produtos.

Fechando a sequência das macrofases, segundo Rozenfeld *et al.* (2006), o pós-desenvolvimento compreende:

- conhecimento acumulado durante o desenvolvimento do produto;
- sistematização e documentação desses conhecimentos adquiridos para utilização em projetos futuros;
- retirada sistemática do produto do mercado;
- avaliação de todo o ciclo de vida a posteriori para averiguar o grau de acerto do produto.

A etapa de acompanhamento do produto e processo garante o acompanhamento do desempenho do produto na produção e no mercado, identificando necessidades ou oportunidades de melhorias e garantindo que a retirada cause o menor impacto possível aos consumidores, empresa e meio ambiente. O modelo é finalizado com a

etapa de descontinuação do produto, que define o momento de início das atividades de descontinuidade do produto no contexto do seu ciclo de vida, entendendo que elas devem ser iniciadas muito antes da macrofase de pós-desenvolvimento.

Este tópico abordou o conceito de PDP, os diversos modelos para desenvolvimento de produtos bem como as suas dimensões. O tópico 3.3 apresentará os conceitos relacionados às empresas de base tecnológica e a sua integração com o PDP.

3.3. Empresas de base tecnológica

3.3.1. Conceito de empresa de base tecnológica

De acordo com Jucá Junior (2005) e Dahlstrand (2007), definir empresa de base tecnológica (EBT) é uma tarefa complexa, uma vez que os parâmetros para tal classificação são relativos e medir uma tecnologia não admite respostas únicas. Nesse mesmo sentido, referenciar alta tecnologia, por sua vez, não se relaciona a existência de “baixas tecnologias”, mas sim ao uso de tecnologias até então pouco utilizadas, ou então, pouco tradicionais.

Dahlstrand (2007) afirma que é comum definir uma EBT como uma empresa que seja dependente da tecnologia para seu desenvolvimento e sobrevivência. Porém, isto não significa que a tecnologia tem que ser nova ou uma inovação. Além disso, Storey e Tether (1998) em pesquisa em artigos de diferentes países, afirmam que cada país define empresa de base tecnológica de forma diferente.

A princípio, as empresas de alta tecnologia eram definidas como as organizações criadas para fabricar produtos ou serviços que demandam alto recurso tecnológico (MARCOVITCH, SANTOS e DUTRA, 1996).

Segundo a Anprotec (2002), EBT é aquela que possui um processo ou produto que resulta da pesquisa científica e cujo valor agregado advém das áreas de tecnologia avançada como: informática, biotecnologia, química fina, mecânica de precisão, novos materiais etc.; e pode se caracterizar ainda pela aplicação do conhecimento científico, do domínio de técnicas complexas e do trabalho de alta qualificação técnica.

As EBTs têm muito em comum com outras novas empresas, mas possui também algumas características especiais que as tornam bastante diferentes. Um problema para os pesquisadores que estudam EBTs é concordar com o que ela é (DAHLSTRAND, 2007).

Para Ng (2006), empresas de base tecnológica possuem a característica de utilizar tecnologias emergentes para o desenvolvimento de novos produtos, serviços e soluções. Diferentemente das indústrias tradicionais, esse tipo de empresa explora as tecnologias com um contínuo desenvolvimento para ter os ganhos pela entrega dos novos produtos, serviços e soluções com alto valor agregado para o cliente final. Na mesma linha de raciocínio, Lindelöf e Löfsten (2003) afirmam que o papel das empresas de base tecnológica é acelerar a difusão da tecnologia e ajudar a competitividade dessas.

Segundo Laranja e Fontes (1998), empresas de base tecnológica são pequenos empreendimentos com um fundo educacional forte em ciência e na engenharia, são empresas independentes (isto é, não são as subsidiárias de outras empresas) envolvidas no desenvolvimento, na aplicação e na exploração comercial de uma ideia inovativa baseada no conhecimento tecnológico.

Porém, existem grandes empresas de alta tecnologia, ou seja, com uma base tecnológica forte que podem ser caracterizadas como sendo empresas de base tecnológica. O foco desse trabalho, contudo, são empresas de pequeno e médio portes, devido às características do setor do objeto de estudo selecionado. Assim, para este presente trabalho, considera-se a definição de EBTs como sendo empresa com uma forte base tecnológica, ou seja, inserida na pesquisa e desenvolvimento, com uma alta taxa de conhecimento científico, que atue em qualquer área do conhecimento sendo responsável por desenvolver produtos ou processos complexos, independentemente do seu porte.

3.3.2 Fatores que auxiliam ou inibem empresas de base tecnológica

Segundo Rodrigues e Borsato (2006), a gestão do desenvolvimento de projeto vem adquirindo uma importância crescente no país, pois afeta diretamente o resultado

final das empresas brasileiras. Isso é comprovado pelo estudo de alguns autores (JUGEND, SILVA e TOLEDO, 2005; TOLEDO *et al.*, 2008; MENDES, 2008) que desenvolvem trabalhos nessa área. Harmsen, Grunert e Bove (2000) afirmam que o PDP aumenta, a cada dia, sua importância em contribuir para o sucesso das organizações.

Para efeito de comparação, em Taiwan, os fatores críticos de sucesso sugeridos de inovação para empresas eletrônicas, incluem a redução do tempo no processo de desenvolvimento de novos produtos, a redução do custo na manufatura, produtos com altos níveis de customização ou valor agregado, eficiente coordenação interna e cooperação externa, lançamento adequado do produto e reações menos agressivas dos concorrentes (CHENG e SHIU, 2007).

Para Ledwith (2000), as pequenas empresas relatam uma taxa de êxito do novo produto comparável àquela de empresas maiores, sugerindo que os fatores que são ligados ao sucesso dos novos produtos podem ser independentes ao tamanho da empresa.

Conforme Owens (2007), as várias razões para atrasos no desenvolvimento de novos produtos de pequenas e médias empresas do Reino Unido são: definição pobre dos requisitos do produto, incertezas tecnológicas, falta de sustentação pela alta direção, falta dos recursos e uma gestão de projeto fraca. Isso inclui o estilo organizacional, a falta da atenção ao detalhe do produto, a limitação para sustentar a inovação, a falta de um pensamento estratégico e a baixa capacidade de fabricação.

Segundo Toni e Nassimbeni (2003), as pequenas e médias empresas do distrito italiano de produção de óculos, enfrentaram uma resistência à introdução de diversas ferramentas do desenvolvimento de produtos, por não estarem cientes dos princípios e dos benefícios que estas poderiam trazer. Os recursos administrativos e o *know-how* técnico eram limitados, além disso, a reengenharia ou a melhoria contínua do processo, a forma de seleção de ferramentas apropriadas, como selecionar estas ferramentas e os resultados do PDP eram mal formalizadas ou registrados e existiam poucas ligações ou sobreposições entre as fases do PDP.

No Brasil, em pesquisa realizada no Paraná, observou-se que a maioria das empresas pesquisadas dá prioridade a outras iniciativas, diferentes da gestão de

projetos, que visam melhoria para a competitividade da empresa, como a otimização do processo de manufatura e melhoria na produtividade (RODRIGUES e BORSATO, 2006).

Idealmente, isso deve promover o uso de sistemas eficientes e eficazes a fim maximizar os benefícios obtidos. Segundo Mu, Peng e Tan (2007), as pequenas e médias empresas chinesas não consideram o retorno financeiro como o principal critério para o desenvolvimento do novo produto.

Assim, o processo de desenvolvimento de produtos, pode trazer uma vantagem competitiva para a empresa, visto que no mundo atual o lançamento de novas tecnologias é essencial para a sobrevivência da empresa (SALGADO, 2008).

No capítulo 4 a tomada de decisão multicriterial é apresentada. O enfoque será no método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) utilizado na modelagem.

4. DECISÃO MULTICRITERIAL

4.1. Considerações iniciais

Este capítulo apresenta uma discussão sobre os métodos de tomada de decisão multicriterial. Devido à sua aplicação na tese, o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é apresentado em detalhes.

4.2. Generalidades

Decisões permeiam todas as atividades humanas, seja em nível pessoal ou em nível organizacional, e muitas dessas decisões são tomadas de maneira informal e intuitiva. No entanto, ao longo dos tempos, a necessidade de melhores decisões levou à busca de abordagens sistemáticas e estruturadas que conduzissem a um processo decisório mais satisfatório (MEIRELLES e GOMES, 2009). Segundo Saaty (2006), fazer comparações é fundamental e intrínseco da natureza humana, as comparações não são uma invenção intelectual e também não podem ser ignoradas.

Para Huédé *et al.* (2006), com a tomada de decisão multicriterial (*Multiple Criteria Decision Making*) avalia-se ou classifica-se um conjunto de soluções (igualmente chamadas alternativas). A pesquisa nesta área centra-se principalmente em construir modelos apropriados para seleção correta de forma mais objetiva. Além disso, com os métodos para tomada de decisão é possível selecionar, ordenar, classificar ou descrever.

A modelagem matemática com aplicação de métodos de MCDM consiste em três passos (SALOMON, 2010):

1. Identificação dos critérios e das alternativas de decisão.
2. Atribuição de pesos para os critérios e de prioridades para alternativas.
3. Síntese dos resultados.

Existem vários métodos de MCDM (FIGUEIRA, GRECO e EHRGOTT, 2005). Porém, todos os métodos executam, basicamente, os mesmos passos e utilizam a

mesma ferramenta principal: a Matriz de Decisão. O que torna um método diferente do outro é a maneira com que os passos são executados, ou seja, a maneira com que os componentes da Matriz de Decisão são obtidos e trabalhados. A Tabela 1 apresenta uma Matriz de Decisão, D , genérica para uma tomada de decisão envolvendo I alternativas e J critérios. Os componentes da matriz de decisão representam a prioridade de cada alternativa com relação a cada critério.

Tabela 1: Matriz de decisão genérica

Alternativa	Critério 1	Critério 2	...	Critério J
1	d_{11}	d_{12}	...	d_{1J}
2	d_{21}	d_{22}	...	d_{2J}
...
I	d_{I1}	d_{I2}	...	d_{IJ}

Constata-se o desenvolvimento de um grande número de refinados métodos de MCDM, entretanto, nenhum desses métodos, até o momento, pode ser considerado como o melhor em qualquer tipo de situação. O Quadro 6 apresenta alguns desses métodos.

No entanto, a aplicação de apenas um método basta para se resolver um problema decisão multicriterial.

De acordo com Shimizu (2010), o processo de tomada de decisão envolve, quase sempre, a escolha da melhor decisão levando em conta múltiplos critérios, fatores e objetivos. Os métodos de otimização, ou programação matemática, podem ser inadequados para tratar um problema com múltiplos critérios e variáveis qualitativas. Segundo Nunes Junior (2006), os métodos de tomada de decisão multicriterial caracterizam-se principalmente pela capacidade de analisar situações de decisão incorporando critérios quantitativos e qualitativos, conflitantes ou não.

Quadro 6 – Métodos de tomada de decisão multicriterial

Sigla	Nome	Alguns pesquisadores
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>	Saaty (1980); Huang, Chu e Chiang (2008); Aguiar e Salomon (2007); Bozbura, Beskese e Kahraman (2007); Salomon e Whittaker (2007), Chin, Pun, Xu e Chan (2002); Hsu, Tzeng e Shyu (2003); Kang e Lee (2007); Ngai e Chan (2005); Partovi (2007); Wei, Chien e Qang (2005); Melon, Beltran e Cruz (2006); Salomon (2004); Nepal, Yadav e Murat (2010).
MACBETH	<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i>	Costa e Vansnick (1994); Ensslin, Montibeller Neto e Noronha, (2001); Vieira Junior (2008); Gomes, Mello e Manguabeira (2008).
ELECTRE	<i>Elimination Et Choix Traduisant la Realité</i>	Roy (1968); Tam, Tong e Lau (2003); Augusto <i>et al.</i> (2005); Almeida (2005); López, Sánchez e Contreras (2008); Mota e Almeida (2007); Rangel, Gomes e Moreira (2009).
MAUT	<i>Multiple Attribute Utility Theory</i>	Phillips <i>et al.</i> (2007); Chang (2009); Collins <i>et al.</i> (2006).
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation</i>	Brans e Vinke (1985); Anandi e Kodali (2008); Cavalcante e Almeida (2007); Cavalcante e Almeida (2005); Ballis e Mavrotas (2007); Koutroumanidis, Papathanasiou e Manos (2002).
TOPSIS	<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>	Kahraman <i>et al.</i> (2007); Bottani e Rizzi (2006); Nejati e Nejati (2009); Jamali e Nejati (2009); Polychroniou e Giannikos (2009); Hanafizadeh, Moosakhani e Bakhshi (2009).

Fonte: elaborado pelo autor

Segundo Roberto Filho (2008), os métodos de decisão multicriterial com maior volume de publicações científicas são o AHP e o MAUT. Conforme Shimizu (2010), o AHP é um dos mais comentados e publicados na prática das decisões multicriteriais envolvendo complexidade e subjetividade. Isso é confirmado pela pesquisa realizada

por Wallenius *et al.* (2008), que apresenta o histórico de publicações, sendo o AHP o mais utilizado, conforme Figura 8. Para Sipahi e Timor (2010), no período de 2005 a 2009, mais de 600 artigos foram publicados relacionados com o AHP ou com o *Analytic Network Process* (ANP) e afirmam que o uso do AHP cresce exponencialmente. O ANP é uma extensão do AHP, permitindo análise da dependência entre critérios ou alternativas.

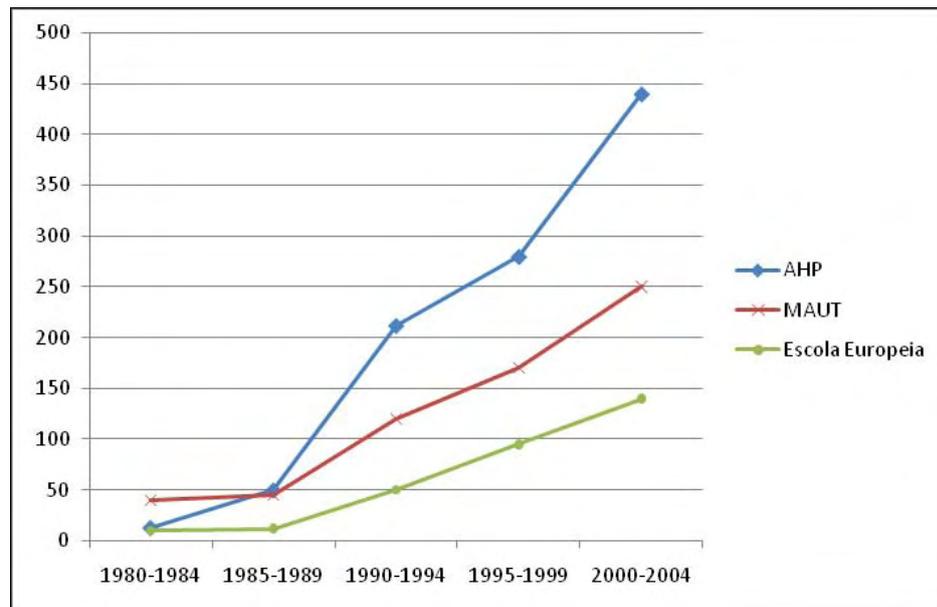


Figura 8: Número de artigos publicados em periódicos científicos

Fonte: Wallenius *et al.* (2008)

O AHP é um método sistemático para síntese de prioridades, estruturalmente representadas em uma hierarquia (SAATY, 2010). A Figura 9 apresenta uma estrutura hierárquica composta por três níveis: objetivo, critérios e alternativas. Na prática, uma aplicação do AHP pode conter mais níveis, por exemplo, com a inclusão de subcritérios.

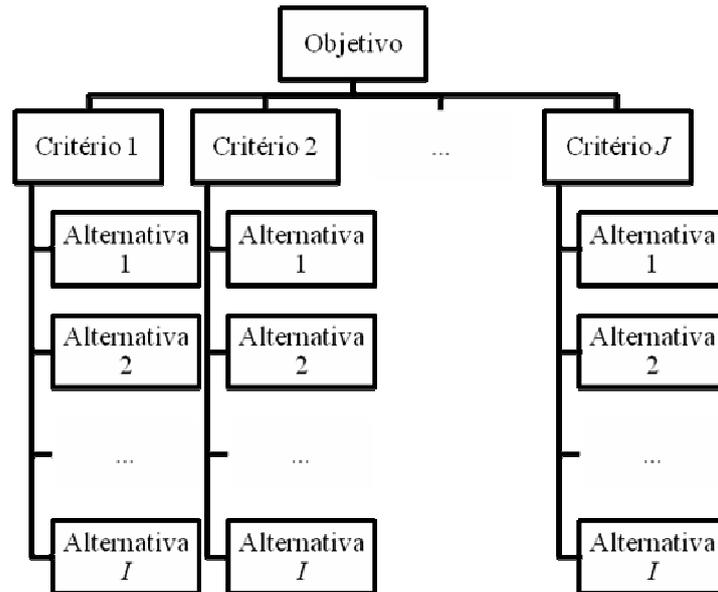


Figura 9. Estrutura hierárquica convencional da MCDM

Fonte: Elaborado pelo autor

A representação da MCDM com estruturas hierárquicas é válida para outros métodos, além do AHP como, por exemplo, ELECTRE e MAUT (FIGUEIRA, GRECO e EHRGOTT, 2005). Uma implicação da representação com hierarquias é que se considera que as alternativas e critérios são independentes entre si. Mas, alternativas e critérios totalmente independentes, dificilmente, são encontrados em situações reais. Porém, se as relações de dependência não forem tão determinantes em um processo de tomada de decisão, o modelo pode ser mantido (KEENEY, 1996). Caso contrário, o modelo deve ser alterado, por exemplo, com a aglutinação de critérios dependentes. Contudo, pode ser que se deseje manter a análise de critérios dependentes, como custo e qualidade, por exemplo. Neste caso, a aplicação de outro método de MCDM, que utilize outra estrutura, como ANP deve ser considerada.

Nota-se na Figura 9 que todas as alternativas são avaliadas de acordo com cada critério. Ou seja, considera que todas as alternativas contribuem para todos os critérios. Outro tipo de problema de modelagem é das alternativas contribuírem apenas para um critério. Ou seja, uma atividade está associada apenas a um critério, conforme evidenciado na Figura 10 que apresenta uma estrutura hierárquica genérica com a aplicação de um método de MCDM.

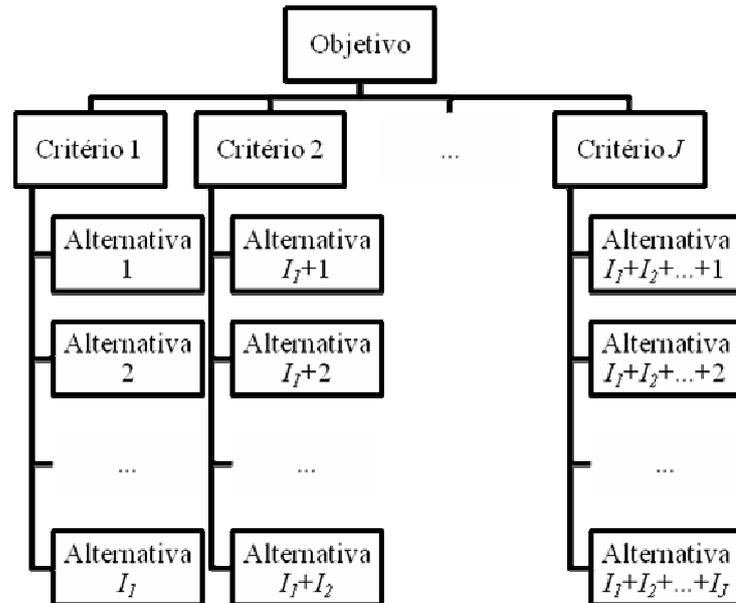


Figura 10. Estrutura hierárquica genérica para o problema das alternativas contribuírem para apenas um critério

Fonte: Elaborado pelo autor

Uma pesquisa de Salomon (2004) apontou que, dentre os métodos de auxílio à decisão, AHP, ELECTRE I e MACBETH, o primeiro apresentou um desempenho superior nos quesitos eficiência e coerência no estudo realizado, além de não necessitar de nenhum *software* proprietário. Nas aplicações práticas do método MACBETH há menor domínio tecnológico por parte dos responsáveis pela decisão em comparação às aplicações do método AHP, pois a aplicação do método MACBETH apenas é possível com a utilização de *software* proprietário. O método ELECTRE I não permite verificar a consistência das comparações, sendo esta uma investigação da qualidade dos dados.

De acordo com Braglia *et al.* (2006), o AHP representa uma das abordagens mais seguras para a decisão multicriterial. Para Wang, Chu e Wu (2007), o AHP é o mais popular método de MCDM que permite a medição da consistência das comparações.

Portanto, diante dessas características expostas, o método de MCDM utilizado para a modelagem do PDP em EBTs fabricantes de eletrônicos, no presente trabalho, foi o AHP.

4.3 Analytic Hierarchy Process

De acordo com Saaty (1980), o AHP é um método de apoio à decisão usando múltiplos critérios. Diversas pesquisas reconhecem o AHP como um método adequado para resolver problemas da tomada de decisão multicriterial em diversas áreas e diversos setores para seleção e hierarquização, como citados no Quadro 6.

O AHP é o método de tomada de decisão multicriterial com maior quantidade de publicações científicas (WALLENIOUS *et al.*, 2008). Mas, mesmo assim, ainda sofre críticas a respeito do seu desempenho. Contudo, Salomon (2010) apresenta argumentos contrários a essas críticas.

O AHP é fundamentalmente uma forma de trabalhar os fatores tangíveis e intangíveis, utilizando comparações em pares. É um processo de estabelecer uma estrutura de todos os fatores essenciais que influenciam o resultado da decisão. As comparações expressam a compreensão das pessoas sobre a importância, preferência ou provável influência dos elementos sobre o resultado final obtido, sintetizando as prioridades derivadas de diferentes conjuntos de comparações (WHITAKER, 2007).

Segundo Shimizu (2010), o método tem sido empregado para situações de: definição de prioridades, avaliação de custos e benefícios, alocação de recursos, mensuração de desempenho, avaliação ou pesquisa de mercado, determinação de requisitos, decisões estratégicas, planejamento e sequenciamento de atividades, previsão de cenários, negociação e resolução de conflitos, decisões e previsões políticas ou sociais e análise de decisão sob risco. Iwasaki e Tone (1998) reforçam esta visão afirmando que a vantagem do AHP sobre outros métodos de tomada de decisão é a habilidade de incorporar critérios tangíveis ou intangíveis nas diferenças individuais, quando isto se constitui em importante parte do processo decisório.

O AHP foi desenvolvido devido à necessidade de incluir critérios que não são mensuráveis no sentido absoluto. O fato de o AHP permitir decisões subjetivas simultâneas, além das informações quantitativas no processo de avaliação, favorece o processo decisório. Além disto, o AHP é fácil de ser usado e adaptável à decisão em grupo e individual (SHANG, TJADER e DING, 2004).

Da mesma forma, pesquisas como Mohanty *et al.* (2005), Hsu Tzeng e Shyu (2003) e Calantone, Benedetto e Schmidt (1999), propõe a utilização do AHP para seleção e hierarquização de projetos de produtos para as empresas. Dessa forma, foi utilizado esse método para a seleção das macrofases, fases e atividades do modelo de desenvolvimento de produtos proposto no presente trabalho. A utilização do método começa com a definição do objetivo final da escolha. A partir desta, o próximo passo é definir os critérios, ou seja, fatores mais específicos de avaliação que irão nortear a escolha.

Segundo Ho (2008), o AHP tem sido estudado e aplicado extensivamente em problemas de decisão de múltiplos critérios em função da simplicidade, facilidade de uso, grande flexibilidade e pela possibilidade de integração com outras técnicas como a programação matemática. Uma aplicação do método AHP, além de considerar os fatores quantitativos e qualitativos, incorpora as limitações de recursos do mundo real.

O AHP é executado através de três fases: estruturação do modelo, realização de comparações e análise dos resultados. A estruturação consiste na obtenção do modelo de decisão, que no AHP possui a forma de uma hierarquia, onde são definidos os objetivos, critérios, sub-critérios e alternativas. Uma matriz de comparações entre os critérios, dois a dois, deve ser preenchida. Para as comparações, geralmente, se adota uma escala linear de 1 a 9, denominada de Escala Fundamental de Números Absolutos (SAATY e OZDEMIR, 2005), ou, simplesmente, Escala Fundamental. A Tabela 2 apresenta a Escala Fundamental de valores para comparação em pares.

Tabela 2: Escala Fundamental
Fonte: Salomon (2004)

Valor	Definição
1	Igual importância entre os elementos i e j
3	Fraca importância de um elemento sobre o outro
5	Forte importância
7	Importância muito forte ou importância demonstrada
9	Importância absoluta
2, 4, 6, 8	Valores intermediários
Recíprocos dos números acima	Se um elemento i recebe um dos valores não nulos acima quando comparado com o elemento j , então j receberá o valor recíproco quando comparado com i

No método AHP, os valores de importância dos critérios são obtidos com o autovetor, \mathbf{w} , da matriz de comparações, \mathbf{A} , conforme a Equação 1, onde λ é o autovalor máximo.

$$\mathbf{A} \mathbf{w} = \lambda \mathbf{w} \quad (1)$$

O autovalor é uma medida da consistência da matriz de comparações. Em uma matriz 100% consistente, a relação de transitividade (GOMES, GOMES e ALMEIDA, 2009), $a_{ij} = a_{ik} a_{kj}$ é obedecida para todas as comparações. Neste caso, tem-se $\lambda = n$, onde n é a ordem da matriz.

No entanto, no método AHP, geralmente, a verificação da consistência da matriz de comparações, toma como base o índice de consistência, μ , conforme a Equação 2:

$$\mu = (\lambda - n)/(n - 1) \quad (2)$$

Assim, para uma matriz de comparações 100% consistente, tem-se, $\mu = 0$, pois $\lambda = n$. Saaty (2001) recomenda que, para valores de μ maiores que 0,20, as comparações sejam revistas. A revisão das comparações é um procedimento sistemático para a melhoria da decisão multicriterial. A estimativa do maior autovalor λ_{max} é realizada por meio da média aritmética dos elementos do vetor consistência.

Da mesma forma que foi necessário comparar os critérios, pode ser necessário comparar, para cada critério, as alternativas de decisão. Desse modo, obtém-se as prioridades relativas de cada alternativa em relação a cada critério sendo que. Ao final, multiplicando a matriz de decisão (composta pelas prioridades para as alternativas para cada critério) pela a matriz de prioridades dos critérios, obtém-se o vetor de decisão (composto pelas prioridades globais das alternativas).

Um procedimento interessante na fase de síntese dos resultados é a análise de sensibilidade. Por meio da análise de sensibilidade é possível verificar se o resultado da seleção das alternativas variaria se o peso do critério fosse alterado. Segundo Salomon (2004), a análise da sensibilidade se torna uma ferramenta útil, pois permite analisar o impacto de mudanças na importância relativa dos critérios.

O número de comparações é um atributo quantitativo e inverso do desempenho da aplicação do método multicriterial. Quanto maior o número de comparações, maior

o esforço para se chegar ao auxílio à decisão: mais comparações podem consumir mais recursos (SALOMON, 2004). Assim, x , o número de comparações necessárias para completar uma matriz de comparações pode ser obtido pela Equação 3.

$$x = n(n - 1)/2 \quad (3)$$

As aplicações mais bem sucedidas surgiram em sessões de grupo de decisão onde o problema era montado em uma estrutura hierárquica para comparações em pares. Assim, são extraídas do grupo, para cada nível da hierarquia, as respostas. No entanto, o total de comparações necessários em um problema real, muitas vezes torna-se inviável.

Considerando, por exemplo, um problema com seis critérios e sete alternativas, para cada critério, 21 comparações serão necessárias. Além dessas, mais 15 comparações serão necessárias para se obter os pesos dos critérios. Assim, 141 comparações serão necessárias para se preencher, ao todo sete matrizes. “Comparações demais” é uma reclamação constantemente apresentada por especialistas consultados em aplicações do AHP (WEDLEY, 2009). Contudo, aplicações de outros métodos de MCDM, como ANP e MACBETH, geralmente, requererem mais comparações que as do AHP (SALOMON e SHIMIZU, 2006).

Dessa forma, Harker (1987) propôs o *Incomplete Pairwise Comparisons* (IPC), um algoritmo com o propósito de reduzir o número de comparações necessárias. Assim, espera-se que o grupo possa focar-se no debate e não apenas na tarefa de preencher, por completo, cada matriz de comparações.

Aplicando-se a relação de transitividade em uma matriz incompleta, \mathbf{A} , com apenas $y = (n - 1)$ comparações, as demais comparações podem ser obtidas. A partir da matriz completa resultante, \mathbf{A}' , pode-se obter um autovetor, \mathbf{w}' . O IPC se inicia com o especialista fornecendo n comparações. No lugar das demais comparações utiliza-se a média geométrica de valores obtidos com a relação de transitividade. Assim, pode-se obter \mathbf{w}' . Se alguma regra de parada for satisfeita, então, a utilização do algoritmo se encerra; se não, mais comparações devem ser fornecidas, uma a uma, pelo especialista até que se atenda à regra, ou até que a matriz esteja completa (FEDRIZZI e GIOVE, 2007).

Harker (1987) resume o IPC em quatro passos:

- Passo 1: Deixar o julgador ou o responsável pela decisão fornecer n comparações;
- Passo 2: Utilizando as comparações fornecidas, deduzir as comparações que faltam a partir da média geométrica de matrizes completadas com $n-1$ das n comparações fornecidas. Calcular o autovetor \mathbf{w} .
- Passo 3: Calcular as derivadas de \mathbf{w} com relação aos componentes que faltam na matriz de comparações e selecionar o próximo comparação a_{ij} , de acordo com o maior somatório dos valores absolutos dos componentes da matriz de gradientes.
- Passo 4: Se a comparação satisfaz a uma regra apropriada de parada (avaliação subjetiva, diferença percentual entre componentes do autovetor ou preservação do *ranking*), parar; se não, incluir esta comparação e voltar ao Passo 2.

Como o IPC possui certa complexidade, o algoritmo foi, *de facto*, pouco utilizado (FEDRIZZI e GIOVE, 2007).

O próximo capítulo apresenta a pesquisa de campo, evidenciando desde o objeto de estudo até o modelo proposto.

5. PESQUISA DE CAMPO

5.1 Considerações iniciais

Este capítulo apresenta o Modelo de Referência proposto para o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) em empresas de base tecnológica (EBTs) fabricantes de eletrônicos. O capítulo também descreve a construção do modelo de referência, desde o diagnóstico inicial para identificação das características chave do setor, a seleção das macrofases, fases e atividades do modelo por meio do AHP e os estudos de casos múltiplos para posterior verificação da adequação do modelo em EBTs fabricantes de eletrônicos. A discussão da verificação da adequação está no capítulo 6.

5.2 Objeto de estudo

A elaboração de um modelo de PDP para EBTs fabricantes de eletrônicos proposta por este trabalho terá como objeto de estudo o Vale da Eletrônica de Santa Rita do Sapucaí, no sul do estado de Minas Gerais. Segundo a FIEMG (2007), ele atende a 70% do mercado nacional de radiodifusão e é um dos pioneiros nas pesquisas e na transmissão de sinal no contexto do sistema da TV Digital, além de ser formado por aproximadamente 120 empresas, onde 40% são fabricantes de eletrônicos.

O diagnóstico realizado pela FIEMG (2007) revela também que somente 12% das empresas desse Vale da Eletrônica utilizam práticas do *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), 57% desenvolveram sua própria sistemática de gestão e 28% não utilizam nenhum método. Isso indica grande potencial para desenvolvimento de sistemáticas, baseadas em práticas consagradas ou melhoradas para possibilitar o aprimoramento da gestão nas empresas. Considera-se que o desempenho do PDP dessas empresas possa ser melhorado a partir da adoção de modelos e de boas práticas de gestão de projetos e desenvolvimento de produtos.

A proposta de modelo para PDP levou em consideração a situação geral do setor e as necessidades levantadas para o objeto de estudo. Sendo assim, o modelo ainda não foi aplicado e nem pretende-se que o mesmo seja aplicável a empresas com características diferentes das empresas pesquisadas ou com atuação em outro ramo industrial.

A não uniformidade das estruturas fabris das empresas, no que tange a quantidade e tipos de equipamentos, não foi levada em consideração para a proposição do modelo. Logo, esse modelo não pretende abranger o processo geral de desenvolvimento para os diversos setores, mas sim, caracterizar-se como uma sistematização de procedimentos voltados à indústria de eletrônicos de base tecnológica, com as mesmas características das empresas entrevistadas.

5.3 Diagnóstico

O diagnóstico do PDP das empresas localizadas no objeto de estudo foi realizado a partir de informações coletadas em entrevista com os responsáveis das áreas de desenvolvimento de produto das empresas, pela observação direta do pesquisador e por documentos e registros da empresa. O diagnóstico foi realizado em conjunto com uma aluna de mestrado do programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UNIFEI e a sua dissertação encontra-se em fase final de redação.

Foram selecionadas cinco empresas com base nos critérios definidos no método de pesquisa, ou seja, porte da empresa, setor que atua e necessariamente ser de base tecnológica.

Para a realização da entrevista foi utilizado um protocolo de pesquisa (Anexo A). Por motivos de confidencialidade os nomes das empresas não foram revelados. Dentre as empresas escolhidas para a realização da pesquisa, pode-se considerar que quatro empresas são consideradas de médio porte e uma de pequeno porte. A empresa que possui características de pequeno porte atua no setor de fontes chaveadas, *nobreaks* e carregadores. Das outras quatro empresas consideradas de médio porte, três atuam no setor de telefonia e telecomunicações e a quarta no setor de alarmes, monitoramento predial e residencial.

Foi evidenciado que nenhuma das empresas entrevistadas passou por uma incubadora de empresas. Isso pode ter ocorrido pelo motivo da fundação das empresas serem antes da abertura das incubadoras de empresas da cidade, pelo fato da empresa ter sido adquirida ou pelo desconhecimento das incubadoras. Não é possível afirmar que o tempo para o desenvolvimento das empresas, o tempo para desenvolvimento dos produtos e a forma de gerenciar o PDP teria sido diferente caso as empresas tivessem passado pela incubadora. Um dado importante é que 50% do faturamento da empresa C é oriundo de novos produtos. As demais empresas não informaram esse dado.

Outra característica das empresas entrevistadas é que o investimento em pesquisa e desenvolvimento chega a 25% do faturamento da empresa, o que permite a criação de novas tecnologias e novos produtos. Todas as empresas consideradas como sendo de médio porte possuem convênios com instituições de ciência e tecnologia. A empresa D é a que mais investe em pesquisa em desenvolvimento sendo essa empresa a que possui o maior faturamento e maior número de produtos desenvolvidos, apontando para o sentido que existe uma relação entre investimento em P&D x faturamento x número de produtos desenvolvidos, porém como essa pesquisa limita-se ao PDP não será abordada a questão do P&D.

As empresas afirmaram que as tendências para os novos produtos e para as novas tecnologias têm origem nas parcerias (tanto com centros de pesquisas, instituições de ensino e fornecedores), feiras, congressos, banco de patentes e artigos científicos.

A empresa D é a empresa que mais lançou novos produtos, mas vale lembrar que é a empresa com maior tempo de fundação. Porém, a única empresa que relatou que 100% dos produtos desenvolvidos chegaram ao mercado foi a empresa E, apresentando também uma taxa de 95% de produtos considerados como sendo de sucesso. A pior taxa de sucesso em produtos apontada foi da empresa B, com uma taxa de sucesso dos produtos de 15%.

A empresa A é a empresa que possui um maior número de projetos em desenvolvimento simultaneamente, mas isso se justifica, principalmente, pelo fato dos produtos desenvolvidos por essa empresa possuir um valor agregado menor e um preço de venda menor, pelo fato do setor específico, quando comparado com os produtos das outras empresas.

As empresas A, D e E realizam um planejamento estratégico anual e as empresas B e C não formalizam essas discussões. Assim, as saídas desse processo das empresas A, D e E são estruturados em uma lista com a relação dos projetos em desenvolvimento, a serem desenvolvidos e possíveis projetos para empresa. Dessa forma, para a seleção da definição de quais projetos de produtos serão desenvolvidos utiliza-se, principalmente, o *brainstorming*, o retorno sobre investimento, a quantidade de recursos humanos necessários, o tempo e custo para o desenvolvimento e análise do mercado.

Foi constatado que ferramentas para o desenvolvimento de produtos como TRM, QFD, FMEA, DFX, análise do ciclo de vida e outras, não estão totalmente difundidas e sendo utilizadas por todas as organizações. Na empresa E o TRM estava em processo de implementação em virtude da especialização em inovação do gestor de projetos. Nas outras empresas essa ferramenta não era utilizada. Entretanto, ferramentas como protótipo físico, CAD, CAE e análise financeira foram observadas em todas as empresas, independentemente do seu porte.

Durante as entrevistas nas empresas A, D e E constatou-se que a medição do desempenho do PDP é realizado por meio de indicadores de desempenho. Para o indicador de orçamentos de projeto que foram ultrapassados, somente a empresa D apresentou que em nenhum caso isso acontecia.

As empresas A, C, D e E são certificadas pela norma ISO 9001:2008 e todas possuem no seu escopo de certificação o processo de desenvolvimento de produtos. A empresa B, durante a realização do diagnóstico, estava em processo de implementação do SGQ baseado na norma ISO 9001:2008. Assim, foi possível verificar que a norma ISO 9001 auxilia na estruturação do PDP das empresas, principalmente pelo fato da certificação do sistema da qualidade basear-se nos processos. Todas as empresas descreveram e evidenciaram que as suas atividades são baseadas nos requisitos da norma ISO 9001.

Ao final das entrevistas foi possível identificar as principais macrofases, fases e atividades no processo de desenvolvimento de produtos das empresas analisadas. No Apêndice A são apresentados cinco quadros resumo comparando as características e a descrição do PDP de cada empresa.

Dessa forma, comparando-se as atividades desenvolvidas por essas empresas com os modelos genéricos foi possível constatar que algumas atividades como: planejar atividades para a revisão do planejamento estratégico, definir plano de comunicação, revisar e atualizar escopo do produto, monitorar e atualizar a viabilidade econômica e financeira do produto, projetar recursos de fabricação, detalhar o ciclo de vida do produto, planejar fim de vida do produto, planejar a descontinuidade do produto, preparar o recebimento do produto e finalizar suporte do produto não foram identificadas no processo de desenvolvimento de produtos das empresas entrevistadas.

Contudo, para outras atividades, percebeu-se que as empresas as realizavam de maneira parcial ou informalmente, tais como: analisar portfólio de produto, propor mudanças nesse portfólio, avaliar riscos, revisar e atualizar escopo do produto, identificar os requisitos do cliente, definir ergonomia e estética, selecionar a concepção do produto, otimizar processo e produto, otimizar a produção, planejar o lançamento, desenvolver o processo de produção e promover marketing de lançamento.

Vale ressaltar que essas atividades que não foram verificadas durante o diagnóstico ou que são realizadas de maneira totalmente informal não foram consideradas ou foram agrupadas, formando uma nova atividade apenas para estruturação do modelo no formato do AHP. Assim, o diagnóstico foi essencial, pois além de possibilitar o conhecimento das empresas desse ramo de negócio, auxiliou na eliminação ou reagrupamento de atividades, diminuindo o número de comparações na modelagem com o AHP.

As atividades que, comparando com os modelos genéricos, foram identificadas nas empresas como realizadas na sua totalidade foram apresentadas no AHP. Os resultados dessa entrevista foram sintetizados no Apêndice A. Dessa forma, foram analisadas e definidas as macrofases, fases e atividades das EBTs fabricantes de eletrônicos objetos desse estudo, no qual foram inseridas as informações provenientes das empresas.

Percebe-se que os modelos genéricos não são adotados na íntegra como referência por nenhuma das empresas pesquisadas para desenvolver produtos. A maioria das empresas pesquisadas adota um modelo próprio para desenvolver

produtos, porém percebe-se que algumas macrofases, fases e atividades verificadas nos modelos das empresas pesquisadas se assemelham aos modelos genéricos.

Nas empresas que possuem um sistema de gestão da qualidade certificado, e que incluem o requisito de projeto e desenvolvimento da norma NBR ISO 9001, a pesquisa de campo parece indicar uma maior facilidade de desenvolver novos produtos, tanto pela totalidade de realização das etapas quanto pela geração das evidências (registros e controles) necessárias para apoiar o processo.

A existência ou não de um sistema de gestão da qualidade certificado que inclua o requisito de projeto e desenvolvimento de produto não foi um condicionante para escolha das empresas, mas mostrou-se ser um agente facilitador percebido durante o diagnóstico para proposição do modelo da presente pesquisa.

Após a realização do diagnóstico foi necessária uma nova delimitação do trabalho, onde inicialmente seria desenvolvido um modelo de referência para EBTs fabricantes de eletrônicos de pequeno e médio porte. Entretanto, notou-se que a empresa de pequeno porte possuía uma estrutura muito diferente das empresas de médio porte, não sendo possível um modelo específico para os dois tipos de empresas. Por esse motivo, a delimitação do trabalho foi realinhada para EBTs fabricantes de eletrônicos de médio porte.

Com a finalidade de incorporar a opinião dos especialistas em PDP das EBTs eletrônicas de médio porte foi aplicado o AHP para hierarquização das macrofases, fases e atividades.

5.4 Aplicação do AHP

A utilização do AHP serviu para a priorização das macrofases, fases e atividades que fazem parte do modelo proposto por meio da utilização do AHP. A modelagem levou em consideração os modelos genéricos selecionados e as informações coletadas no diagnóstico das EBTs fabricantes de eletrônicos. A estruturação do modelo para aplicação do AHP ficou na seguinte sequência hierárquica:

Nível 1 – Objetivo do trabalho, priorização de atividades de PDP para EBTs fabricantes de eletrônicos.

Nível 2 – Macrofases do PDP para EBTs fabricantes de eletrônicos.

Nível 3 – Fases do PDP para EBTs fabricantes de eletrônicos.

Nível 4 – Atividades do PDP de EBTs fabricantes de eletrônicos.

Neste caso, não há uma alternativa para escolha, pois a ideia é hierarquizar todas as atividades do PDP. Na Figura 11 estão apresentados os três primeiros níveis hierárquicos.

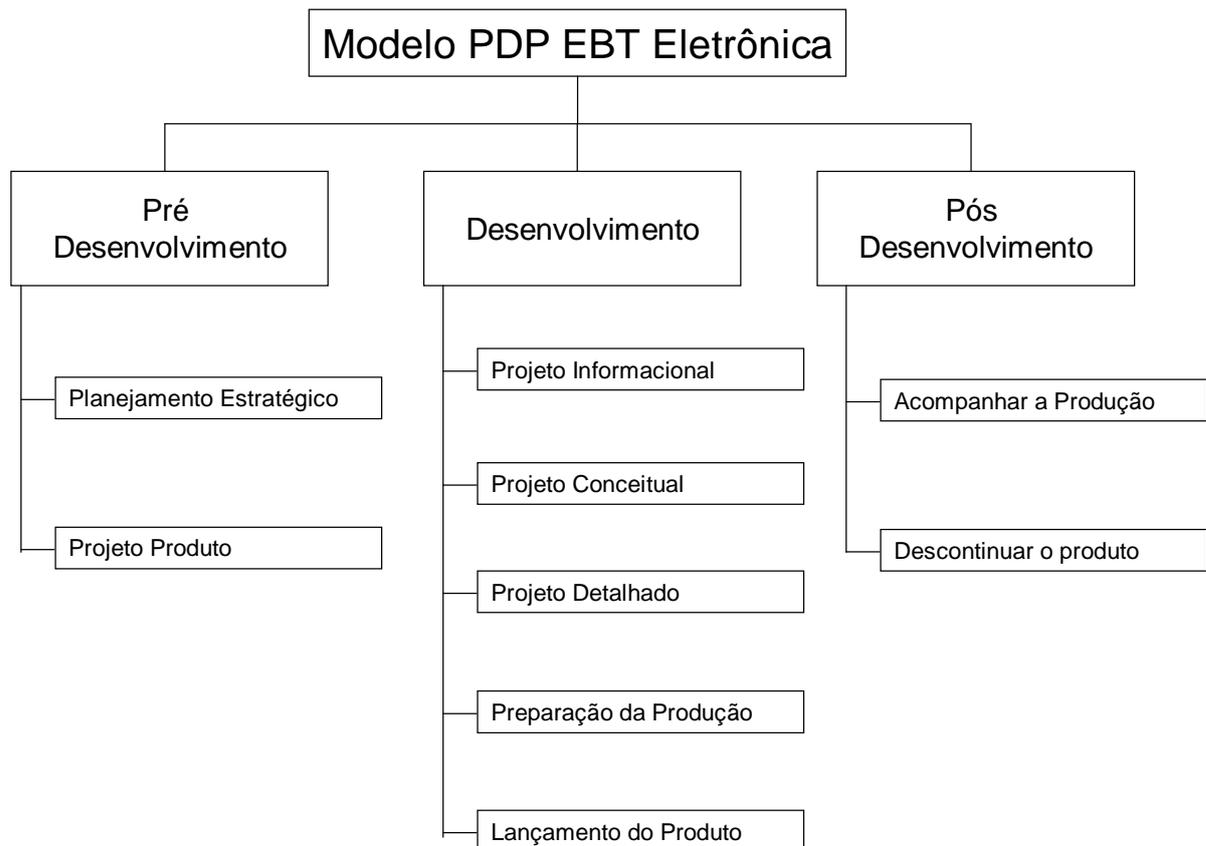


Figura 11 – Modelo de PDP das EBT's estruturado na forma do AHP

Fonte: Elaborado pelo autor

Como preparação para aplicação do método AHP, foram necessárias duas definições prioritárias:

- definir o objetivo final da escolha;
- definir os critérios de avaliação.

Primeiramente, o objetivo final da escolha pode ser descrito como seleção das fases do modelo de PDP para EBTs fabricantes de eletrônicos.

O segundo passo é a definição dos critérios. Este é o fator que determinará se uma ou outra fase é mais apropriada às empresas em questão. O critério de avaliação foi determinado com base na necessidade de inserir ou não as atividades, fases e macrofases no modelo. O critério escolhido foi a importância de cada macrofase, fase e atividade para o modelo. Vale ressaltar que as atividades com baixa importância agregam menos valor ao PDP do que as atividades consideradas de grande importância. Além disso, as macrofases, fases e atividades com maior importância podem ter uma atenção maior do responsável pelo PDP.

A avaliação das macrofases, fases e atividades a partir do método AHP, foi feita por pares das atividades do PDP, comparando-as para o critério selecionado. Para realizar essas comparações, foi utilizado o *software Comparison Core* desenvolvido pela empresa Expert Choice e a versão utilizada foi a 4.3.775.4853. Este *software* estima o autovetor, w , a partir da média geométrica das linhas da matriz de comparações, A .

O *Comparison Core* também utiliza conceitos do *Incomplete Pairwise Comparisons* (IPC), que propiciam a redução do número de comparações, conforme apresentado na Seção 4.3 do presente trabalho. O *default* deste *software* é solicitar para o especialista apenas as comparações de duas diagonais acima da diagonal principal, nesta ordem. Assim, busca-se reduzir o número de comparações e obter uma maior precisão do que quando se solicitam apenas as comparações de uma diagonal.

Assim, elaborou-se uma plataforma *web* (*site*) do *software*, onde foram realizadas comparações. Cada especialista deveria fornecer 110 comparações, se todas as comparações das 12 matrizes fossem solicitadas. Mas, como se utilizou o *default* do *software* de redução do número de comparações, solicitou-se apenas 70 comparações por especialista.

Dessa forma, houve uma redução de 36% no esforço total a ser exigido dos especialistas. Considera-se que este fator tenha sido determinante para que a coleta dos dados tenha sido concluída em apenas um mês. Mais do que isto, a coleta de dados poderia perder em qualidade, por exemplo, devido ao cansaço proporcionado por comparações redundantes (WEDLEY, 2009). Portanto, o *default* do *software* se mostrou adequado para o problema em questão. Antes das comparações por parte dos

especialistas em PDP das EBTs fabricantes de produtos eletrônicos, a página foi testada por pesquisadores dos grupos de pesquisa da UNIFEI e UNESP.

Para aplicação do método, foi necessário explicar aos responsáveis pelo PDP das empresas como deveriam ser feitas comparações, como utilizar o *software* e qual deveria ser o valor máximo para a inconsistência. O Quadro 7 apresenta as principais características dos especialistas.

Quadro 7 – Características dos especialistas

Característica	Empresa C	Empresa D	Empresa E
Tempo de Empresa	7 anos	10 anos	13 anos
Tempo na função	7 anos	4 anos	6 anos
Formação acadêmica	Engenheiro eletricista – Telecomunicações Especialista em gestão de projetos	Engenheira Eletricista, MBA em Engenharia de Produção Mestrado em Engenharia de Produção	Engenheiro eletrecista – eletrônico MBA Empresarial Especialização em Inovação
Função	Diretor Industrial	Gerente de P&D	Gerente de Desenvolvimento
Área de trabalho	Direção	PDP	PDP

Fonte: elaborado pelo autor

Como exemplo de comparações, apresenta-se a avaliação das macrofases a partir do método AHP. Dessa forma, foi feita a hierarquização por meio de comparações em com base no critério definido anteriormente. As Tabelas 3 a 5 apresentam as comparações entre as macrofases por parte dos especialistas.

Tabela 3 – Importância das macrofases para o especialista em PDP da Empresa C

Empresa C	Pré-desenvolvimento	Desenvolvimento	Pós-Desenvolvimento	Auto Vetor
Pré-desenvolvimento	1	1,50	1	37,5%
Desenvolvimento	0,67	1	0,67	25,0%
Pós-Desenvolvimento	1	1,50	1	37,5%

Tabela 4 – Importância das macrofases para o especialista em PDP da Empresa D

Empresa D	Pré-desenvolvimento	Desenvolvimento	Pós-Desenvolvimento	Auto Vetor
Pré-desenvolvimento	1	1,56	3,54	52,7%
Desenvolvimento	0,64	1	1,78	31,2%
Pós-Desenvolvimento	0,28	0,56	1	16,1%

Tabela 5 – Importância das macrofases para o especialista em PDP da Empresa E

Empresa E	Pré-desenvolvimento	Desenvolvimento	Pós-Desenvolvimento	Auto Vetor
Pré-desenvolvimento	1	99,00	99,00	97,7%
Desenvolvimento	0,01	1	4,88	1,7%
Pós-Desenvolvimento	0,01	0,20	1	0,6%

Com a utilização do *software Comparion Core* foi possível verificar que todas as comparações apresentadas nas tabelas 3 a 5 podem ser considerados consistentes. De fato, substituindo-se valores nas Equações 1 e 2, não se obteve nenhum μ maior que 0,2. Também pode ser observado que na Tabela 5 houve uma comparação igual a 99, ou seja, maior que o limite superior da Escala Fundamental. Isto se deve ao *software* coletar comparações baseando-se em uma “escala visual”.

As comparações das tabelas 3 a 5 foram agregadas utilizando-se o princípio de *Aggregation of Individual Priorities* (AIP). Outra abordagem seria agregar as comparações de cada especialista, individualmente, pelo princípio de *Aggregation of Individual Judgments* (AIJ). No entanto, como se tratam de especialistas de empresas diferentes, com missões, princípios e visões diferentes, a abordagem AIP é a mais indicada (FORMAN e PENIWATI, 1998). Aqui foi necessário tomar um cuidado, pois, o *default* do *software* é utilizar a abordagem AIJ. A Tabela 6 apresenta as prioridades para as macrofases do modelo.

Tabela 6 – Prioridades obtidas para as macrofases

Empresas C, D e E	Auto Vetor
Pré-desenvolvimento	62,65%
Desenvolvimento	19,28%
Pós-Desenvolvimento	18,07%

As demais comparações por parte dos especialistas para hierarquização das fases e atividades estão no Apêndice B. O Apêndice C apresenta o resultado global para cada empresa. Percebe-se que as empresas definem de maneira diferente a importância de cada atividade. A empresa E é a empresa que considera o planejamento estratégico como sendo o mais importante, sendo 78,19% de relevância no PDP. A empresa D, foi

a segunda empresa que considera o planejamento estratégico como sendo mais importante, obtendo um grau de importância de 41,68%. A empresa D é a empresa mais antiga dentro das empresas estudadas, sendo a que mais investe em pesquisa e desenvolvimento, o que contribuiu para o planejamento estratégico ser o mais relevante.

A empresa C considerou com o mesmo grau de importância para as atividades das macrofases de pré-desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Essa situação pode ter ocorrido pelo fato da empresa C ser a mais nova das empresas e conseqüentemente sere mais afetada pelo fim de vida do produto e necessitar um maior monitoramento dos seus produtos nos clientes. Esse fato não afeta tanto as empresas D e E que estão mais preocupado com o planejamento estratégico.

Porém, como o objetivo dessa tese é elaborar um modelo que seja aplicável a mais de uma empresa, se faz necessário o uso do resultado geral da avaliação dos especialistas.

Após as comparações por parte dos especialistas em PDP das EBTs pesquisadas, obteve-se a Tabela 7, que apresenta o resultado geral da avaliação dos especialistas, ou seja, o resultado da agregação de comparações dos especialistas obtido por meio do *software*. A Figura 12 apresenta as prioridades de cada nó do modelo.

Contudo, propõe-se eliminar as atividades consideradas de baixa importância pelos especialistas. Assim, o modelo fica menos complexo e apenas com as atividades relativamente mais importantes. Dessa forma, foram mantidas no modelo aproximadamente 75% das atividades consideradas mais importantes pelos especialistas ou as atividades com uma taxa de importância acima de 0,5% na situação global do modelo.

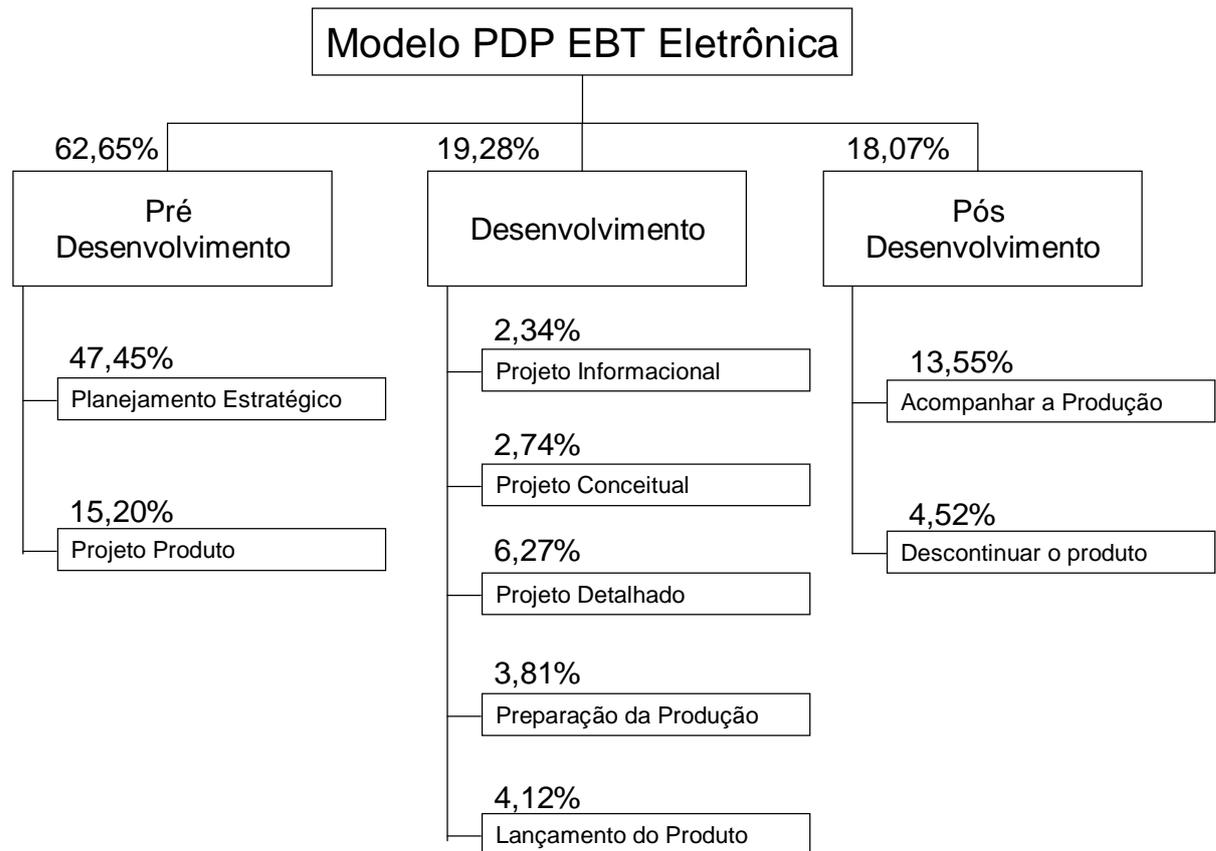


Figura 12 – Prioridade de cada nó do modelo proposto

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 7 - Resultado geral da avaliação dos especialistas das EBTs

Macrofases/Fases/Atividades	Global	Local
• Pré Desenvolvimento	62,65	-
○ Planejamento Estratégico	47,45	75,74
▪ Consolidar informações sobre tecnologia e mercado	25,70	54,16
▪ Verificar/Mudar portfólio de produtos da Empresa	6,92	14,58
▪ Verificar viabilidade do portfólio de produto	10,58	22,30
▪ Decidir início do projeto do produto	4,25	8,96
○ Planejamento do Projeto	15,20	24,26
▪ Definir Interessados no projeto	1,72	11,32
▪ Definir e preparar o escopo do projeto e do produto	3,36	22,11
▪ Definir atividades, sequência e cronograma	0,78	5,13
▪ Avaliar Riscos	1,41	9,28
▪ Preparar estimativas e orçamento com custos	2,25	14,80
▪ Analisar Viabilidade econômica	3,86	25,39
▪ Planejar e preparar aquisições	0,52	3,42
▪ Preparar projeto do produto	1,30	8,55

Tabela 7 - Resultado geral da avaliação dos especialistas das EBT (continuação)

Macrofases/Fases/Atividades	Global	Local
• Desenvolvimento	19,28	-
○ Projeto Informacional	2,34	12,14
▪ Revisar e atualizar o escopo do produto	0,16*	6,84
▪ Identificar requisitos dos clientes	1,18	50,43
▪ Definir requisitos de entrada	0,58	24,79
▪ Avaliar, aprovar e documentar	0,42*	17,95
○ Projeto conceitual	2,74	14,21
▪ Modelar funcionalmente o produto	0,27*	9,85
▪ Desenvolver princípios e alternativas de solução	0,15*	5,47
▪ Definir arquitetura do produto	0,50	18,25
▪ Analisar Sistema, sub-sistema e componentes	0,31#	11,31
▪ Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento	0,66	24,09
▪ Planejar a manufatura	0,49#	17,88
▪ Avaliar, aprovar e documentar	0,36	13,14
○ Projeto Detalhado	6,27	32,52
▪ Definir sistema, sub sistema e componentes	0,73	11,64
▪ Definir fornecedores	0,95	15,15
▪ Planejar o processo de fabricação e montagem	1,19	18,98
▪ Projetar embalagem	0,21#	3,35
▪ Testar e homologar o produto	2,22	35,41
▪ Avaliar, aprovar e documentar	0,97	15,47
○ Preparação da Produção	3,81	19,76
▪ Obter e instalar Recursos	0,33*	8,66
▪ Planejar e produzir lote piloto	0,84	22,05
▪ Certificar produto	0,57	14,96
▪ Desenvolver processo de produção e manutenção	1,60	41,99
▪ Avaliar, aprovar e documentar Fase	0,47*	12,34
○ Lançamento do Produto	4,12	21,37
▪ Desenvolver processo de vendas	1,01	24,51
▪ Desenvolver assistência técnica e atendimento ao cliente	0,81	19,66
▪ Lançar o produto	1,38	33,50
▪ Avaliar, aprovar e documentar a fase	0,92	22,33
• Pós Desenvolvimento	18,07	-
○ Acompanhar Produto e Processo	13,55	74,99
▪ Avaliar a satisfação do cliente	5,93	43,76
▪ Monitorar o desempenho do produto	4,41	32,55
▪ Registrar lições aprendidas	3,21	23,69
○ Descontinuar	4,52	25,01
▪ Descontinuar a produção	4,52	100

A exclusão ou não dessas atividades de forma definitiva será feita após a verificação da adequação do modelo. As atividades de analisar sistema, subsistema e componentes, planejar manufatura e projetar embalagem foram julgadas pelos especialistas como sendo de baixa importância. Porém, foi constatado durante o diagnóstico que essas atividades são realizadas pelas empresas e que recebem uma atenção durante o desenvolvimento do produto. Isso pode ter ocorrido em virtude da situação atual das empresas que já estão mais consolidadas no mercado. Dessa forma, considerou-se necessário descrever essas atividades no modelo, mesmo o resultado geral determinando a sua eliminação. Para identificar essas atividades, os seus resultados foram assinalados com o símbolo (#) na Tabela 7.

Outras atividades, com o resultado assinalado com o símbolo (*) na Tabela 7, como revisar e atualizar o escopo do produto, modelar funcionalmente o produto, desenvolver princípios e alternativas de solução, obter instalação e recursos e, por fim, avaliar, documentar e aprovar fase, foram consideradas de baixa importância pelos especialistas. Percebe-se que algumas dessas atividades são realizadas completamente pelas empresas, mas são consideradas de menor importância quando comparadas com atividades realizadas de forma parcial ou informalmente. O modelo específico tem como objetivo corrigir essas distorções. Essas atividades não foram inseridas no modelo.

Outra análise que pode ser feita da avaliação dos especialistas das empresas pesquisadas é a importância dada ao pré-desenvolvimento, sendo considerada a macrofase mais importante no desenvolvimento de produtos com 62,65% de importância. A macrofase de desenvolvimento tem uma importância de 19,28% e o pós-desenvolvimento tem 18,07% com relação ao critério importância.

Dentro da macrofase de pré-desenvolvimento a fase considerada mais importante é a de planejamento estratégico com 75,74% do total da fase. Percebe-se que no setor em estudo as decisões relacionadas, principalmente, às novas tecnologias, o mercado que a empresa deve atuar e o portfólio da empresa são importantes para a empresa. Dessa forma sugere-se uma nova macrofase, desdobrando a macrofase de pré-desenvolvimento em duas fases: estratégia organizacional e pré-desenvolvimento. As duas fases serão detalhadas no tópico 5.5 do presente trabalho.

Esse resultado vai ao encontro de pesquisas (CALANTONE, BENEDETTO e SCHMIDT, 1999; COLDRICK *et al.* 2005; LIGINLAL, RAM e DUCKSTEIN, 2006; TOLEDO *et al.* 2008) que definem que a correta seleção para comercialização e o planejamento do projeto do produto é o caminho do sucesso no PDP.

Para uma melhor definição das atividades do modelo, realizou-se a análise de sensibilidade das atividades excluídas do modelo. Para exemplificar a análise de sensibilidade, na atividade Revisar e Atualizar o Escopo do Produto que a macrofase de Desenvolvimento deve passar de uma importância de 19,28% para 60,22% ou a fase de Projeto Informacional de 12,14% para 37,89% para essa atividade entrar no modelo. Assim, devido a disparidade entre o valor atual e o necessário a atividade continuará fora do modelo proposto.

Para as demais atividades excluídas do modelo, foram conduzidas análises que retornaram resultados semelhantes. Dessa forma, análises de sensibilidade sugerem que a manutenção de todas as atividades excluídas do modelo. A exceção foi uma adequação da atividade “avaliar, aprovar e documentar a fase” durante a macrofase de desenvolvimento, pois o valor atual e o necessário dessa atividade foram próximos, o que poderia sugerir sua inserção no modelo.

No tópico 5.5, cada uma das fases do modelo de referência proposto são descritas para explicitar as atividades.

5.5 Modelo específico ajustado

O objetivo deste tópico é apresentar o modelo específico ajustado (parte do fluxograma da Figura 1) para o processo de desenvolvimento de produtos em médias empresas de base tecnológica fabricantes de eletrônicos, considerando as principais características dessas empresas em um modelo unificado.

Vale ressaltar que as atividades inseridas nesse modelo foram decorrentes da seleção por parte de especialistas em PDP das EBTs fabricantes de eletrônicos utilizando a modelagem matemática. A visão geral do modelo específico ajustado está ilustrada na Figura 13.

O modelo, apresentado na Figura 13, procura atender às três macrofases do PDP referente aos modelos genéricos estudados, sendo que a primeira macrofase, de pré-desenvolvimento, foi dividida em uma nova macrofase chamada de estratégia organizacional. Julgou-se necessário separar algumas fases consideradas no pré-desenvolvimento dos modelos genéricos em uma nova macrofase por causa das características das empresas pesquisadas, onde as decisões tomadas durante essas fases são realizadas pela alta direção da organização.

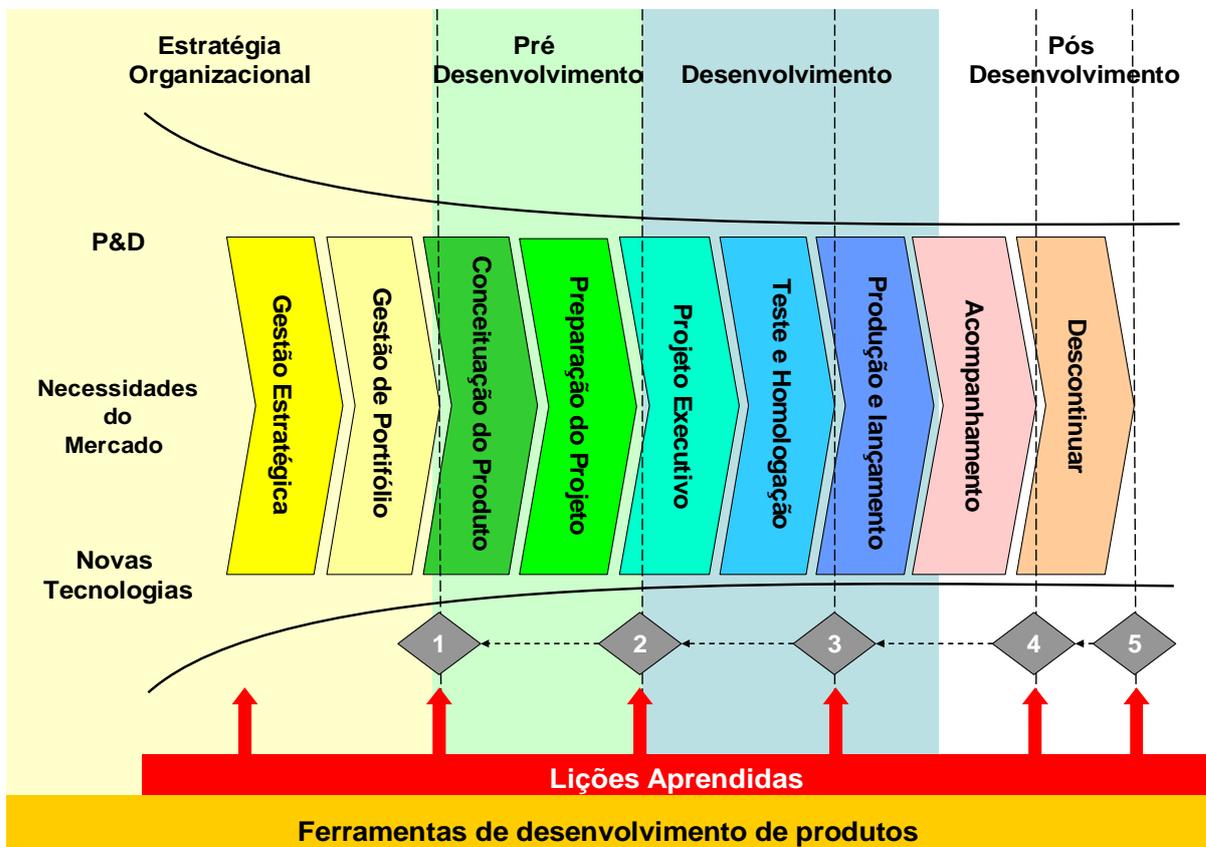


Figura 13 – Modelo de Referência para o PDP em EBTs fabricantes de eletrônicos

Fonte: Elaborado pelo autor

A macrofase de **estratégia organizacional** refere-se ao levantamento das necessidades do mercado, o desenvolvimento de novas tecnologias, a busca por editais em órgãos de fomento e associação com instituições de ensino para o desenvolvimento de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) conjunto e a definição dos produtos que serão desenvolvidos dentro da organização e quais serão retirados do mercado.

A primeira macrofase foi considerada pelos especialistas das EBTs fabricantes de eletrônicos como sendo a mais importante. É o processo no qual a empresa define seus

objetivos, suas metas e suas estratégias, incluindo o portfólio de produtos, e como o PDP permitirá que isto seja alcançado. Isto é gerenciado nas fases definidas como gestão estratégica e gestão de portfólio.

A macrofase de **pré-desenvolvimento** refere-se à identificação e definição das especificações iniciais dos projetos, bem como toda a preparação para o desenvolvimento do projeto do produto. Essa macrofase abrange as fases de conceituação do produto e preparação do projeto.

A macrofase de **desenvolvimento** refere-se ao desenvolvimento tecnológico do produto propriamente dito, bem como a realização dos testes, certificação e homologação, quando necessário, com organismos responsáveis por determinados produtos. Além disso, é na etapa de desenvolvimento que são definidas as sequências das atividades para a produção, os recursos necessários, a embalagem do produto e como será a forma de lançamento.

A macrofase de **pós-desenvolvimento** refere-se às atividades de acompanhamento do projeto do produto após o mesmo entrar no mercado e a forma de descontinuação desse produto, verificando as leis pertinentes a cada tipo de produto.

O modelo contempla cinco pontos de controle (*gates*) para avaliar e verificar as atividades desenvolvidas durante as fases. Considera-se que os registros para avaliação, aprovação e documentação das fases são importantes, mas pelas características das empresas, eles não precisam ser gerados ao final de cada fase e de cada atividade, mas sim dentro dos *gates*.

Vale ressaltar que grande parte dos colaboradores nessa atividade de desenvolvimento de produtos participa ativamente em todas as atividades do modelo e em todos os produtos, o que contribui para o modelo ter apenas cinco *gates*.

Mesmo assim, ainda durante os *gates*, pode ser necessário alguma alteração no projeto do produto decorrente de fases anteriores onde nesse momento é encaminhado a solicitação de alteração/mudança. Devido a essa possibilidade, os *gates* são interligados por setas como visualizado no modelo.

Dessa mesma forma, esses registros servirão de lições aprendidas para projetos de produtos futuros, mas essa consulta pode ser feita em momentos estratégicos, mais especificamente nos *gates* e no início da gestão estratégica.

As **lições aprendidas** tratadas por Silva (2003) e PMI (2004) evidenciarão as ações tomadas durante todo o projeto que servirão de orientação para trabalhos futuros e para melhorias durante o projeto. Com as lições aprendidas a empresa terá um banco de dados com as decisões tomadas em projetos passados. Este serve de base para a gestão do conhecimento.

As **ferramentas de apoio ao desenvolvimento de produtos** também foram consideradas como um processo de suporte no modelo proposto como citado por: Barclay (2002), Almeida e Miguel (2007), Yeh, Pai e Yang (2008), Mendes (2008) e Mello (2005). Dentre essas ferramentas podem-se citar:

- desdobramento da função qualidade (*quality function deployment - QFD*);
- análise dos modos de falha e seus efeitos (*failure modes and effects analysis - FMEA*);
- desenho assistido por computador (*computer aided design - CAD*);
- engenharia assistida por computador (*computer aided engineering - CAE*);
- gerenciamento dos dados do produto (*product data management - PDM*);
- processo de planejamento assistido por computador (*computer aided process planning - CAPP*);
- gerenciamento do ciclo de vida do produto (*product life-cycle management - PLM*);
- gerenciamento do relacionamento com o cliente (*customer relationship management - CRM*);
- *Technology Roadmapping (TRM)*;
- *Strengths, Weaknesses, Opportunies, Threats (SWOT)*;
- Análise de valor;
- *Benchmarking*;
- *Brainstorming*;
- *Desing for "X" (DFX)*;
- Tecnologia de Grupo, entre outras.

Para Rozenfeld *et al.* (2006), as ferramentas e técnicas contêm uma lista de passos que, se seguidos, propiciam a consecução dos objetivos para os quais elas se propõem.

Para manter o foco no modelo proposto, essas ferramentas são citadas, mas não comentadas em profundidade no presente trabalho.

A seguir, cada uma das macrofases e suas respectivas fases são descritas para um melhor entendimento do modelo específico ajustado.

5.5.1 Macrofase de estratégia organizacional

5.5.1.1 Gestão estratégica

A gestão estratégica serve de entrada para todas as atividades subsequentes, além disso, é nessa fase que são definidas quais as tecnologias que a EBT fabricante de eletrônico seguirá como mencionado por Phaal, Farrukh e Probert (2004) e Miguel (2008). A empresa pode buscar informações na literatura (portal de periódicos da Capes, por exemplo), feiras, congressos, bases de patentes, concorrentes, fornecedores e no mercado (clientes), sobre a tendência tecnológica a ser seguida. Na área das EBTs fabricantes de eletrônicos de médio porte a escolha errada da tecnologia ou do produto a ser desenvolvido poderia até decretar o fim da empresa. Por esse motivo, o desenvolvimento de novos produtos é uma decisão estratégica da alta direção e é ela quem assume a responsabilidade de definir as diretrizes para o desenvolvimento de novos produtos.

A busca em *site* de patentes ajuda a monitorar o desenvolvimento tecnológico e verificar o desenvolvimento por parte dos concorrentes. Isso se torna um diferencial para a empresa, pois uma das características marcantes do setor de EBTs eletrônicos é a velocidade das mudanças tecnológicas onde, nos últimos anos, percebe-se os impactos causados pelo avanço da tecnologia nesse segmento de mercado. Dessa forma, as empresas priorizam não só a estratégia de custo, qualidade e produtividade, mas também a inovação tecnológica.

Essa macrofase, além de definir qual tecnologia a empresa seguirá, permite que a empresa vislumbre em quais mercados irá atuar e como atuará nesses mercados. É necessário conhecer os mercados para os quais o produto se destina, pois o cliente final é quem irá determinar o sucesso ou fracasso do produto no mercado.

Consequentemente, a empresa consegue identificar quais as tecnologias serão incorporadas nos produtos de seu portfólio atual e quais novos produtos serão lançados. A empresa pode ir acrescentando as atualizações tecnológicas pouco a pouco nos seus produtos; sendo assim, a empresa possuirá diferentes tipos de inovação, os quais podem ser classificados como: inovação radical, modular, incremental e arquitetural.

Dessa forma, a primeira atividade na fase de gestão estratégica é revisar as principais diretrizes da organização com o intuito de conhecer quais são os planos futuros da EBT. Além disso, a EBT poderia verificar quais são suas principais fraquezas, forças, oportunidades e ameaças. Mesmo sendo uma visão estática da situação da empresa, essa análise auxilia na sua orientação estratégica.

5.5.1.2 Gestão de portfólio

Nesta fase de gestão de portfólio, como visto em Miguel (2007b), há a identificação dos potenciais produtos que a empresa poderá desenvolver para cada tecnologia e mercado, definidos na gestão estratégica, e quais os produtos da empresa deverão ser descontinuados. Dessa forma, pode-se definir como sendo as entradas para essa fase o resultado da gestão estratégica que consiste na definição da tecnologia, produto, mercado, alianças e parcerias.

A seleção dos produtos que serão desenvolvidos, levando em consideração as decisões tomadas na fase anterior, analisa os limites dos investimentos da empresa em projeto do produto, instalações, novas tecnologias e descontinuação. E para cada projeto define-se um limite, onde esse orçamento inicial contempla todos os recursos necessários para investir nesse novo produto.

Uma característica que precisa ser notada é o fato de todo projeto possuir um risco associado, verificado em PMI (2004). Os riscos inerentes a cada projeto podem ser maiores ou menores, dependendo da natureza do projeto. O importante na fase de gestão de portfólio é a empresa aprimorar seu processo de escolha do projeto de forma a minimizar o risco de escolher o projeto errado a ser desenvolvido. A empresa, nesse momento, pode fazer uso do AHP para modelar as escolhas dos seus projetos.

Devido a esses investimentos, algumas EBTs fabricantes de eletrônicos optam por aproveitar as instalações de outros produtos para a parte de montagem, protótipo e testes. Esse pode ser um dos critérios para seleção dos projetos a serem desenvolvidos. Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), outros critérios que podem ser utilizados para a seleção dos projetos de produto são: rentabilidade, valor do investimento, *budget* a ser utilizado para o PDP, riscos do projeto, tempo do desenvolvimento, ligação com a estratégia da empresa e característica da inovação.

Nas EBTs fabricantes de eletrônicos de médio porte, ou seja, que possui restrições de recursos, essas decisões estão diretamente ligadas à direção e presidência da empresa. Por esse motivo, a gestão de portfólio está contida dentro da macrofase de estratégia organizacional.

Assim, pode-se definir que durante a gestão de portfólio verificam-se as necessidades de mudanças no portfólio de produtos da empresa e sua viabilidade. É ainda durante essa fase que a empresa define o início da execução do projeto do produto. A gestão de portfólio analisa também os produtos que já estão no mercado e os projetos que ainda estão em desenvolvimento. As informações relativas sobre o desempenho diante da concorrência é essencial para uma boa gestão do portfólio.

Ao final dessa atividade a empresa necessita registrar esse processo e liberar para as fases seguintes. Esse registro poderia conter as decisões tomadas nas fases de gestão estratégica e gestão de portfólio. Dessa forma, considera-se este como sendo o primeiro *gate* do modelo específico ajustado de desenvolvimento de produtos proposto no presente trabalho.

5.5.2 Macrofase de pré-desenvolvimento

5.5.2.1 Conceituação do produto

A fase de conceituação do produto tem como objetivo a definição dos requisitos necessários do produto e seus conceitos para atender as determinações geradas nas fases anteriores. Dessa forma, pode-se considerar como sendo uma entrada desse

processo os registros gerados no *gate* anterior, que servem como uma autorização formal para o desenvolvimento do projeto.

Os requisitos necessários do produto e seus conceitos consistem em uma lista de itens que incluem os requisitos de funcionamento, desempenho, *design*, dimensões, possíveis erros de utilização, proteção ambiental, características específicas do produto essenciais para o uso seguro e adequado, ergonomia, consumo, disponibilidade, confiabilidade, durabilidade, custo operacional e as leis aplicáveis a esse produto que está sendo desenvolvido. Isso requer também definir os requisitos dos clientes.

Além disso, os requisitos necessários do produto e seus conceitos contêm a definição do escopo do produto, dando início à fase seguinte que foi definida como sendo a preparação do projeto. Vale ressaltar que o escopo do produto é composto pela especificação técnica, que descreve o conjunto de funcionalidades e o desempenho desejado para o produto e que o escopo do projeto define o conjunto de trabalhos que serão executados para construir e entregar o(s) produto(s) do projeto. O escopo do produto é um dos itens do escopo do projeto, que será desenvolvido na fase seguinte.

5.5.2.2 Preparação do projeto

Com a definição do escopo do produto definido na fase anterior, a preparação do projeto contempla as atividades necessárias para a definição do escopo, o planejamento e controle do projeto do produto.

Durante esta fase são definidos os interessados nos projetos, as responsabilidades e autoridades de cada colaborador, as atividades, seu sequenciamento e, dessa forma, é definido o cronograma. O cronograma necessita ser compatível com as diretrizes definidas nas fases anteriores e com a evolução do mercado e da tecnologia. A empresa pode também definir as premissas, restrições, limitações do projeto, assim como os prazos máximos a serem atingidos.

Para facilitar o entendimento por todos os envolvidos no projeto, melhorar a precisão das estimativas de custo, tempo e recursos e definir os padrões de forma mais objetiva, a empresa precisa detalhar o escopo do projeto. Uma das ferramentas que pode ser utilizada para detalhar o escopo do projeto é a Estrutura Analítica de Projetos

(EAP). Segundo o PMI (2004), uma estrutura analítica de projeto é um agrupamento de componentes do projeto que organiza e define o escopo total do projeto. Assim, o trabalho que está fora da EAP estará fora do escopo do projeto. Além disso, a EAP é usada para criar ou ratificar o entendimento comum do escopo do projeto.

Devido ao tamanho das empresas, e pelo fato da maioria dos colaboradores envolvidos estarem diretamente ligados em todo o desenvolvimento durante praticamente todo o tempo, não é necessário definir formalmente um plano de comunicação, pois grande parte das informações é tratada diretamente entre os funcionários.

Nessa fase é importante realizar todo o levantamento dos riscos para se desenvolver o projeto do produto, onde essa avaliação pode ser realizada de maneira quantitativa ou qualitativa. A atividade de avaliação dos riscos pode conter alguns planos de ações preventivos e corretivos para eliminar, transferir, mitigar ou aceitar os riscos do projeto do produto.

É ainda durante a fase de preparação do projeto que as empresas confirmam a viabilidade econômica do produto que está sendo desenvolvido. Assim, prepara-se uma estimativa e um orçamento dos custos do produto e do projeto do produto. Faz-se necessário um planejamento e preparação das aquisições, sendo que a seleção de fornecedores é uma etapa importante durante o desenvolvimento, pois por meio desses é que a empresa poderá refinar os seus custos, cronogramas, produção e lançamento.

Em EBTs fabricantes de eletrônicos existe a particularidade de muitos produtos e componentes que são adquiridos demorarem certo tempo para chegar dentro da organização. Devido a essa característica a empresa pode preferir, durante a fase de projeto do produto, realizar as aquisições de determinados componentes que demoram a serem adquiridos.

Assim, a empresa seleciona seus fornecedores com base na capacidade desses em fornecer os produtos e componentes de acordo com os requisitos especificados na compra. Um dos critérios que a empresa pode utilizar é de comprar de fornecedores já em carteira e de conceber produtos pensando na tecnologia de grupo, para facilitar as compras e o desenvolvimento dos produtos.

Caso seja necessário, a empresa desenvolve novos fornecedores para alguns componentes do produto, podendo utilizar critérios como prazo de entrega, custo e qualidade.

Como o modelo apresenta uma série de atividades para serem controladas, a empresa necessita criar alguns indicadores de desempenho para monitorar o desenvolvimento do projeto e servir como orientações na gestão de portfólio.

Ao final dessa atividade a empresa registra esse processo e libera o projeto para as fases seguintes. Esse registro contém as decisões tomadas nas fases de conceituação do produto e preparação da projeto. Assim, considera-se este como sendo o segundo *gate* do modelo específico ajustado de desenvolvimento de produtos proposto pelo presente trabalho.

5.5.3 Macrofase de desenvolvimento

5.5.3.1 Projeto executivo

A fase de projeto executivo dá início à macrofase de desenvolvimento. O objetivo dessa fase é desenvolver, atender e finalizar todos os requisitos do produto e seus conceitos e definir os critérios de aceitação do produto.

Devido às características das empresas estudadas, essa fase engloba, comparando-a a um dos modelos genéricos de Rozenfeld *et al.* (2006), as fases de projeto conceitual e projeto detalhado.

Dessa forma, a primeira atividade a ser desenvolvida nessa fase é verificar quais os resultados do segundo *gate*, para dar continuidade no projeto do produto. Realizada essa atividade de análise do *gate* a empresa verifica e confirma os desejos do cliente levantados anteriormente.

Feito isso, a empresa parte para a definição da arquitetura do produto. A arquitetura para o produto pode ter várias definições, mas seleciona-se uma dessas soluções para ser desenvolvida. Nesse momento são realizados estudos, análises, especificações, simulações que permitem consolidar o projeto do produto através dos

parâmetros que o caracterizam. A empresa pode utilizar de métodos de tomada de decisão para escolher a melhor arquitetura para o produto.

Nessa fase faz-se também a definição do sistema, subsistema e componentes, principalmente nos casos em que o produto possua várias partes. Assim, é necessário o detalhamento.

Dentro da fase de projeto executivo, o projeto dos sistemas pode ser desenvolvido como um projeto independente, verificando-se os efeitos sobre o produto completo. O responsável pelo desenvolvimento do sistema deve ser capaz de atingir todos os requisitos necessários previstos para o sistema. Para cada sistema podem ser definidos os subsistemas e os componentes envolvidos e a forma de montagem dos mesmos.

De forma análoga ao desenvolvimento dos sistemas, o desenvolvimento dos subsistemas pode ser conduzido, observando-se que o projeto aproxima-se das peças físicas. Ao final dos subsistemas tem-se a preparação dos componentes que servirão no produto.

Os componentes são os menores elementos do sistema e, conseqüentemente, do produto final, onde com esses componentes é que o produto chega à sua realidade física. A definição dos componentes é essencial para o processo de montagem/fabricação e aos fabricantes, pois é após a definição dos componentes que a empresa define a sua lista de materiais ou estrutura do produto (BOM – *Bill Of Materials*).

A forma final do produto só pode ser feita após a definição dos seus componentes e após essa definição já é possível visualizar e planejar o processo de fabricação, permitindo definir a ordem e o processo de montagem das peças, o maquinário necessário, número de funcionários, onde, quando e como devem ser realizadas as inspeções, os componentes críticos e as cotas críticas do produto.

O planejamento do processo de fabricação permite às EBTs fabricantes de eletrônicos visualizar os custos de produção do produto, permitindo que a alta direção possa verificar os investimentos necessários para o projeto do produto como um todo. Caso a empresa decida por utilizar sua linha de produção existente, deve-se verificar o impacto na produtividade nos outros produtos, e verificar a maior lucratividade de

cada um para decidir o planejamento da produção. Provavelmente, os especialistas julgaram não sendo uma atividade essencial justamente pelo fato das empresas já possuírem linhas que comportam entrada de novos produtos. Será verificada na adequação do modelo a necessidade ou não dessa fase.

Considerou-se como sendo uma parte importante e que foi verificada durante as entrevistas no processo de desenvolvimento de produtos das empresas estudadas a atividade de projetar embalagem, mesmo que os especialistas das EBTs fabricantes de eletrônicos não a tenham considerado como sendo uma atividade importante. Isso ocorre devido ao fato das empresas estudadas utilizarem as embalagens apenas como transporte e pelo fato das embalagens, nesses casos, não ter a função mercadológica. Mas, ao desenvolver o produto é necessário projetar as embalagens, onde essas poderão ter a função, dentre outras, de proteção e de facilitar a comercialização (função mercadológica).

Além da preocupação com as embalagens, vale ressaltar nesse ponto a importância da empresa em buscar proteger a sua propriedade intelectual, podendo incluir inclusive a embalagem. Antes de realizar os testes e a homologação do produto, a empresa deveria solicitar, quando possível, o pedido de patente do seu produto, registrar a marca do produto e o desenho industrial, mesmo que esses dois últimos possam ser feitos nas fases seguintes. A empresa pode definir também a possibilidade de se transferir a tecnologia desenvolvida caso seja do seu interesse, e nesse caso deve-se registrar essa transferência junto ao órgão responsável.

O pedido de patente não garante que a patente será concedida, mas é uma garantia de proteção da propriedade industrial da empresa. Para evitar uma concorrência desleal e não levar o consumidor a equívocos, a embalagem também pode ser protegida contra cópia. Caso a embalagem tenha uma funcionalidade diferente, essa também pode ser protegida.

5.5.3.2 Teste e homologação

Durante a fase de teste e homologação é desenvolvido um protótipo do produto. Os testes, ensaios e avaliações visam verificar o quanto o projeto está cumprindo os

requisitos necessários do produto definidos na fase de conceituação do projeto. Esses testes validariam, ou seja, iriam assegurar que o produto resultante é capaz de atender aos requisitos especificados ou o seu uso pretendido.

Quando necessário, a empresa pode homologar seu produto por organismo autorizado e competente. Para isso, a empresa submete o seu produto para homologação para confirmar os requisitos pelos quais ele se aplica.

Ao final dessa atividade a empresa registra esse processo e libera o projeto para as fases seguintes. Esse registro contém as decisões tomadas nas fases de projeto executivo e teste e homologação. Dessa forma, considera-se este como sendo o terceiro *gate* do modelo específico ajustado de desenvolvimento de produtos proposto pelo presente trabalho.

5.5.3.3 Produção e lançamento

Após o depósito do pedido de patente, os testes realizados, a homologação do produto confirmada e antes do início da produção, é necessário realizar a certificação do produto. Essa certificação serve para que todos os problemas e defeitos encontrados possam ser totalmente corrigidos.

Para garantir que cada unidade fabricada atenda às especificações técnicas do produto, todo o processo de produção necessita ser desenvolvido. Usualmente, a verificação do processo produtivo é feito por meio do lote piloto. Porém, em EBTs fabricantes de eletrônicos a verificação do processo produtivo é realizado conforme todos os demais lotes de fabricação.

Mas, é durante a montagem desse primeiro lote de fabricação que a empresa refina os tempos de montagem, analisa os gargalos, monitora as principais dificuldades na montagem e sugere correções, avalia os fornecedores e identifica as principais perdas de material.

A empresa desenvolve o seu processo de vendas, que será responsável por comercializar os seus produtos. Dessa forma, a empresa deve-se atentar para a incorreta estimativa de potencial de mercado, verificando em quais mercados a

empresa irá atuar logo no início das vendas, verifica possíveis falhas na distribuição e atenta-se para o preço acima da concorrência.

É por meio do processo de vendas que o produto terá sua imagem atrelada ao mercado, o que poderá contribuir para o sucesso ou não e também para que esse produto seja reconhecido com mais rapidez e confiança.

Assim, é necessário que a empresa, de posse das especificações do produto, defina como será o seu processo de venda. Isto inclui verificar a necessidade de aquisição de recursos, contratação ou alocação de pessoal, treinar os colaboradores no novo produto e treinar o pessoal que apoia o processo de vendas, ou seja, os funcionários que ficam na empresa.

A distribuição em EBTs fabricantes de eletrônicos de médio porte pode ser feita junto com os demais produtos que a empresa comercializa, seguindo a mesma sistemática que é utilizada nos demais. Os mesmos cuidados deveriam ser tomados para os processos de atendimento ao cliente e assistência técnica.

Para se desenvolver a atividade de lançamento do produto, o pessoal responsável necessita ter em mãos a informação do mercado-alvo, posicionamento do produto no mercado, situação da concorrência, custo-alvo e preço planejado, lucro esperado, fluxo de caixa, logística de distribuição e processos de apoio.

Muitas dessas informações já foram tratadas anteriormente no decorrer do desenvolvimento do produto, não sendo obtidas apenas no ato do lançamento do produto.

As tarefas seguintes para o lançamento do produto são o planejamento da campanha publicitária, o desenvolvimento da campanha e a promoção de vendas. Durante o planejamento da campanha publicitária é que a empresa define quais os meios de comunicação serão utilizados para enviar a mensagem aos seus clientes e qual mensagem será utilizada. A empresa pode optar por feiras, congressos, revistas ou *folders* para levar a informação até seu cliente.

O desenvolvimento da campanha também tem o intuito de promover e alavancar as vendas. Assim, é durante essa atividade que deve-se convencer o cliente a comprar o produto, geralmente comparando com os produtos do concorrente. E, durante a promoção de vendas, o objetivo é incentivar rapidamente as vendas em um curto

espaço de tempo. Durante a propaganda a empresa mostra que o produto deve ser adquirido e na promoção a empresa incentiva a compra.

5.5.4 Macrofase de pós-desenvolvimento

5.5.4.1 Acompanhamento

As atividades relacionadas ao acompanhamento são a avaliação da satisfação do cliente, ou seja, verificar a satisfação dos clientes com relação ao produto, registrar as lições aprendidas e verificar como está o desempenho do produto no mercado.

É durante o acompanhamento que se visualiza o volume de vendas, taxa de reclamação, número de produtos não conformes e seus desdobramentos e, assim, percebendo os itens com uma taxa de confiabilidade menor. Os aspectos relacionados ao meio ambiente, monitoramento do desempenho da produção, demais fatores relacionados com a produção e o projeto do produto também são verificados no acompanhamento.

Essa fase permite que todas as informações, sejam elas positivas ou não, relativas ao processo de desenvolvimento de produtos e ao produto propriamente dito, sejam usadas para melhorar o desenvolvimento dos produtos atuais e daqueles que ainda virão a ser desenvolvidos. É durante essa fase que a empresa monitora os seus concorrentes para verificar se as questões relativas a propriedade industrial estão sendo violadas ou não.

Esse processo pode utilizar a estrutura já existente na empresa, não sendo necessário criar uma nova estrutura. Entretanto, vale ressaltar a importância de se verificar a necessidade de contratação de pessoal, aquisição de recursos e treinamento/capacitação dos funcionários. O processo de atendimento ao cliente é um canal de comunicação entre a empresa e o usuário final, sendo que esse processo dará o *feedback* para melhorias no produto.

Quando a empresa não possuir um processo definido de acompanhamento, esse poderia ser estruturado com o objetivo de captar as informações citadas anteriormente. Quando os resultados planejados não forem alcançados de forma satisfatória a empresa poderia realizar correções e ações corretivas para atingir o seu objetivo esperado.

Ao final dessa atividade a empresa registra esse processo e libera o projeto para a fase seguinte. Vale ressaltar que nesse momento específico, o *gate* pode ser desdobrado em vários “momentos” durante o ciclo de vida do produto. Dessa forma, têm-se vários registros com as informações e as decisões tomadas durante o acompanhamento e monitoramento do produto no mercado. Assim, considera-se este como sendo o quarto *gate* do modelo específico ajustado de desenvolvimento de produtos proposto pelo presente trabalho.

5.5.4.2 Descontinuação

A fase de descontinuação do produto tratada por Back (1983) e Rozenfeld *et al.* (2006) é considerada importante por todos os especialistas das EBTs fabricantes de eletrônicos estudadas. Porém, essa fase é realizada de uma maneira informal nessas empresas. Durante essa fase é definido o momento pertinente para a retirada do produto do mercado ou sua substituição por outro produto mais avançado.

Assim, é durante a fase de descontinuação que a empresa define quando a produção será encerrada e verifica por quanto tempo a empresa continuará dando suporte para o produto que está saindo de linha. As EBTs fabricantes de eletrônicos poderiam elaborar normas e procedimentos para a reciclagem, para o gerenciamento e para a destinação final dos produtos descartados. Em determinados casos, a empresa será responsável por receber novamente os produtos de forma a tratar desse passivo ambiental. Esse processo de logística reversa depende do tipo de material empregado no produto e o motivo pelo qual esse entrou no sistema da empresa. Os produtos retornam devido a uma necessidade de reparo, reciclagem, descarte ou simplesmente porque os clientes os devolveram.

Isso ocorre devido às legislações ambientais e a Política Nacional de Resíduos Sólidos serem mais rígidas e explicitarem que os fabricantes possuem a responsabilidade sobre os produtos até o final da vida útil do produto e sua logística reversa. A lei 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e se aplica aos responsáveis pela geração de resíduos sólidos e que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Quando o produto for desmontado, a empresa necessita criar uma linha de desmontagem e planejar a logística reversa necessária para receber até mesmo essas partes para definir seu destino final. Caso a empresa consiga reciclar algumas dessas partes desmontadas pode ser prevista a reciclagem. O impacto ambiental relacionado a descontinuação do produto é analisado e qualquer aspecto negativo é tratado de forma a gerar uma ação efetiva.

Dessa forma, as EBTs fabricantes de eletrônicos deveriam se preocupar com os processos de reciclagem, reutilização total ou parcial e aproveitamento do produto e/ou dos seus componentes e planejar a neutralização e disposição final apropriada dos componentes tecnológicos equiparados a lixo químico. Isso poderá ser feito por convênios com cooperativas ou associações de catadores, instituições educacionais e de ensino superior e demais entidades organizadas da sociedade civil.

Ao final dessa atividade a empresa registra esse processo e o arquiva para consultas futuras de outros produtos que passarão pelo processo de descontinuação. Esse registro contém as decisões tomadas nessa fase. Assim, considera-se este como sendo o quinto e último *gate* do modelo específico ajustado de desenvolvimento de produtos proposto pelo presente trabalho.

No próximo tópico são discutidos os três estudos de casos dessa pesquisa em relação a adequação de cada etapa do modelo proposto para o PDP de EBTs eletrônicas de médio porte.

6. ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO DO MODELO

6.1 Considerações gerais

A verificação da adequação do modelo de referência proposto foi realizada nas empresas onde os especialistas realizaram comparações. Esta atividade se faz necessária para analisar o quanto o modelo específico ajustado se adéqua ao PDP das EBTs eletrônicas de médio porte de uma forma integrada, permitindo uma oportunidade de ajustar e refinar suas macrofases, fases e atividades para este segmento de mercado.

6.2 Adequação do modelo

Para a realização da adequação utilizou-se os Apêndices D e E. O apêndice D serve como roteiro de entrevista, contendo as atividades do modelo do PDP para EBTs. Ele auxilia na avaliação da adequação do modelo a fim de garantir a exclusão das atividades consideradas de pouca importância, além de evidenciar quais as atividades citadas no modelo específico ajustado são realmente desenvolvidas pelas empresas. Após as entrevistas com os responsáveis pelo PDP dessas empresas, se fez necessário um quadro resumo da adequação para decidir pela permanência, exclusão ou inclusão de uma atividade no modelo proposto (apêndice E).

O critério utilizado para a permanência ou não das atividades no modelo é de que a atividade seja realizada, ou não, em todas as empresas entrevistadas. Da mesma forma, para que uma atividade considerada de baixa importância seja inserida no modelo, essa deverá ser evidenciada em todas as empresas.

Após essa etapa de adequação do modelo, este passará de modelo específico ajustado para modelo específico proposto adequado, conforme definido na Figura 1 do presente trabalho.

O modelo específico proposto adequado, adaptado dos modelos genéricos observados na literatura, para EBTs fabricantes de eletrônicos de médio porte, propõe-

se a atuar como um guia para a melhoria do PDP dessas empresas. Nos tópicos 6.2.1 e 6.2.2 (análises intracasos e intercasos, respectivamente) são apresentadas as entrevistas de adequação do modelo para cada um dos três casos, sendo que as nomenclaturas das empresas serão mantidas dos capítulos anteriores para efeito de comparação.

6.2.1 – Análise intracasos

6.2.1.1 Caso Empresa C

Com o intuito de consolidar as informações de tecnologia e mercado a empresa C participa como expositor em feiras e verifica outras informações relevantes nos pedidos dos clientes. Não existe uma gestão de portfólio documentada, mas são realizadas reuniões para decidir quais os projetos serão desenvolvidos.

A empresa possui um registro de planejamento do projeto que contempla o título do projeto, gerente de projeto, data de abertura, término previsto, custo previsto, descrição de atividade e a liberação formal do início das atividades.

Após essa definição o gerente de projetos elabora a matriz de responsabilidade/atividades/comunicação, apresentando todos os envolvidos no projeto, chegando a explicitar quem são os executores para cada atividade. As atividades são colocadas em um cronograma e são sequenciadas. Esse cronograma e o sequenciamento servem para o controle das atividades.

Não existe uma análise de risco formal, ou seja, não há registros, mas leva-se em consideração a experiência dos gerentes de projeto para analisar os possíveis riscos. A análise de viabilidade econômica é feita antes mesmo de se iniciar o projeto formalmente, da mesma forma que isso acontece também com as aquisições dos principais produtos como transistores e FPGA (*Field Programmable Gate Array*). Os componentes com baixo valor agregado não influenciam na análise das aquisições.

Dessa forma, à medida que o projeto é desenvolvido, o escopo do projeto é revisado, inclusive os requisitos dos clientes e os requisitos de entrada do projeto. Esses requisitos são definidos junto com a análise de viabilidade e aquisições dos principais produtos.

Não são feitas as atividades de modelar funcionalmente o produto e não são definidas as alternativas de solução. A empresa desenvolve a arquitetura do produto com o diagrama em bloco funcional e, em seguida, são definidos os sistemas, subsistemas e componentes e, dessas atividades, são gerados registros por parte dos próprios desenvolvedores. Não é realizado um planejamento para manufatura, devido ao tamanho da empresa, porém, quando necessário, a empresa realiza uma solicitação de compra e gera um registro.

Em seguida, a empresa gera toda a documentação necessária para a produção e realiza a atividade de projetar a embalagem, mas nesse caso, não existe uma preocupação com o *design* da embalagem, pois essa tem apenas a função de proteção. A empresa segue as resoluções da ANATEL e realiza testes em 100% dos produtos e busca a homologação para os produtos que possuem essa necessidade.

A empresa não obtém e não adquire novas instalações de recursos para esses novos produtos, pois são produtos de pequeno porte. É produzido o lote piloto, mas esse lote piloto é acompanhado pela equipe de desenvolvedores que registra todos os problemas e acontecimentos. Uma particularidade desse lote piloto é que o mesmo é vendido.

Os desenvolvedores auxiliam os processos de vendas e *marketing*, sendo que o lançamento do produto é feito em revistas e em feiras. A empresa realiza uma pesquisa de satisfação com seus clientes e possui registro dessa análise. Da mesma forma o monitoramento do desempenho do produto é feito principalmente na área técnica, que registra os problemas no produto. A descontinuação é feita por um registro, mas que serve mais para a produção, principalmente para avisar para não disparar compras no lote mínimo de compras e para evidenciar os impactos. Essa decisão é tomada em reuniões.

6.2.1.2 Caso Empresa D

Durante a adequação na empresa D percebeu-se que as fases relacionadas à macrofase estratégia organizacional são realizadas de forma integral. Para a consolidação de informações sobre tecnologia e mercado a empresa participa como

expositor em feiras e congressos nacionais e internacionais (NAB - Estados Unidos; IBC - Europa; SET - Brasil) e visita a feira *Global Sourcing* na China. Nesse momento é onde são verificadas as necessidades dos clientes e a situação dos concorrentes. Após isso, é gerando um registro de Solicitação de Projetos.

Assim, a empresa verifica ou altera o seu portfólio de produtos, o que gera um registro de alteração de produto ou solicitação de um novo produto. Dessa forma é feita o *forecast* pelo departamento comercial que define se pode ter a entrada ou não do novo produto pela viabilidade econômica do mesmo. Com o estudo de viabilidade realizado, tem-se o registro aprovação do portfólio, que define o início dos projetos.

Para a macrofase de pré-desenvolvimento é gerado um registro chamado de planejamento de projeto que contempla os interessados do projeto, incluindo principalmente os envolvidos, é definido o escopo do projeto e do produto e realizado o cronograma de atividades e o seu sequenciamento.

As atividades de estimativa de custos e orçamentos, viabilidade econômica do projeto e o planejamento e a preparação das aquisições são realizadas na macrofase anterior devido às características da empresa e do produto a ser desenvolvido.

Durante a análise crítica do projeto é feita a avaliação dos riscos. Essa avaliação é realizada de forma qualitativa e são gerados registros.

Para a macrofase de desenvolvimento a empresa não considera necessário revisar e atualizar o escopo do produto, pois os responsáveis pelo desenvolvimento participam efetivamente da criação do escopo. Além disso, os requisitos do cliente e a definição dos requisitos de entrada são inseridos no mesmo documento de planejamento do projeto e nessa etapa eles são confirmados.

A empresa modela funcionalmente o produto e gera registros específicos de *hardware* e *software*. São desenvolvidos princípios de solução para o produto, mas não são registradas essas alternativas, é registrada apenas a solução utilizada. A definição de fornecedores e parceiros e a análise de sistema, subsistema e componentes é feito na macrofase anterior, principalmente para os componentes mais caros como transistores, filtros, *chipset* e FPGA. Outros componentes como capacitores e resistores são comprados no decorrer do desenvolvimento mesmo.

Cada projetista tem no seu registro de projeto o detalhamento da parte específica que ele está desenvolvendo. Esse registro é conhecido como registro de detalhamento do projeto e define o sistema, subsistema e componente.

Para facilitar a fabricação e montagem é elaborado um registro denominado *check list* de produção que detalha os documentos que precisam ser gerados para a produção ser desenvolvida. A embalagem do produto é definida e a mesma possui registro de aprovação por parte do gestor de projetos, que mantém o desenho da embalagem e dos suportes.

A empresa segue as resoluções da ANATEL (tais como a 284 - equipamento analógico, 498 - equipamento digital e 492 - rádio digital) e todos os produtos são testados, certificados e homologados.

O projeto e desenvolvimento dessa empresa fornece suporte a manutenção, porém todos os produtos são concebidos de modo a facilitar a manutenção. Todos os produtos possuem um lote piloto, onde para esse lote é gerado um registro de produção. A fabricação do lote piloto é acompanhada pelo grupo de pessoas do PDP, servindo como treinamento para a produção e onde já são corrigidos possíveis erros. Na grande maioria dos casos não é desenvolvido um novo processo produtivo, principalmente em virtude dos novos produtos praticamente entrarem com a produção já em andamento.

O lançamento do produto é feito pelo processo de vendas, onde o PDP é responsável por dar suporte a vendas com todas as informações do produto. Vendas é responsável por lançar o produto e registrar no registro de lançamento. Da mesma forma, o PDP fornece suporte à assistência técnica, mas não desenvolve um novo processo para tal.

A atividade de avaliação da satisfação do cliente é feita a cada dois meses por meio do questionário de satisfação dos clientes e é realizada com 100% dos clientes. Para o monitoramento do desempenho do produto a assistência técnica coleta as informações e encaminha as necessidades de alteração para o PDP.

Não existe um registro específico de lições aprendidas, porém no decorrer do PDP são gerados vários registros que servem como fonte de conhecimento para demais

projetos. Para descontinuar o produto são utilizados os critérios: obsolescência, defasagem técnica, defasagem de preço e são gerados registros da decisão.

6.2.1.3 Caso Empresa E

Durante a adequação na empresa E percebe-se que não são feitos registros para a definição do mercado e da tecnologia. Nesse caso são realizados seminários em conjunto com fornecedores e parceiros para definir os próximos produtos a serem desenvolvidos. As melhores soluções são registradas. Além desse seminário, a empresa participa de feiras como a FIEE, Futurecom, FIVEL, Equiphotel e Exposeg e busca novidades na China e Taiwan e na Alemanha no congresso CEBIT.

A gestão do portfólio é realizada por meio do detalhamento do portfólio da empresa e a direção, em conjunto com o comitê estratégico, define as prioridades que serão seguidas dentro da empresa e o início do desenvolvimento desses produtos. A gestão de portfólio é registrada em um documento específico da empresa. O portfólio é realizado somente para os produtos, sendo que a empresa pretende elaborar futuramente uma gestão de portfólio específica para tecnologia.

Após a definição do início do projeto é feito o seu planejamento, onde são registrados os interessados, incluindo os envolvidos no projeto, o escopo do projeto e produto, definidas as atividades, sequências e cronograma. Não é realizada uma análise formal dos riscos com registros.

A empresa define que o orçamento, levantamento de custos e estudo de viabilidade são realizados antes da definição do início do projeto, principalmente após os seminários onde são discutidos sobre os produtos e tecnologias e antes do início do projeto. Devido a quantidade de pessoas envolvidas a revisão do escopo não é feita, o que é feito é que a medida que o desenvolvimento é revisado o escopo é acompanhado, porém sem registros. As alterações são feitas caso ocorra alguma mudança. Durante o planejamento do projeto são detalhados ainda os requisitos do cliente e os requisitos de entrada.

A empresa não modela funcionalmente o produto e não desenvolve princípios e alternativas de solução, partindo direto para a arquitetura do produto, onde é realizada

a análise dos sistemas, subsistemas e componentes. A definição dos fornecedores e parcerias é realizada já na gestão de portfólio, principalmente para os componentes principais do produto. Para os componentes de baixo valor, esses são adquiridos em fornecedores em carteira da empresa. A empresa segue os regulamentos da ANATEL e as normas dos outros países para qual ela exporta, como a Argentina e o México.

Além disso, devido ao tamanho da empresa, não é feito o planejamento da manufatura, sendo que o mesmo é realizado na preparação da produção, após o teste do lote piloto com o desenvolvimento de procedimentos, registros e dos testes. O lote piloto é feito após a aprovação do protótipo e depois que todos os testes foram realizados. A montagem do lote piloto é acompanhada por um dos responsáveis do desenvolvimento para assegurar a qualidade de todo o processo. São gerados registros das etapas da montagem do lote piloto e todas as correções necessárias são registradas.

É desenvolvido o projeto da embalagem dos produtos e os registros são arquivados. Simultaneamente são realizados o teste e a homologação para 100% dos produtos. Para a comercialização do produto o mesmo necessita ser certificado. A empresa realiza apenas a montagem (integração) do produto, sendo assim não é necessária a obtenção e instalação dos recursos.

Os desenvolvedores auxiliam os processos de vendas, assistência técnica e atendimento e *marketing* que, no caso dessa empresa, estão todos localizados na área conhecida como comercial. Esse suporte é feito através de treinamento com todas as informações do produto desenvolvido para a área interna. O comercial é responsável pelo treinamento dos clientes com as informações do produto, vendas e assistência técnica, onde são gerados registros em documentos específicos da empresa.

O departamento comercial também é responsável por realizar a pesquisa de satisfação de clientes e monitorar o desempenho do produto no cliente. Essas informações são registradas.

A empresa descontinua seus produtos à medida que os mesmos não trazem mais retorno. A descontinuação do produto ocorrerá na fase de concepção, conforme será definido em procedimento documentado.

6.2.2 – Análise intercasos

Realizando uma comparação entre os três casos estudados, percebe-se que algumas atividades são realizadas em todas as empresas e outras atividades não são realizadas em todas as empresas. O Apêndice E apresenta um resumo dessa análise comparativa entre os três casos e a decisão da adequação por atividade. Devido às empresas serem de médio porte, percebe-se uma estrutura adequada para o PDP, mas que existe uma diferença em relação às atividades que cada empresa utiliza para gerenciar o desenvolvimento dos seus produtos.

Na macrofase de estratégia organizacional, que inclui as fases de gestão estratégica e gestão de portfólio, a empresa D foi a que evidenciou realizar o maior número das atividades, seguida pela empresa C. A atividade de análise de riscos não foi evidenciada nas empresas C e E, mas pelo fato da empresa D realizar essa atividade essa será mantida no modelo.

A empresa E, na macrofase de estratégia organizacional é a que executa a menor quantidade de atividades. O responsável pelo setor informou que as atividades que não são executadas estão em fase de implementação e o mesmo confirma a importância dessas para a empresa.

A atividade de definir fornecedores foi dividida em dois momentos, sendo que em um primeiro momento na macrofase de estratégia organizacional serão definidos os fornecedores dos componentes principais, aqueles que possuem um alto valor agregado. O segundo momento de definição de fornecedores acontece na fase de projeto executivo na macrofase de desenvolvimento, onde são definidos os fornecedores de componentes de baixo valor no produto. Esse modo de separação dessa atividade foi evidenciado em todas as empresas estudadas.

Na macrofase de pré-desenvolvimento que contempla as fases de conceituação do produto e preparação do projeto foi evidenciado que as três empresas executam as atividades dessa macrofase. A empresa E executa a atividade de revisão e atualização do escopo do produto, mas como as empresas C e D não realizam essa atividade essa será mantida excluída do modelo.

Com relação a macrofase de desenvolvimento, a atividade de modelar funcionalmente o produto foi evidenciada apenas na empresa B. Dessa forma, essa atividade será mantida excluída do modelo. A outra atividade que continuará excluída do modelo proposto é a de desenvolver princípios e alternativas de solução, sendo que essa atividade não foi evidenciada em nenhuma das empresas entrevistadas. Essa mesma situação ocorreu para a atividade de planejar a manufatura.

A atividade de obter e instalar recursos foi mantida excluída do modelo já que as empresas C e E não evidenciaram essa atividade. Por serem empresas de médio porte os novos produtos utilizam as instalações já desenvolvidas pela empresa para outros produtos. Analogamente, a atividade de desenvolver o processo de produção e manutenção também será excluída do modelo de PDP. A atividade desenvolver assistência técnica e atendimento ao cliente será substituída por desenvolver o comercial.

Uma atividade que será mantida no modelo é a atividade de certificar o produto, mas essa atividade depende das características do produto que está sendo desenvolvido. Dessa mesma forma foi inserida uma atividade de verificar resoluções da ANATEL, pois como o modelo atende às empresas eletrônicas envolvidas com a área de telecomunicações, se faz necessária essa atividade quando aplicável.

Na macrofase de pós-desenvolvimento foi evidenciado que a atividade de registrar as lições aprendidas não foi observada nas empresas C e D, porém a empresa E registra os fatos ocorridos no desenvolvimento do produto. Dessa forma, essa atividade será mantida no modelo.

6.3 Análise final da adequação do modelo

A análise final da adequação modelo específico proposto pelo presente trabalho nas três empresas de base tecnológica de médio porte fabricantes de eletrônicos mostrou que a sistemática que essas empresas utilizam para o projeto e desenvolvimento de seus produtos é coerente com praticamente todas as fases e atividades propostas no modelo. O modelo foi apresentado aos responsáveis pelo

desenvolvimento de novos produtos na empresa e as macrofases e fases foram consideradas adequadas.

Entretanto, as atividades de revisar e atualizar o escopo do produto, modelar funcionalmente o produto, desenvolver princípios e alternativas de solução, planejar a manufatura, obter e instalar recursos, desenvolver processo de produção e manutenção e desenvolver assistência técnica e atendimento ao cliente mantiveram-se excluídas ou foram excluídas posteriormente do modelo.

A atividade de desenvolver fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento foi dividida em três partes: definir alianças e parcerias, desenvolver fornecedores para componentes principais e definir fornecedores de demais componentes. A atividade de certificar o produto foi mantida, mas apenas para os produtos que realmente necessitam de uma certificação.

Em relação a algumas ferramentas e técnicas, a pesquisa revelou que algumas delas, como o QFD e o FMEA, não são utilizadas pelas empresas pesquisadas. Esse fato, ao invés de indicar a possibilidade de exclusão dessas técnicas do modelo, deveria nos trazer a preocupação de motivarmos o emprego das mesmas como uma forma de tornar o processo de desenvolvimento de produtos mais prescritivo e menos informal.

Finalmente, o Quadro 8 apresenta o modelo proposto específico adequado para as EBTs fabricantes de produtos eletrônicos de médio porte com as macrofases, fases e atividades relacionadas.

Verifica-se que o modelo apresenta quatro macrofases, sendo que a macrofase de estratégia organizacional, que em outros modelos faz parte da macrofase de pre-desenvolvimento, foi inserida para demonstrar a tomada de decisões da direção no desenvolvimento dos produtos. O modelo apresenta nove fases que se mostraram adequadas para o tipo de empresa estudada. Comparando com outros modelos, se fez necessário esse número de fases maior pelo fato de ser um setor específico e um tipo de empresa específica.

O número de atividades para cada macrofase foi reduzido quando comparado com outros modelos pelo fato das empresas estudadas serem de médio porte, onde uma pessoa envolvida realiza diversas atividades no mesmo projeto do produto.

Quadro 8: Modelo proposto específico adequado para EBTs eletrônicas de médio porte

Macrofase	Fase	Principais Atividades
Estratégia Organizacional	Gestão estratégica	Revisar as principais diretrizes da organização; Consolidar informações sobre tecnologia; Consolidar informações sobre mercado; Definir alianças e parcerias
	Gestão de Portfólio	Verificar a saída da fase anterior; Selecionar dos produtos a serem desenvolvidos; Analisar a Viabilidade do produto (técnica, financeira e econômica); Preparar estimativas e orçamentos de custo; Analisar dos Riscos; Definir fornecedores; Definir o início da execução do projeto do produto; Verificar/mudar o portfólio da empresa; Definir os produtos que serão descontinuados; Avaliar, aprovar e documentar.
Pré Desenvolvimento	Conceituação do produto	Verificar a saída da fase anterior; Definir os requisitos necessários do produto e seus conceitos; Definir os requisitos do cliente;
	Preparação do Projeto	Verificar a saída da fase anterior; Definir os interessados e envolvidos no projeto; Definir e preparar o escopo do projeto; Definir atividades, sequência e cronograma; Avaliar, aprovar e documentar
Desenvolvimento	Projeto executivo	Verificar a saída da fase anterior; Definir arquitetura do produto; Definição do sistema, sub-sistema e componentes; Definir fornecedores (componentes com baixo valor agregado); Projetar embalagem; Proteger a propriedade intelectual. Verificar resoluções ANATEL (quando aplicável) Avaliar, aprovar e documentar
	Teste e homologação	Verificar a saída da fase anterior; Desenvolver um protótipo; Planejar e desenvolver o processo de fabricação e/ou montagem; Realizar os testes, ensaios e avaliações; Certificar o produto (quando necessário); Homologar o produto (quando necessário);
	Produção e lançamento	Verificar a saída da fase anterior; Produção do lote piloto; Desenvolver o comercial; Lançar o produto. Avaliar, aprovar e documentar
Pós Desenvolvimento	Acompanhamento	Verificar a saída da fase anterior; Avaliar a satisfação do cliente; Monitorar o desempenho do produto; Avaliar, aprovar e documentar.
	Descontinuar	Verificar a saída da fase anterior; Descontinuar a produção; Quando aplicável, realizar engenharia reversa; Avaliar, aprovar e documentar.
Lições aprendidas		
Ferramentas de auxílio ao PDP		

Para assegurar a qualidade da cientificidade da pesquisa foram: utilizadas múltiplas fontes de evidências, estabelecido o encadeamento de evidências, realizada a adequação ao padrão, utilizada a lógica de replicação em estudos de casos múltiplos, utilizado um protocolo de pesquisa e desenvolvido um banco de dados para o estudo de caso.

7. CONCLUSÕES

7.1 Considerações Gerais

A principal contribuição desta tese foi obtida com a proposição de um modelo específico para o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) de empresas de base tecnológica (EBTs) fabricantes de eletrônicos de médio porte sob os pontos de vista do pesquisador e dos especialistas das empresas, uma vez que em outros trabalhos similares os modelos eram propostos apenas sob o ponto de vista do primeiro.

A gestão do PDP em EBTs fabricantes de eletrônicos de médio porte foi caracterizada por meio da revisão da literatura e pelo diagnóstico realizado nas empresas do objeto de estudo e se caracteriza, principalmente, pela inserção de novas tecnologias, desenvolvimento de produtos com complexidades diferentes, baixa utilização das ferramentas do PDP e alta taxa de risco.

O objetivo geral deste trabalho foi atingido parcialmente, pois foi realizada a adaptação de modelos genéricos para o processo de desenvolvimento de produtos de empresas de base tecnológica de médio porte fabricantes de produtos eletrônicos. Pelo fato das empresas de pequeno porte possuírem uma estrutura muito diferente das empresas de médio porte não foi possível um modelo específico para os dois tipos de empresas, sendo necessário essa delimitação durante o desenvolvimento do trabalho.

O modelo específico proposto adequado deve ser entendido como um modelo conceitual, apresentando uma situação ideal, o qual procurou contemplar os aspectos relacionados com o PDP de EBTs fabricantes de eletrônicos de médio porte verificados durante a realização do diagnóstico.

A realização da identificação, classificação e análise de 35 modelos de PDP existentes na literatura permitiu verificar a viabilidade da adaptação de um modelo de referência para setores específicos. Além disso, auxiliou na identificação de setores ainda não modelados como o biotecnológico, o petrolífero, o petroquímico, o químico, o de química fina e o naval.

O AHP foi identificado na presente pesquisa como o método de tomada de decisão mais adequado para a priorização das etapas do modelo de referência proposto. A utilização do AHP, especialmente com comparações realizadas pelos especialistas, determinou em parte que o trabalho atingisse um dos objetivos estabelecidos.

A seleção das atividades para a proposta de um modelo específico ajustado de PDP para EBTs fabricantes de eletrônicos pelos especialistas, por meio do AHP, possibilitou a construção do modelo de desenvolvimento de produtos mais próximo da realidade das empresas, não limitado apenas pela visão do pesquisador, pois permitiu identificar os conteúdos mais pertinentes pela visão das próprias empresas a fim de fazer frente aos desafios que o mercado lhes impõe.

Dessa forma, a criação de uma nova macrofase de estratégia organizacional se fez necessário devido a participação direta da direção da organização na definição dos passos que o PDP deve seguir. O resultado da pesquisa evidenciou a importância da macrofase de estratégia organizacional.

Durante a macrofase de estratégia organizacional a empresa poderia iniciar o desenvolvimento dos produtos visando atender a lei dos resíduos sólidos.

Com a realização da verificação da adequação do modelo específico ajustado nas empresas constatou-se que o mesmo está adequado ao PDP das EBTs eletrônicas de médio porte, onde foram necessários apenas pequenos ajustes.

É necessário apontar as dificuldades e limitações do trabalho. A tentativa de obter dados primários demandou grande esforço de pesquisa, no sentido de selecionar somente empresas que pudessem ser consideradas como EBTs fabricantes de eletrônicos. Como esse conceito carece de definições mais objetivas, a dificuldade de escolha das unidades de análise e de acesso às fontes de evidências foram aspectos que geraram parte da limitação metodológica. Apesar disso, acredita-se que a realização do diagnóstico nas empresas do objeto de estudo permitiu a seleção de empresas que representam as EBTs fabricantes de eletrônicos do Vale da Eletrônica.

Com o modelo proposto espera-se oferecer às EBTs de médio porte fabricantes de eletrônicos uma sistemática que, independente da empresa possuir um sistema de

gestão da qualidade implementado ou certificado, contribua para o emprego de uma rotina mínima para o desenvolvimento de produtos de sucesso.

7.2 Sugestões para trabalhos futuros

De forma a generalizar a validação do modelo proposto nesta presente pesquisa, uma sugestão seria incentivar o desdobramento de pesquisas do tipo pesquisa-ação do modelo proposto em empresas de base tecnológica fabricantes de eletrônicos com as mesmas características das empresas estudadas. Além disso, poderiam ser realizadas pesquisas para viabilização da informatização desse modelo, visando automatização e facilitação da documentação dos resultados.

Como foi possível identificar que em setores como o biotecnológico, o petrolífero, o petroquímico, o químico, o de química fina e o naval, não foram encontrados relatos de modelos de gestão do PDP, sugere-se trabalhos para modelar esses setores. Além disso, um modelo de PDP específicos para EBTs fabricante de eletrônicos de pequeno porte também pode ser considerado como sugestão para trabalho futuro. Outra sugestão para trabalhos futuros seria a utilização de outros métodos de tomada de decisão na construção de modelos de referência para setores específicos.

Pode-se considerar como sugestão para trabalhos futuros a verificação dos fatores críticos de sucesso no PDP em EBTs eletrônicas utilizando o questionário proposto por Mendes (2008).

APÊNDICES

APÊNDICE A – Quadros comparativos do diagnóstico nas empresas de base tecnológicas (Ano de Referência: 2009)

Quadro A1 - Infra-estrutura de apoio ao desenvolvimento de produto e tecnologia

Critérios	Empresas				
	A	B	C	D	E
Ramo de atuação	Alarques e monitoramento residencial e predial	Fontes chaveadas, Nobreaks, carregadores	Transmissores, receptores e moduladores	Transmissores e retransmissores	PABX e soluções integradas de telefonia
Ano de fundação	1994	2005	2003	1977	1983
Tempo de incubação	Não esteve incubada	Não esteve incubada	Não esteve incubada	Não esteve incubada	Não esteve incubada
Tempo de graduação	Não esteve incubada	Não esteve incubada	Não esteve incubada	Não esteve incubada	Não esteve incubada
No. de funcionários	180	20	70	350	160
Faturamento médio anual Ref. (2009)	Não divulgado	1,5 milhão	12 milhões	75 milhões	38 milhões
No. de projetos	20	4	4	14	5
No. de projetos sustentáveis	Nenhum	1	Nenhum	Nenhum	Nenhum
Investimento em P&D	-	3% do faturamento	7% do faturamento	25% do faturamento	7% do faturamento
Parceiros de tecnologia	INATEL	Nenhum	Outras empresas e ICTs	ICTs e Universidades	ICTs particulares e públicos
Percentual de produtos desenvolvidos com parceiros	Nenhum	Nenhum	5%	Nenhum	Nenhum
Estrutura para desenvolvimento de produtos	Matricial	Funcional	Matricial	Matricial	Matricial
Capacitação em gestão de projetos	Gerente PDP pós-graduado em gestão de projetos	Gerente Projetos com experiência de 15 anos em outras empresas	Diretor industrial com experiência em outras empresas	Gerente P&D com mestrado em Eng. Produção	Gerente de PDP com curso de capacitação básica em gestão de projetos

Quadro A1 - Infra-estrutura de apoio ao desenvolvimento de produto e tecnologia (continuação)

Critérios	Empresas				
	A	B	C	D	E
Participação em comunidades de discussão de GP	Discussões internas informais	Discussões internas informais	Reuniões e discussões internas, participação em fóruns e congressos	Reuniões internas semanais	Ainda não estruturada, mas com Blog em desenvolvimento, e incentiva participação em comunidades externas
Meios de comunicação para GP com fornecedores (ferramentas computacionais e problemas de acesso às informações)	E-mails, reuniões e MSN. Problemas com alinhamento	E-mails, reuniões, skype e MSN. Não há problemas	Reuniões, e-mails, skype, MSN. Não há problemas	Reuniões, e-mails, telefonemas e conferências. Problemas com atraso de recebimento de informação	Ligações via chat (MSN ou Spyke) e reuniões. Não há problemas
Meios de comunicação para GP com clientes (ferramentas computacionais e problemas de acesso às informações)	Telefonemas, MSN e e-mails. Problemas em identificar a necessidade específica	E-mails, MSN, Skype e telefonemas. Não há problemas	E-mails, reuniões e telefonemas. Problema de custos para visitas	Telefonemas, e-mails e reuniões. Problemas com disponibilidade do cliente, para reuniões e aprovações	E-mails, telefonemas e chats (MSN e skype). Problema em conhecer o cliente final

Quadro A2 - Planejamento estratégico de produto e tecnologia

Critérios	Empresas				E
	A	B	C	D	
Processo de planejamento estratégico	Sim, anualmente	Nada formalizado, apenas através de discussões	Nada formalizado, apenas através de discussões	Sim, anualmente	Sim, anualmente
Conteúdo final do planejamento estratégico	Planos de ações, revisões orçamentárias e metas.	Não há plano formal	Não há plano formal	Custo-alvo, especificações e cronograma	Planos de ações, revisões orçamentárias e metas
Processo de decisão para seleção dos projetos	Brainstorming, definindo-se metas de acordo com mercado, concorrente e prioridades da empresa, incluindo análise financeira	Discussões com cliente, alinhando prioridades	Competências, capacidade de desenvolvimento, tempo, investimento, retorno sobre investimento, tempo de retorno financeiro	Retorno sobre investimento, recursos humanos e mercado	Matriz SWOT, notas e pontuação, tempo, custo e recursos
Lista de portfólio de projetos	Lista com relação de projetos	Não possui	Só há documento dos projetos em andamento	Lista com cronograma macro de todos os projetos	Lista com pequena descrição do projeto
Comunicação do portfólio	Reuniões com os envolvidos e informações disponíveis no ERP	Reuniões com os envolvidos e informações disponíveis no servidor	Reuniões com os envolvidos e e-mails	Reuniões com os envolvidos, e-mails e informações disponíveis no servidor	Reuniões com os envolvidos
Classificação dos projetos	De acordo com as famílias de produtos	De acordo com prioridades de venda	Não há classificação	De acordo com aplicação ou mercado	Projetos estratégicos e de desenvolvimento de produto
Metodologia empregada para GP	Baseada em PMBOK e ISO 9001	Baseada na ISO 9001	Baseada em PMBOK e ISO 9001	Baseada na ISO 9001	Baseada em PMBOK, Stage-gates e ISO 9001.

Quadro A3 - Gestão dos projetos de desenvolvimento

Critérios	Empresas				
	A	B	C	D	E
Gerente de projeto definido para todo projeto	Sim, por área de atuação e disponibilidade	Sim, o gerente é sempre o mesmo sócio/diretor de projeto	Sim, por competência e disponibilidade	Sim, por competência e conhecimento técnico	Sim, geralmente gerente funcional da área
Processo de iniciação de novo projeto	Reunião de abertura formalizada, para aprovação do escopo	Através de e-mails e reuniões informais, com termo de iniciação	Reuniões, definição dos interessados t, com termo de iniciação e escopo	Reunião de abertura, definição dos interessados e do escopo	Reunião de abertura, definição dos interessados e do escopo
Métricas e critérios de sucesso para o projeto	Qualidade, prazo, custo-alvo e necessidade do cliente	Quantidade, prazo e preço	Prazo e necessidade do cliente	Prazo e custo-alvo	Qualidade, prazo e custo-alvo
Existência de plano formal para cada projeto	Escopo formal	Não há	Escopo formal	Sim	Escopo formal
Nível de detalhamento dos projetos	Produtos, entregas e atividades	Não informado	Produtos, entregas e atividades	Produtos, entregas e atividades	Produtos, entregas e atividades
Descrição do escopo de produto ou tecnologia	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Definição das equipes de projeto	Por competência e times multidisciplinares	Sempre as mesmas pessoas	Por competência e disponibilidade	Por competência	Por competência com times multidisciplinares
Identificação dos riscos em projetos	Não há um planejamento, mas definem-se principais riscos no escopo	De maneira informal	De maneira informal	De maneira informal	Documentado, mas de forma incipiente
Definição de marcos para revisão de projetos	Sim, a cada fase há uma verificação	Não há marcos definidos	Sim, através de reuniões de status	Não há marcos definidos	Através de Stage-Gates
Fases típicas de um projeto	De acordo com ISO 9001	De acordo com ISO 9001	De acordo com ISO 9001	De acordo com ISO 9001	De acordo com ISO 9001 e aprimoramentos através do Stage-Gates e PMBOK
Descrição do escopo preliminar do produto	Objetivo do Projeto; Características; Funcionalidades; Interessados; Estimativa de Custos; Premissas; Restrições; Líder do Projeto; EAP; Entregas; Entradas e Saídas das fases	Características técnicas	Descrição do Projeto; Gerente; Cliente; Custo; Prazo; Número do Projeto	Descrição do Projeto; Resultados esperados; Justificativa; Teste	Descrição do Projeto; Requisitos de Entrada; Parte do Cronograma; Estimativa de Custos; Recursos

Quadro A3 - Gestão dos projetos de desenvolvimento (continuação)

Critérios	Empresas				
	A	B	C	D	E
Satisfação dos requisitos de clientes durante o projeto	Verificam durante as fases do projeto se está cumprindo com o determinado no escopo	Reuniões de avaliação e feedback do cliente, testes executado e custo	Através de reuniões de status e acompanhamento no local	Verificam durante as fases do projeto se está cumprindo com o determinado no escopo	Pelas entregas intermediárias com a participação do cliente
Forma de avaliação da qualidade do projeto	Validação pelo P&D, pelo Suporte e por Promotores externos	Através do planejado x executado e custo	Verifica e controla escopo, cronograma e alterações, revisando os objetivos quando necessário	Através da resposta ao teste do protótipo	Deve cumprir com o definido, atendendo requisitos no prazo e custo
Reuniões de acompanhamento de projeto	Sim, reuniões com equipe de projeto, quinzenais	Sim, reuniões do conselho diretor e engenharia, de acordo com necessidade	Sim, reuniões de status com equipe de projeto, semanais ou conforme necessidade	Sim, reuniões com equipe de projeto, semanais	Sim, reuniões com equipe de projeto, mensais ou a cada fase
Medição de desempenho individual e dos times no projeto	Avaliação de desempenho geral, não projetizada	Apenas por observação	Apenas por observação	Avaliação de desempenho	Avaliação de competência geral, não projetizada
Divulgação do encerramento do projeto	Internamente para PCP, externamente através do marketing e propaganda	Comunicando internamente, externamente em feiras	Internamente através de reuniões, externamente através de publicações em revistas	Comunicando internamente, externamente através do lançamento do produto	Internamente em todas as fases, externamente através do lançamento do produto
Formalização das lições aprendidas	Não há	Sim	Comunicam-se, mas não documenta	Divulgadas nas reuniões, mas não documentadas	Apenas em alguns projetos, documentadas
Estatísticas/indicadores dos projetos	Através de indicadores	Não há registros	Não há registros	Através de indicadores	Através de indicadores
Projetos que ultrapassaram o orçamento	Sim,	Sim,	Sim, 25%	Nenhum	Sim, 10%

Quadro A4 – Processo de desenvolvimento de tecnologias

Critérios	Empresas				
	A	B	C	D	E
Mapeamento de tendências e oportunidades tecnológicas	Não registra, mas acompanha através de feiras, mercado externo, fornecedores	Não registra, mas acompanha inovações	Não registra, mas acompanha	Sim, através de Roadmapping no final de cada ano	Não registra, mas acompanha através de fornecedores, literatura, férias, eventos, cursos
Mapeamento de tendências e oportunidades de mercado	Através de pesquisas	Não registra, mas acompanha mercado	Não registra, mas acompanha	Sim, através de Roadmapping no final de cada ano	Não registra, mas acompanha através de fornecedores, literatura, férias, eventos, cursos
Utilização do TRM	Não	Não	Não	Sim	Não
No. patentes registradas desde a fundação	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	1	3
No. de patentes registradas nos últimos cinco anos	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	1	3
No. de produtos desenvolvidos desde a fundação	105	300	50	500	-
No. de produtos desenvolvidos que chegaram ao mercado	98%	Todos, mas não houve produção em escala	49	90%	100%
No. de produtos considerados de sucesso	70%	15%	30%	70%	95%
No. de produtos desenvolvidos nos últimos cinco anos	-	A empresa tem 5 anos	40	60	15
Percentagem do faturamento devido a novos produtos dos últimos cinco anos	-	A empresa tem 5 anos	50%	-	-
Identificação de características técnicas únicas e valores-meta	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Elaboração e registro de concepções	Sim	Sim	Sim, mas não para todos	Sim, registrado na pasta do projeto	Sim, registrado no estudo

Quadro A4 – Processo de desenvolvimento de tecnologias (continuação)

Critérios	Empresas				E
	A	B	C	D	
Planejamento, realização e registro de testes	Sim	Sim	Sim, mas não há registro para todos testes	Sim	Sim
Otimização das concepções dos produtos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Indicadores para constatação da maturidade da tecnologia	Através de curva de vendas	Não há	Não há	Através de comparação da tecnologia da empresa com dos concorrentes	Pelo acompanhamento do ciclo de vida, principalmente com fornecedor
Validação ou avaliação de tecnologia para introdução em produto	Através de testes de viabilidade e validação do produto	Através de teste em campo	Através de testes	Através de simulação, testes em laboratório e campo	Através de protótipo e disponibilidade de fornecedor
Registros de validação da tecnologia	Através de relatórios de validação de testes	Não há registros	Não há registros	Através de relatórios	Através de registros
Dificuldades do processo de gestão de projeto de tecnologia	Rapidez das mudanças na tecnologia	Não ter infra-estrutura para testes de laboratório	Gestão das pessoas, proteção do conhecimento	Não haver um profissional capacitado em inovação	Não haver metodologia da inovação da empresa
Alianças e parcerias utilizadas no desenvolvimento da tecnologia	Centros de Pesquisa. Apenas para aplicar a tecnologia	FAPEMIG. Apenas para aplicar a tecnologia	Centros de Pesquisas. Apenas para aplicar a tecnologia	Centros de Pesquisa	Centros de Pesquisa. Apenas para aplicar a tecnologia
Vantagens de desenvolver tecnologia em parceria	Não desenvolve tecnologia	Não desenvolve tecnologia	Não desenvolve tecnologia	Mão de obra extra com excelência	Não desenvolve tecnologia
Dificuldades de desenvolver tecnologia em parceria	Não desenvolve tecnologia	Não desenvolve tecnologia	Não desenvolve tecnologia	Comunicação, devido a distância	Não desenvolve tecnologia

Quadro A5 - Processo desenvolvimento de produtos

Critérios	Empresas				E
	A	B	C	D	
Procedimento de detalhamento de requisitos do ciclo de vida dos produtos	Através da necessidade do cliente Sim	Através da necessidade do cliente Não há	Através da necessidade do cliente Não há	Através da necessidade do cliente Não há	Não há padrão Sim
Desdobramento das necessidades dos clientes em requisitos do produto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Principais fontes utilizadas na pesquisa de informações adicionais de mercado	Internet, feiras e distribuidores e suporte técnico com informações	Internet e feiras	Internet e clientes	Feiras, conferências e dpto comercial com informações do cliente	Feiras, concorrentes e literatura
Normas e legislação identificadas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Busca em site de patentes	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Definição de especificações-meta do produto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Forma de descrição das concepções do produto	Modela funcionalmente, elabora princípio de solução individual e total, desenvolve arquitetura, SSC, BOM, módulos e interfaces.	Modela funcionalmente, elabora princípio de solução individual e total, desenvolve arquitetura, SSC, BOM, módulos e interfaces.	Modela funcionalmente, elabora princípio de solução individual e total, desenvolve arquitetura, SSC, BOM, módulos e interfaces.	Modela funcionalmente, elabora princípio de solução individual e total, desenvolve arquitetura, SSC, BOM, módulos e interfaces.	Modela funcionalmente, elabora princípio de solução individual e total, desenvolve arquitetura, SSC, BOM, módulos e interfaces.
Utilização do DFX ou software para design	Não	Não	Não	Não	Não
Definição de concepções alternativas para produto	De maneira informal	De maneira informal	De maneira informal	De maneira informal	Sim
Detalhamento do processo de fabricação e montagem	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Projeto da embalagem	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Produce protótipo funcional do produto para testes	Sim	Sim	Sim, não para todos	Sim	Sim
Projeto de recursos e de fim de vida do produto	Não	Não	Não	Não	Sim

Quadro A5 - Processo desenvolvimento de produtos (continuação)

Processo de homologação do produto	Sim, laboratórios credenciados	Sim, quando há norma, laboratórios credenciados	Sim, laboratórios credenciados	Sim, laboratórios credenciados	Sim, laboratórios credenciados
Projeto de recursos de fabricação do produto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Produção de lote piloto	Sim, não para todos	Sim	Sim, não para todos	Sim, não para todos	Sim
Processo de pós desenvolvimento	Sim	Sim	Atualmente não	Sim	Sim
Controle de mudanças de engenharia	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Processo de melhoria do PDP formalizado	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Documentação das decisões e lições aprendidas	De maneira informal	De maneira informal	De maneira informal	Sim	Sim
Estratégia para desenvolvimento sustentável do produto	Não há	Não há	Não há	Projetos novos financiam projetos futuros	Não há
Dificuldades para desenvolvimento de novos produtos	Estudo dos concorrentes e acesso as informações do mercado	Recursos financeiros	Mão de obra qualificada	Identificar prioridades dos projetos; manter o foco	Investimento
Tendência a ser adotada para PDP	Módulos de comunicação celular e sensores digitais	Desenvolvimento de produtos sustentáveis	Inovação através de soluções simples	Confiabilidade dos produtos	Trabalhar com inovação aberta
Técnicas e métodos de PDP utilizados	Método de avaliação de portfólio; Análise Financeira; Contato informal com cliente e fornecedores; Pesquisa em revistas especializadas; Pesquisa de mercado; Painéis de tendências tecnológicas; CAD; CAE; Protótipo Físico; Análise do Ciclo de Vida; ERP em implantação; Técnicas de Gestão de Projetos	Método de avaliação de portfólio; Análise Financeira; Contato informal com cliente e fornecedores; Pesquisa de mercado; Envolvimento do cliente; CAD; CAE; Protótipo Físico; Decomposição Funcional; Análise de Valor; ERP em implantação; Técnicas de Gestão de Projetos; ECM em implantação	Análise Financeira; Contato informal com cliente e fornecedores; Pesquisa em revistas especializadas; Pesquisa de mercado; Painéis de tendências tecnológicas; Grupo de foco; Envolvimento do cliente; CAD; CAE; Protótipo Físico; GED; Decomposição Funcional; Análise de Valor; ERP; Técnicas de Gestão de Projetos; ECM	-	Método de avaliação de portfólio; Análise Financeira; Contato informal com cliente e fornecedores; Pesquisa em revistas especializadas; Pesquisa de mercado; Dados de sistema CRM; QFD; CAD; CAE; Protótipo Físico; Análise do Ciclo de Vida; Decomposição Funcional; Análise de Valor; ERP; Técnicas de Gestão de Projetos; ECM

APÊNDICE B – Matrizes de comparações

As Tabelas B1 a B12 apresentam as comparações fornecidas pelo especialista da Empresa C.

Tabela B1 – Importância das macrofases

	Pré-Desenvolvimento	Desenvolvimento	Pós-Desenvolvimento
Pré-Desenvolvimento	1	1,50	1
Desenvolvimento	0,67	1	0,67
Pós-Desenvolvimento	1	1,50	1

Tabela B2 – Importância das fases na macrofase de Pré-Desenvolvimento

	Planejamento estratégico	Planejamento do projeto
Planejamento estratégico	1	1,50
Planejamento do projeto	0,67	1

Tabela B3 – Importância das atividades na fase de planejamento estratégico

	Consolidar informações sobre tecnologia e mercado	Verificar/Mudar portfólio de produtos da Empresa	Verificar viabilidade do portfólio de produto	Decidir início do projeto do produto
Consolidar informações sobre tecnologia e mercado	1	3	2	
Verificar/mudar portfólio de produtos da empresa	0,33	1	0,50	0,25
Verificar viabilidade do portfólio de produto	0,50	2	1	0,33
Decidir início do projeto do produto		4	3	1

Tabela B4 – Importância das atividades na fase de planejamento do produto

	Definir interessados no projeto	Definir e preparar o escopo do projeto e do produto	Definir atividades, sequência e cronograma	Avaliar Riscos	Preparar estimativas e orçamento com custos	Analisar viabilidade econômica	Planejar e preparar aquisições	Preparar projeto do produto
Definir interessados no projeto	1	2	3					
Definir e preparar o escopo do projeto e do produto	0,50	1	2	0,50				
Definir atividades, sequência e cronograma	0,33	0,50	1	0,33	1			
Avaliar riscos		2	3	1	3	1		
Preparar estimativas e orçamento com custos			1	0,33	1	0,33	2	
Analisar viabilidade econômica				1	3	1	4	3
Planejar e preparar aquisições					0,50	0,25	1	0,50
Preparar projeto do produto						0,33	2	1

Tabela B5 – Importância das fases na macrofase de Desenvolvimento

	Projeto informacional	Projeto conceitual	Projeto detalhado	Preparação da produção	Lançamento do produto
Projeto informacional	1	0,50	0,33		
Projeto conceitual	2	1	0,50	1	
projeto detalhado	3	2	1	2	1
preparação da produção		1	0,50	1	0,50
lançamento do produto			1	0,50	1

Tabela B6 – Importância das atividades na fase de projeto informacional

	Revisar e atualizar o escopo do produto	Identificar requisitos dos clientes	Definir requisitos de entrada	Avaliar, aprovar e documentar
Revisar e atualizar o escopo do produto	1	0,50	0,50	
Identificar requisitos dos clientes	2	1	1	0,50
Definir requisitos de entrada	2	1	1	0,50
Avaliar, aprovar e documentar		2	2	1

Tabela B7 – Importância das atividades na fase de projeto conceitual

	Modelar funcionalmente o produto	Desenvolver princípios e alternativas de solução	Definir arquitetura do produto	Analisar sistema, subsistema e Componentes	Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento	Planejar a manufat.	Avaliar, aprovar e document.
Modelar funcionalmente o produto	1	2	0,50				
Desenvolver princípios e alternativas de solução	0,50	1	0,33	0,50			
Definir arquitetura do produto	2	3	1	2	4		
Analisar sistema, subsistema e componentes		2	0,50	1	3	3	
Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento			0,25	0,33	1	1	0,25
Planejar a manufatura				0,33	1	1	0,25
Avaliar, aprovar e documentar					4	4	1

Tabela B8 – Importância das atividades na fase de projeto detalhado

	Definir sistema, subsistema e componentes	Definir fornecedores	Planejar o processo de fabricação e montagem	Projetar embalagem	Testar e homologar o produto	Avaliar, aprovar e documentar
Definir sistema, subsistema e componentes	1	3	2			
Definir fornecedores	0,33	1	0,50	2		
Planejar o processo de fabricação e montagem	0,50	2	1	3	0,33	
Projetar embalagem		0,50	0,33	1	0,20	0,20
Testar e homologar o produto			3	5,00	1	1
Avaliar, aprovar e documentar				5,00	1	1

Tabela B9 – Importância das atividades na fase de preparação da produção

	Obter e instalar recursos	Planejar e produzir lote piloto	Certificar produto	Desenvolver processo de produção e manutenção	Avaliar, aprovar e documentar fase
Obter e instalar recursos	1	2	0,50		
Planejar e produzir lote piloto	0,50	1	0,33	1	
Certificar produto	2	3	1	3	1
Desenvolver processo de produção e manutenção		1	0,33	1	0,33
Avaliar, aprovar e documentar fase			1	3	1

Tabela B10 – Importância das atividades na fase de lançamento do produto

	Desenvolver processo de vendas	Desenvolver assistência técnica e atendimento ao cliente	Lançar o produto	Avaliar, aprovar e documentar a fase
Desenvolver processo de vendas	1	2	0,50	
Desenvolver assistência técnica e atendimento ao cliente	0,50	1	0,33	0,33
Lançar o produto	2	3	1	1
Avaliar, aprovar e documentar a fase		3	1	1

Tabela B11 – Importância das fases na macrofases de Pós-Desenvolvimento

	Acompanhar produto e processo	Descontinuar
Acompanhar produto e processo	1	2,03
Descontinuar	0,49	1

Tabela B12 – Importância das atividades na fase de acompanhar produto e processo

	Avaliar a satisfação do cliente	Monitorar o desempenho do produto	Registrar lições aprendidas
Avaliar a satisfação do cliente	1	1,27	1,50
Monitorar o desempenho do produto	0,79	1	1,22
Registrar lições aprendidas	0,67	0,82	1

As Tabelas B13 a B24 apresentam as comparações fornecidas pelo especialista da Empresa D.

Tabela B13 – Importância das macrofases

	Pré-Desenvolvimento	Desenvolvimento	Pós-Desenvolvimento
Pré-Desenvolvimento	1	1,56	3,54
Desenvolvimento	0,64	1	1,78
Pós-Desenvolvimento	0,28	0,56	1

Tabela B14 – Importância das fases na macrofase de Pré-Desenvolvimento

	Planejamento estratégico	Planejamento do projeto
Planejamento estratégico	1	3,8
Planejamento do projeto	0,27	1

Tabela B15 – Importância das atividades na fase de planejamento estratégico

	Consolidar informações sobre tecnologia e mercado	Verificar/mudar portfólio de produtos da empresa	Verificar viabilidade do portfólio de produto	Decidir início do projeto do produto
Consolidar informações sobre tecnologia e mercado	1	1	1	
Verificar/mudar portfólio de produtos da empresa	1	1	1	8,00
Verificar viabilidade do portfólio de produto	1	1	1	7,00
Decidir início do projeto do produto		0,13	0,14	1

Tabela B16 – Importância das atividades na fase de planejamento do produto

	Definir interessados no projeto	Definir e preparar o escopo do projeto e do produto	Definir atividades, sequência e cronograma	Avaliar riscos	Preparar estimativas e orçamento com custos	Analisar viabilidade econômica	Planejar e preparar aquisições	Preparar projeto do produto
Definir interessados no projeto	1	0,17	0,20					
Definir e preparar o escopo do projeto e do produto	6,00	1	7,00	3				
Definir atividades, sequência e cronograma	5,00	0,14	1	0,33	1			
Avaliar riscos		0,33	3	1	0,17	0,14		
Preparar estimativas e orçamento com custos			1	6,00	1	0,14	1	
Analisar viabilidade econômica				7,00	7,00	1	8,00	4
Planejar e preparar aquisições					1	0,13	1	0,17
Preparar projeto do produto						0,25	6,00	1

Tabela B17 – Importância das fases na macrofase de Desenvolvimento

	Projeto informacional	Projeto conceitual	Projeto detalhado	Preparação da produção	Lançamento do produto
Projeto informacional	1	1	0,33		
Projeto conceitual	1	1	0,50	0,50	
Projeto detalhado	3	2	1	1	4
Preparação da produção		2	1	1	1
Lançamento do produto			0,25	1	1

Tabela B18 – Importância das atividades na fase de projeto informacional

	Revisar e atualizar o escopo do produto	Identificar requisitos dos clientes	Definir requisitos de entrada	Avaliar, aprovar e documentar
Revisar e atualizar o escopo do produto	1	0,11	0,17	
Identificar requisitos dos clientes	9,00	1	7,00	9,00
Definir requisitos de entrada	6,00	0,14	1	6,00
Avaliar, aprovar e documentar		0,11	0,17	1

Tabela B19 – Importância das atividades na fase de projeto conceitual

	Modelar funcionalmente o produto	Desenvolver princípios e alternativas de solução	Definir arquitetura do produto	Analisar sistema, subsistema e componentes	Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento	Planejar a manufat.	Avaliar, aprovar e document.
Modelar funcionalmente o produto	1	1	1				
Desenvolver princípios e alternativas de solução	1	1	0,20	0,25			
Definir arquitetura do produto	1	5,00	1	2	0,13		
Analisar sistema, subsistema e componentes		4	0,50	1	0,14	0,25	
Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento			8,00	7,00	1	1	8,00
Planejar a manufatura				4	1	1	8,00
Avaliar, aprovar e documentar					0,13	0,13	1

Tabela B20 – Importância das atividades na fase de projeto detalhado

	Definir sistema, subsistema e componentes	Definir fornecedores	Planejar o processo de fabricação e montagem	Projetar embalagem	Testar e homologar o produto	Avaliar, aprovar e documentar
Definir sistema, subsistema e componentes	1	0,14	0,17			
Definir fornecedores	7,00	1	1	9,00		
Planejar o processo de fabricação e montagem	6,00	1	1	9,00	1	
Projetar embalagem		0,11	0,11	1	0,11	0,14
Testar e homologar o produto			1	9,00	1	9,00
Avaliar, aprovar e documentar				7,00	0,11	1

Tabela B21 – Importância das atividades na fase de preparação da produção

	Obter e instalar recursos	Planejar e produzir lote piloto	Certificar produto	Desenvolver processo de produção e manutenção	Avaliar, aprovar e documentar fase
Obter e instalar recursos	1	0,11	1		
Planejar e produzir lote piloto	9,00	1	7,00	0,25	
Certificar produto	1	0,14	1	0,11	5,00
Desenvolver processo de produção e manutenção		4	9,00	1	9,00
Avaliar, aprovar e documentar fase			0,20	0,11	1

Tabela B22 – Importância das atividades na fase de lançamento do produto

	Desenvolver processo de vendas	Desenvolver assistência técnica e atendimento ao cliente	Lançar o produto	Avaliar, aprovar e documentar a fase
Desenvolver processo de vendas	1	1	1	
Desenvolver assistência técnica e atendimento ao cliente	1	1	1	9,00
Lançar o produto	1	1	1	7,00
Avaliar, aprovar e documentar a fase		0,11	0,14	1

Tabela B23 – Importância das fases na macrofases de Pós-Desenvolvimento

	Acompanhar produto e processo	Descontinuar
Acompanhar produto e processo	1	13,29
Descontinuar	0,08	1

Tabela B24 – Importância das atividades na fase de acompanhar produto e processo

	Avaliar a satisfação do cliente	Monitorar o desempenho do produto	Registrar lições aprendidas
Avaliar a satisfação do cliente	1	1,78	2,13
Monitorar o desempenho do produto	0,56	1	2,13
Registrar lições aprendidas	0,47	0,47	1

As Tabelas B25 a B36 apresentam as comparações fornecidas pelo especialista da Empresa E.

Tabela B25 – Importância das macrofases

	Pré-Desenvolvimento	Desenvolvimento	Pós-Desenvolvimento
Pré-Desenvolvimento	1	99,00	99,00
Desenvolvimento	0,01	1	4,88
Pós-Desenvolvimento	0,01	0,20	1

Tabela B26 – Importância das fases na macrofase de Pré-Desenvolvimento

	Planejamento estratégico	Planejamento do projeto
Planejamento estratégico	1	4,0
Planejamento do projeto	0,25	1

Tabela B27 – Importância das atividades na fase de planejamento estratégico

	Consolidar informações sobre tecnologia e mercado	Verificar/mudar portfólio de produtos da empresa	Verificar viabilidade do portfólio de produto	Decidir início do projeto do produto
Consolidar informações sobre tecnologia e mercado	1	7,00	7,00	
Verificar/mudar portfólio de produtos da empresa	0,14	1	0,14	6,00
Verificar viabilidade do portfólio de produto	0,14	7,00	1	7,00
Decidir início do projeto do produto		0,17	0,14	1

Tabela B28 – Importância das atividades na fase de planejamento do produto

	Definir interessados no projeto	Definir e preparar o escopo do projeto e do produto	Definir atividades, sequência e cronograma	Avaliar riscos	Preparar estimativas e orçamento com custos	Analisar viabilidade econômica	Planejar e preparar aquisições	Preparar projeto do produto
Definir Interessados no projeto	1	0,11	5,00					
Definir e preparar o escopo do projeto e do produto	9,00	1	7,00	8,00				
Definir atividades, sequência e cronograma	0,20	0,14	1	5,00	0,14			
Avaliar Riscos		0,13	0,20	1	0,14	0,13		
Preparar estimativas e orçamento com custos			7,00	7,00	1	3	5,00	
Analisar viabilidade econômica				8,00	0,33	1	9,00	8,00
Planejar e preparar aquisições					0,20	0,11	1	0,14
Preparar projeto do produto						0,13	7,00	1

Tabela B29 – Importância das fases na macrofase de Desenvolvimento

	Projeto informacional	Projeto conceitual	Projeto detalhado	Preparação da produção	Lançamento do produto
Projeto informacional	1	7,00	6,00		
Projeto conceitual	0,14	1	0,13	4	
Projeto detalhado	0,17	8,00	1	8,00	8,00
Preparação da produção		0,25	0,13	1	1
Lançamento do produto			0,13	1	1

Tabela B30 – Importância das atividades na fase de projeto informacional

	Revisar e atualizar o escopo do produto	Identificar requisitos dos clientes	Definir requisitos de entrada	Avaliar, aprovar e documentar
Revisar e atualizar o escopo do produto	1	0,11	0,11	
Identificar requisitos dos clientes	9,00	1	1	7,00
Definir requisitos de entrada	9,00	1	1	5,00
Avaliar, aprovar e documentar		0,14	0,20	1

Tabela B31 – Importância das atividades na fase de projeto conceitual

	Modelar funcionalmente o produto	Desenvolver princípios e alternativas de solução	Definir arquitetura do produto	Analisar Sistema, Sub-Sistema e Componentes	Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento	Planejar a manufat.	Avaliar, aprovar e document.
Modelar funcionalmente o produto	1	0,20	0,11				
Desenvolver princípios e alternativas de solução	5,00	1	0,11	0,25			
Definir arquitetura do produto	9,00	9,00	1	7,00	6,00		
Analisar sistema, subsistema e componentes		4	0,14	1	5,00	5,00	
Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento			0,17	0,20	1	6,00	5,00
Planejar a manufatura				0,20	0,17	1	5,00
Avaliar, aprovar e documentar					0,20	0,20	1

Tabela B32 – Importância das atividades na fase de projeto detalhado

	Definir sistema, subsistema e componentes	Definir fornecedores	Planejar o processo de fabricação e montagem	Projetar embalagem	Testar e homologar o produto	Avaliar, aprovar e documentar
Definir sistema, subsistema e componentes	1	5,00	5,00			
Definir fornecedores	0,20	1	1	5,00		
Planejar o processo de fabricação e montagem	0,20	1	1	5,00	0,11	
Projetar embalagem		0,20	0,20	1	0,11	2
Testar e homologar o produto			9,00	9,00	1	9,00
Avaliar, aprovar e documentar				0,50	0,11	1

Tabela B33 – Importância das atividades na fase de preparação da produção

	Obter e instalar recursos	Planejar e produzir lote piloto	Certificar produto	Desenvolver processo de produção e manutenção	Avaliar, aprovar e documentar fase
Obter e instalar recursos	1	0,11	0,11		
Planejar e produzir lote piloto	9,00	1	0,11	0,50	
Certificar produto	9,00	9,00	1	7,00	8,00
Desenvolver processo de produção e manutenção		2	0,14	1	6,00
Avaliar, aprovar e documentar fase			0,13	0,17	1

Tabela B34 – Importância das atividades na fase de lançamento do produto

	Desenvolver processo de vendas	Desenvolver assistência técnica e atendimento ao cliente	Lançar o produto	Avaliar, aprovar e documentar a fase
Desenvolver processo de vendas	1	3	7,00	
Desenvolver assistência técnica e atendimento ao cliente	0,33	1	2	5,00
Lançar o produto	0,14	0,50	1	6,00
Avaliar, aprovar e documentar a fase		0,20	0,17	1

Tabela B35 – Importância das fases na macrofases de Pós-Desenvolvimento

	Acompanhar produto e processo	Descontinuar
Acompanhar produto e processo	1	6,14
Descontinuar	0,16	1

Tabela B36 – Importância das atividades na fase de acompanhar produto e processo

	Avaliar a satisfação do cliente	Monitorar o desempenho do produto	Registrar lições aprendidas
Avaliar a satisfação do cliente	1	2,33	4,88
Monitorar o desempenho do produto	0,43	1	2,70
Registrar lições aprendidas	0,20	0,37	1

APÊNDICE C – Resultado individual da avaliação dos especialistas das EBTs fabricantes de eletrônicos de médio porte

Tabela C1 – Resultado individual da avaliação dos especialistas

Macrofases/Fases/Atividades	Global Empresa C	Global Empresa D	Global Empresa E
• Pré Desenvolvimento	37,50	52,76	97,74
○ Planejamento Estratégico	22,50	41,68	78,19
▪ Consolidar informações sobre tecnologia e mercado	6,88	13,29	56,92
▪ Verificar/Mudar portfólio de produtos da Empresa	2,18	13,53	5,06
▪ Verificar viabilidade do portfólio de produto	3,67	13,08	15,00
▪ Decidir início do projeto do produto	9,78	1,78	1,21
○ Planejamento do Projeto	15,00	11,08	19,55
▪ Definir Interessados no projeto	3,24	0,13	1,80
▪ Definir e preparar o escopo do projeto e do produto	1,74	1,60	6,76
▪ Definir atividades, sequência e cronograma	1,02	0,47	0,87
▪ Avaliar Riscos	3,18	0,60	0,44
▪ Preparar estimativas e orçamento com custos	1,07	1,14	4,55
▪ Analisar Viabilidade econômica	3,03	4,93	3,62
▪ Planejar e preparar aquisições	0,61	0,55	0,39
▪ Preparar projeto do produto	1,11	1,66	1,12
• Desenvolvimento	25,00	3,11	1,67
○ Projeto Informacional	2,23	3,60	1,18
▪ Revisar e atualizar o escopo do produto	0,25	0,17	0,06
▪ Identificar requisitos dos clientes	0,50	2,51	0,54
▪ Definir requisitos de entrada	0,50	0,74	0,49
▪ Avaliar, aprovar e documentar	0,99	0,17	0,09
○ Projeto conceitual	3,99	4,09	0,10
▪ Modelar funcionalmente o produto	0,59	0,20	0
▪ Desenvolver princípios e alternativas de solução	0,32	0,11	0,01
▪ Definir arquitetura do produto	1,08	0,35	0,06
▪ Analisar Sistema, Sub-Sistema e Componentes	0,64	0,27	0,02
▪ Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento	0,23	1,72	0,01
▪ Planejar a manufatura	0,22	1,27	0
▪ Avaliar, aprovar e documentar	0,90	0,17	0
○ Projeto Detalhado	7,45	11,01	0,34
▪ Definir Sistema, Sub Sistema e Componentes	1,72	0,33	0,13
▪ Definir fornecedores	0,56	2,26	0,03
▪ Planejar o processo de fabricação e montagem	0,91	2,61	0,03
▪ Projetar Embalagem	0,34	0,28	0,01
▪ Testar e Homologar o produto	2,07	4,47	0,13
▪ Avaliar, aprovar e documentar	1,84	1,07	0,01

Tabela C1 – Resultado individual da avaliação dos especialistas (continuação)

Macrofases/Fases/Atividades	Global Empresa C	Global Empresa D	Global Empresa E
○ Preparação da Produção	3,82	7,60	0,03
▪ Obter e instalar Recursos	0,67	0,30	0
▪ Planejar e produzir lote piloto	0,37	2,14	0,01
▪ Certificar produto	1,20	0,51	0,02
▪ Desenvolver processo de Produção e manutenção	0,39	4,41	0
▪ Avaliar, aprovar e documentar Fase	1,18	0,24	0
○ Lançamento do Produto	7,51	4,80	0,03
▪ Desenvolver processo de Vendas	1,48	1,53	0,02
▪ Desenvolver assistência Técnica e atendimento ao cliente	0,82	1,59	0,01
▪ Lançar o produto	2,66	1,49	0
▪ Avaliar, aprovar e documentar a fase	2,55	0,19	0
● Pós Desenvolvimento	37,50	16,14	0,58
○ Acompanhar Produto e Processo	25,13	15,01	0,50
▪ Avaliar a Satisfação do cliente	10,24	7,25	0,30
▪ Monitorar o desempenho do produto	8,14	4,94	0,14
▪ Registrar lições aprendidas	6,74	2,82	0,06
○ Descontinuar	12,38	1,13	0,08
▪ Descontinuar a produção	12,38	1,13	0,08

APÊNDICE D – Questionário de adequação do modelo

Empresa:

Contato:

Data da entrevista:

Macrofases/fases//Atividades	Verificado		Evidência Objetiva
	OK	NOK	
Pré Desenvolvimento			
• Planejamento Estratégico			
○ Consolidar informações sobre tecnologia e mercado			
○ Verificar/Mudar portfólio de produtos da Empresa			
○ Verificar viabilidade do portfólio de produto			
○ Decidir início do projeto do produto			
• Planejamento do Projeto			
○ Definir Interessados no projeto			
○ Definir e preparar o escopo do projeto e do produto			
○ Definir atividades, sequência e cronograma			
○ Avaliar Riscos			
○ Preparar estimativas e orçamento com custos			
○ Analisar Viabilidade econômica			
○ Planejar e preparar aquisições			
○ Preparar projeto do produto			
Desenvolvimento			
• Projeto Informacional			
○ Revisar e atualizar o escopo do produto			
○ Identificar requisitos dos clientes			
○ Definir requisitos de entrada			
○ Avaliar, aprovar e documentar			
• Projeto conceitual			
○ Modelar funcionalmente o produto			
○ Desenvolver princípios e alternativas de solução			
○ Definir arquitetura do produto			
○ Analisar Sistema, Sub-Sistema e Componentes			
○ Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento			
○ Planejar a manufatura			
○ Avaliar, aprovar e documentar			
• Projeto Detalhado			
○ Definir Sistema, Sub Sistema e Componentes			

Macrofases/fases//Atividades	Verificado		Evidência Objetiva
	OK	NOK	
○ Definir fornecedores			
○ Planejar o processo de fabricação e montagem			
○ Projetar Embalagem			
○ Testar e Homologar o produto			
○ Avaliar, aprovar e documentar			
● Preparação da Produção			
○ Obter e instalar Recursos			
○ Planejar e produzir lote piloto			
○ Certificar produto			
○ Desenvolver processo de Produção e manutenção			
○ Avaliar, aprovar e documentar Fase			
● Lançamento do Produto			
○ Desenvolver processo de Vendas			
○ Desenvolver assistência Técnica e atendimento ao cliente			
○ Lançar o produto			
○ Avaliar, aprovar e documentar a fase			
Pós Desenvolvimento			
● Acompanhar Produto e Processo			
○ Avaliar a Satisfação do cliente			
○ Monitorar o desempenho do produto			
○ Registrar lições aprendidas			
● Descontinuar			
○ Descontinuar a produção			

Outras atividades verificadas, mas não contempladas no modelo:

APÊNDICE E – Quadro resumo das três empresas

Quadro E1 - Quadro resumo das três empresas

Macrofases/Fases/Atividades	Empresa C		Empresa D		Empresa E		Adequação M – Manter E – Excluir I – Inserir
	Verificado		Verificado		Verificado		
	OK	NOK	OK	NOK	OK	NOK	
Pré Desenvolvimento	X		X		X		M
Planejamento Estratégico	X		X		X		M
o Consolidar informações sobre tecnologia e mercado	X		X		X		M
o Verificar/Mudar portfólio de produtos da Empresa	X		X			X	M
o Verificar viabilidade do portfólio de produto	X		X			X	M
o Decidir início do projeto do produto	X		X		X		M
Planejamento do Projeto	X		X		X		M
o Definir Interessados no projeto	X		X		X		M
o Definir e preparar o escopo do projeto e do produto	X		X		X		M
o Definir atividades, sequência e cronograma	X		X		X		M
o Avaliar Riscos		X	X			X	M
o Preparar estimativas e orçamento com custos	X		X		X		M
o Analisar Viabilidade econômica	X		X			X	M
o Planejar e preparar aquisições	X		X		X		M
o Preparar projeto do produto	X		X		X		M
Desenvolvimento	X		X		X		M
Projeto Informacional	X		X		X		M
o Revisar e atualizar o escopo do produto		X		X	X		E
o Identificar requisitos dos clientes	X		X		X		M
o Definir requisitos de entrada	X		X		X		M
o Avaliar, aprovar e documentar	X		X		X		M
Projeto conceitual	X		X		X		M
o Modelar funcionalmente o produto		X	X			X	E
o Desenvolver princípios e alternativas de solução		X		X		X	E
o Definir arquitetura do produto	X		X		X		M
o Analisar Sistema, Sub-Sistema e Componentes	X		X		X		M
o Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento	X		X		X		M
o Planejar a manufatura		X		X		X	E
o Avaliar, aprovar e documentar	X		X			X	E

Quadro E1 - Quadro resumo das três empresas (continuação)

Macrofases/Fases/Atividades	Empresa C		Empresa D		Empresa E		Adequação M – Manter E – Excluir I – Inserir
	Verificado		Verificado		Verificado		
	OK	OK	OK	NOK	NOK	NOK	
Projeto Detalhado	X		X		X		M
o Definir Sistema, Sub Sistema e Componentes	X		X		X		M
o Definir fornecedores		X	X		X		M
o Planejar o processo de fabricação e montagem		X	X		X		M
o Projetar Embalagem	X		X		X		M
o Testar e Homologar o produto	X		X		X		M
o Avaliar, aprovar e documentar	X		X		X		M
Preparação da Produção	X		X		X		M
o Obter e instalar Recursos		X	X			X	E
o Planejar e produzir lote piloto	X		X		X		M
o Certificar produto	X		X		X		M – quando necessário
o Desenvolver processo de Produção e manutenção		X		X		X	E
o Avaliar, aprovar e documentar Fase	X		X		X		M
Lançamento do Produto	X		X		X		M
o Desenvolver processo de Vendas		X	X		X		M
o Desenvolver assistência técnica e atendimento ao cliente		X	X			X	E
o Lançar o produto	X		X		X		M
o Avaliar, aprovar e documentar a fase	X		X		X		M
Pós Desenvolvimento	X		X		X		M
Acompanhar Produto e Processo	X		X		X		M
o Avaliar a Satisfação do cliente	X		X		X		M
o Monitorar o desempenho do produto	X		X		X		M
o Registrar lições aprendidas		X		X	X		M
Descontinuar	X		X		X		M
o Descontinuar a produção	X		X		X		M

REFERÊNCIAS

ADAIR, C. B.; MURRAY, B. A. **Revolução total dos processos**. São Paulo: Nobel, 1996.

ANDRIES, P.; DEBACKERE, K. Adaptation in new technology-based ventures: Insights at the company level. **International Journal of Management Reviews**, v. 8, n. 2, p. 91–112, 2006.

AGUIAR, D. C.; SALOMON, V. A. P. Avaliação da prevenção de falhas em processos utilizando métodos de tomada de decisão. **Revista Produção**, v. 17, n. 3, p. 502-519, 2007.

ALENCAR, A. J.; SCHMITZ, E. A. **Análise de risco em gerência de projetos**. 1ª edição, Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

ALMEIDA, A. T. Multicriteria modelling of repair contract based on utility and ELECTRE I Method with dependability and service quality criteria. **Annals of Operations Research**, v. 138, n. 1, p. 113-126, 2005.

ALMEIDA, L. F.; MIGUEL, P. A. C. The first stage of a proposal of a theoretical model for managing a new product development process. **Product: Management & Development**, v. 5, n. 1, p. 75-64, 2007.

ALVARENGA, F. B. **Uma abordagem metodológica para o projeto de produtos inclusivos**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2006.

AMARAL, C. S. T.; ROZENFELD, H. Sistematização das melhores práticas de desenvolvimento de produtos para acesso livre e compartilhamento na internet. **Produto & Produção**, v. 9, n. 2, p. 120-135, 2008.

ANAND, G.; KODALI, R. Selection of lean manufacturing systems using the PROMETHEE. **Journal of Modelling in Management**, v. 3, n. 1, p. 40-70, 2008.

ANPROTEC. Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos de Tecnologias Avançadas. **Glossário dinâmico de termos na área de Tecnópolis, Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas**. Brasília/DF, Editado Anprotec & Sebrae, 2002.

APPLETON, E.; GARSIDE, J. A. A team-based design for assembly methodology. **Assembly Automation**, v. 20, n. 2, p.162-169, 2000.

ARMISTEAD, C.; MACHIN, S. Implications of business process management for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 17, n. 9, p. 886-898, 1997.

AUGUSTO, M.; FIGUEIRA, J.; LISBOA, J.; YASIN, M. An application of a multi-criteria approach to assessing the performance of Portugal's economic sectors. **European Business Review**, v. 17, n. 2, p. 113-132, 2005.

BACK, N. **Metodologia de projeto de produtos industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.

BALLIS, A.; MAVROTAS, G.. Freight village design using the multicriteria method PROMETHEE. **Operational Research**, v. 17, n. 2, p. 213-232, 2007.

COSTA, C. A. B.; VANSNICK, J. C. "MACBETH: an interactive path towards the construction of cardinal value functions", **International Transactions in Operational Research**, v. 1, n. 4, p. 489-500, 1994.

BARBALHO, S. C. M.; ROZENFELD, H. Análise do processo de desenvolvimento de produtos de uma pequena empresa de alta tecnologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXIV, 2004. Anais eletrônicos... Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGERP2004_Enegep0504_0971.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2009.

BARBALHO, S. C. M. **Modelo de referência para o desenvolvimento de produtos mecatrônicos: proposta e aplicações**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade de São Paulo, 2006.

BARCLAY, I. Organisational factors for success in new product development. **Science, Measurement and Technology**, v. 149, n. 2, p. 105-112, 2002.

BARNETT, B. D.; CLARK, K. B. Problem solving in product development: a model for the advanced materials industries. **International Journal of Technology Management**, v.15, n. 8, p. 805-820, 1998.

BARROS NETO, J. P.; NOBRE, J. A. P. O processo de desenvolvimento de produto imobiliário: estudo exploratório em uma incorporadora. **Revista Produção**, v. 19, n. 1, p. 87-104, 2009.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Modelling and Simulation: operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241-264, 2002.

BLACKBURN, J. D. **Time-based competition: the next battleground in American manufacturing**. Homewood, IL: Ed. Business One Irwin, 1991.

BLAU, G. E.; BOSE, S.; MEHTA, B.; PEKONY, J.; SINCLAIR, G.; KEUNKER, K.; BUNCH, P. Risk management in the development of new products in highly regulated industries. **Computers and Chemical Engineering**, v.24, n.1, p. 659-664, 2000.

BNDES. Circular No 11/2010. 2010. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/productos/download/Circ011_10.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2010.

BOMMER, M.; JALAJAS, D. S. Innovation sources of large and small technology-based firms. **Transactions on Engineering Management**, v. 51, n. 1, p. 13-18, 2004.

BOTTANI, E.; RIZZI, A. A fuzzy TOPSIS methodology to support outsourcing of logistics services. **Supply Chain Management: an International Journal**, v. 11, n. 4, p. 294-308, 2006.

BOZBURA, F. T.; BESKESE, A.; KAHRAMAN, C. Prioritization of human capital measurement indicators using fuzzy AHP. **Expert Systems with Applications**, v. 32, n. 2, p. 1100-1112, 2007.

BRAGLIA, M.; CARMIGNANI, G.; FROSOLINI, M.; GRASSI, A.; AHP-based evaluation of CMMS software. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 15, n. 5, p. 585-602, 2006.

BRAGLIA, M.; FANTONI, G.; FROSOLINI, M. The house of reliability. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 24, n. 4, p. 420-440, 2007.

BRANS, J. P.; VINKE, P. H. A preference ranking organization method (the PROMETHEE method for multiple criteria decision making). **Management Science**, v. 31, n. 6, p. 647-56, 1985.

BRENTANI, U.; KLEINSCHMIDT, E. J.; SALOMO, S. Success in global new product development: impact of strategy and the behavioral environment of the firm. **Journal of Product Innovation Management**, v. 27, n. 2, p. 143-160, 2010.

BROWNING, T. R.; FRICKE, E.; NEGELE, H. Key concepts in modeling product development processes. **Systems Engineering**, v. 9, n. 2, p. 104-128, 2006.

BUJIS, J. Modelling product innovation processes, from linear logic to circular chaos. **Creativity and Innovation Management**, v. 12, n. 2, p. 76-93, 2003

CALANTONE, R. J.; BENEDETTO, A. D.; SCHMIDT, J. B. Using the analytic hierarchy process in new product screening. **Journal of Product Innovation Management**, v. 16, n. 1, p. 65-76, 1999.

CAPUTO, A. C.; PELAGAGGE, P. M. Effects of product design on assembly lines performances: a concurrent engineering approach. **Industrial Management & Data Systems**, v. 108, n. 6, p. 726-749, 2008.

CAVALCANTE, C. A. V.; ALMEIDA, A. T. A multi-criteria decision-aiding model using PROMETHEE III for preventive maintenance planning under uncertain conditions. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 13, n. 4, p. 385-397, 2007.

CAVALCANTE, C. A. V.; ALMEIDA, A. T. Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando promethee II em situações de incerteza. **Pesquisa Operacional**, v. 25, n. 2, p.279-296, 2005.

CHAI, KAH-HIN; XIN, Y. The application of new product development tools in industry: the case of Singapore. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 53, n. 4, p. 543-554, 2006.

CHANDRA, M.; NEELANKAVIL, J. Product development and innovation for developing countries: Potential and challenges. **Journal of Management Development**, v. 27, n. 10, p. 1017-1025, 2008.

CHIANG, TZU-AN; CHE, Z. H. A fuzzy robust evaluation model for selecting and ranking NPD projects using Bayesian belief network and weight-restricted DEA. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 11, p. 7408-7418, 2010.

CHANG, WEI-LUN. Using multi-criteria decision aid to rank and select co-branding partners: From a brand personality perspective. **Kybernetes**, v. 38, n. 6, p. 950-965, 2009.

CHENG, C. C. J.; SHIU, E. C. Critical success factors of new product development in Taiwan's electronics industry. **Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics**, v. 20, n. 2, p. 174-189, 2008.

CHIN, K. S.; PUN, K. F.; XU, Y.; CHAN, J. S. F. An AHP based study of critical factors for TQM implementation in Shanghai manufacturing industries. **International Journal of Technical Innovation and Entrepreneurship**, v. 22, n. 2, p. 707-715, 2002.

CHIN, K. S.; XU, D. L.; YANG, J. B., LAM, J. P. K. Group-based ER-AHP system for product project screening. **Expert Systems with Applications**, v. 35, n. 4, p. 1909-1929, 2008

CHUNG, C. A. **Simulation modeling handbook: a practical approach**. Florida, CRC Press, 2004, 574p.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization and management in the word auto industry**. Boston-Massachusetts, Harvard Business School Press, 1991.

COLDRICK, S.; LONGHURST, P.; IVEY, P.; HANNIS, S. An R&D options selection model for investment decisions. **Technovation**, v. 25, n. 3, p. 185-193, 2005.

COLENCI NETO, A. **Proposta de um modelo de referência para desenvolvimento de software com foco na certificação do MPS.Br**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

COLLINS, T. R.; ROSSETTI, M. D.; NACHTMANN, H. L.; OLDHAM, J. R.. The use of multi-attribute utility theory to determine the overall best-in-class performer in a benchmarking study. **Benchmarking: An International Journal**, v. 13, n. 4, p. 431-446, 2006.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J. **Product development for de service sector – lessons from market leaders**. New York: Basic Books, 1999.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. New product portfolio management: practices and performance. **Journal of Product Innovation Management**, v. 16, n. 4, p. 333-351, 1999.

COOPER, R. G.; KLEINSCHMIDT, E. J. Benchmarking the firm's critical success factors in New Product Development. **Journal of Product Innovation Management**, v. 12, n. 5, p. 374-391, 1995.

CRESWELL, J. W.; PLANO CLARK, V. L. **Designing and conducting mixed methods research**, California: Sage Publications, 265p., 2007.

DAHLSTRAND, A. L. Technology-based entrepreneurship and regional development: the case of Sweden. **European Business Review**, v. 19, n. 5, p. 373-386, 2007.

DALGLEISH, G. F.; JARED, G. E. M.; SWIFT, K. G. Design for assembly: influencing the design process. **Journal of Engineering Design**, v. 11, n.1, p.17-29, 2000.

DELGADO NETO, G. G. **Uma contribuição à metodologia de projeto para o desenvolvimento de jogos e brinquedos infantis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

DOOLEY, K.; JOHNSON, D. Changing the new product development process: Reengineering or continuous quality improvement? **Measuring Business Excellence**, v. 5, n. 4, p. 32-38, 2001.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **The Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

ENGWALL, M.; KLING, R.; WERR, A. Models in action: how management models are interpreted in new product development. **R&D Management**, v. 35, n. 4, p. 427-439, 2005.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S. M. D. **Apoio à Decisão: Metodologias para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas**. 1. ed., Florianópolis, Insular, 2001.

FABRÍCIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2002. 329p.

FEDRIZZI, M.; GIOVE, S.. Incomplete pairwise comparison and consistency optimization. **European Journal of Operational Research**, v.183, p. 303–313, 2007.

FIEMG. Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. **Diagnóstico do arranjo produtivo da indústria do vale da eletrônica: mercado, tecnologia e inovação**. Belo Horizonte: FEIMG/IEL Minas/SINDVEL. 2007. Disponível em: <<http://www.fiemg.org.br/admin/BibliotecaDeArquivos/Image.aspx?ImgId=8532&TabId=1627>>. Acesso em: 08 out. 2008.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M.. **Multiple criteria decision analysis**, Springer, N. York, 2005.

FILIPPINI, R.; SALMASO, L.; TESSAROLO, P. Product development time performance: investigating the effect of interactions between drivers. **Journal of Product Innovation Management**, v. 21, n. 3, p. 199-214, 2004.

FORMAN, E.; PENIWATI, K. Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 108, n. 1, p. 165-169, 1998.

FORMOSO, C. T.; TZORTZOPOULOS, P.; LIEDTKE, R. A model for managing the product development process in house building. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 9, n. 5-6, p. 419-432, 2002.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 152-194, 2002.

FREIXO, O. M. **Incorporação da gestão de custos do ciclo de vida ao processo de desenvolvimento de produtos da EMBRAER**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2004.

FULLER, G. W. **New food product development** – from concepts to marketplace. USA: CRC Press, 1994.

GOMES, E. G.; MELLO, J. C. C. B. S de; MANGABEIRA, J. A. C. Índice multicritério de bem estar social rural em um município da região amazônica. **Pesquisa Operacional**, v. 28, n. 1, p. 141-160, 2008.

GOMES, J. F. S.; de WEERD-NEDERHOF, P. C.; PEARSON, A. W.; CUNHA, M. P. Is more always better? An exploration of the differential effects of functional integration on performance in new product development. **Technovation**, v.23, n. 3, p. 185-191, 2003.

GOMES, L. F.; GOMES, C. F.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**, Atlas, S. Paulo, 2009.

GÓMEZ, R. C., VIDAL, J. A., ALCAMÍ, R. L. A model of product design management in the Spanish ceramic sector. **European Journal of Innovation Management**, v. 7, n. 2, p. 150-161, 2004.

GONZÁLEZ, F. J. M.; PALACIOS T. M .B. The effect of new product development techniques on new product success in Spanish firms. **Industrial Marketing Management**, v. 31, n. 3, p. 261-271, 2002.

GRIFFIN, A. PDMA research on new product development practices: Updating trends and benchmarking best practices. **Journal of Product Innovation Management**, v. 14, p. 429-458. 1997

HARMSSEN, H.; GRUNERT, K. G.; BOVE, K. Company competencies as a network: the role of product development. **Journal of Product Innovation Management**, v. 17, n. 3, p. 197-207, 2000.

HARKER, P. T. Incomplete pairwise comparisons in the analytic hierarchy process, **Mathematical Modeling**, v. 9, n. 11, p. 837-848, 1987.

HO, W. Integrated analytic hierarchy process and its applications – a literature review. **European journal of Operational Research**, v. 186, n. 1, p. 211-228, 2008.

HOFFMANN, W. H.; SCHLOSSER, R. Success factors of strategic alliances in small and medium-sized enterprises – an empirical survey. **Long Range Planning**, v. 34, n. 3, p. 357-381, 2001.

HONG, P.; ROH, J. Internationalization, product development and performance outcomes: A comparative study of 10 countries. **Research in International Business and Finance**, v. 23, n. 2, p. 169-180, 2009.

HOPKINS, S. A.; NIE, W.; HOPKINS, W. E. A comparative study of quality management in Taiwan's and China's electronics industry. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 21, n. 4, p. 362-376, 2004.

HSU, Y. G.; TZENG, H.; SHYU, J. Fuzzy multiple criteria selection of government-sponsored frontier technology R&D projects. **R&D Management**, v. 33, n. 5, p. 539-551, 2003.

HUANG, C.; CHU, P.; CHIANG, Y. A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D Project selection. **Omega**, v. 36, n. 6, p. 1038-1052, 2008.

HUÉDÉ, F. L.; GRABISCH, M.; LABREUCHE, C.; SAVEANT, P. Integration and propagation of a multi-criteria decision making model in constraint programming. **Journal of Heuristics**, v. 12, n. 4-5, p. 329-346, 2006.

HUNT, I.; JONES, R. Winning new product business in the contract electronics industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 18, n. 2, p. 130-142, 1998.

ILORI, M. O.; OKE, J. S.; SANNI, S. A. Management of new product development in selected food companies in Nigeria. **Technovation**, v. 20, n. 6, p. 333-342, 2000.

IWASAKI, S.; TONE, K. A search model with subjective judgments: auditing of incorrect tax declarations. **Omega - International Journal of Management Science**, v. 26, n. 2, p. 249-261, 1998.

JAMALI, R.; NEJATI, M. Women's career progression barriers and organisational justice: a study of Iranian society. **Business Strategy Series**, v.10, n. 5, p. 311-328, 2009.

JUCÁ JUNIOR, A. S. **Gestão de projetos em empresas de base tecnológica da área de software: análise do nível de maturidade e aplicabilidade de escritórios de projetos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005, 125p.

JUGEND, D; SILVA, S. L. Práticas de gestão que influenciam o sucesso de novos produtos em empresas de base tecnológica. **Produção**, v. 20, n. 3, p. 335-346, 2010.

JUGEND, D.; SILVA, S. L.; TOLEDO, J. C.. Análise do processo de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica de pequeno porte: estudo de casos do setor de automação industrial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, V CBGDP, 2005, Curitiba, Anais... Curitiba: UFPR, 2005. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/4490.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2010..

JUN, HONG-BAE; SUH, HYO-WON. A modeling framework for product development process considering its characteristics. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 55, n. 1, p. 103-119, 2008.

KAHN, K. B.; BARCZAK, G.; MOSS, R. Perspective: establishing an NPD best practices framework. **Journal of Product Innovation Management**, New York: Elsevier Science Inc. v. 23, n. 2, p.106-116, 2006.

KAHRAMAN, C.; ATES, N. Y.; CEVIK, S.; GULBAY, M.; ERDOGAN, S. A. Hierarchical fuzzy TOPSIS model for selection among logistics information technologies. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 20, n. 2, p. 143-168, 2007.

KAMINSKI, P. C.; OLIVEIRA, A. C.; LOPES, T. M. Knowledge transfer in product development processes: a case study in small and medium enterprises (SMESs) of the metal-mechanic sector from São Paulo, Brazil. **Technovation**, v. 28, n. 1-2, p. 29-36, 2008.

KANG, H. Y.; LEE, H. I. Priority mix planning for semiconductor fabrication by fuzzy AHP ranking. **Expert Systems with Applications**, v. 32, n. 2, p. 560-570, 2007.

KEENEY, R. L.. **Value-Focused Thinking: a path to creative decisionmaking**, Harvard University Press, Cambridge, USA, 1996.

KILLEN, C. P.; HUNT, R. A.; KLEINSCHMIDT, E. J. Project portfolio management for product innovation. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 1, p. 24-38, 2008.

KOUFTEROS, X.; VONDEREMBSE, M.; JAYARAM, J. Internal and external integration for product development: the contingency effects of uncertainty, equivocality, and platform strategy. **Decision Sciences**, v. 36, n. 1, p. 97-133, 2005.

KOUTROUMANIDIS. T.; PAPATHANASIOU, J.; MANOS, B. A multicriteria analysis of productivity of agricultural regions of Greece. **Operational Research**, v. 2, n. 3, p. 339-346, 2002.

LARANJA, M.; FONTES, M. Creative adaptation: the role of new technology based firms in Portugal. **Research Policy**, v. 26, n. 9, p. 1023–1036, 1998.

LEDWITH, A. Management of new product development in small electronics firms. **Journal of European Industrial Training**, v. 24, p. 137-148, 2000.

LEE, J.; LEE, J.; SONDER, W. E. Differences of organizational characteristics in new product development: Crosscultural comparison of Korea and the US. **Technovation**, v. 20, n. 9, p. 497-508, 2000.

LEE, K. B.; WONG, V. New product development proficiency and multi-country product rollout timeliness. **International Marketing Review**, v. 27, n. 1, p. 28-54, 2010.

LIGINLAL, D.; RAM, S.; DUCKSTEIN, L. Fuzzy measure theoretical approach to screening product innovations. **IEEE Transaction on Systems Man and Cybernetics Part A- Systems and Humans**, v. 36, n.3, p. 577-591, 2006.

LIM, J.-S.; SHARKEY, T. W.; HEINRICHS, J. H. New product development practices and export involvement: an initial inquiry. **International Journal of Innovation Management**, v. 7, n. 4, p. 475-499, 2003.

LINDELÖF, P.; LÖFSTEN, H. Science park location and new technology-based firms in Sweden – implications for strategy and performance. **Small Business Economics**, v. 20, n. 3, p. 245-258, 2003.

LIU, P.-Lo; TSAI, C. H. Research on the influences of new product design and new product development process management on new product development performance in Taiwan's industries. **The Asian Journal on Quality**, v. 10, n. 1, p. 89-105, 2010.

LOCH, C.; STEIN, L.; TERWIESCH, C. Measuring product development performance in the electronics industry. **Journal of Product Innovation Management**, v. 13, p. 3-20, 1996.

LÓPEZ, J. C. L.; SÁNCHEZ, L. D.; CONTRERAS, M. A. A. A multicriteria decision support system with an evolutionary algorithm for deriving final ranking from a fuzzy outranking relation. **Operations Research**, v. 8, n. 1, p. 47-62, 2008.

LYONS, T.; SKITMORE, M. Project risk management in the Queensland engineering construction industry: a survey. **International Journal of Project Management**, v. 22, n. 1, p. 51-61, 2004.

MACGREGOR, S. P.; ARANA, J.; PARRA, I.; LORENZO, M. P. Supporting new product creation in the Mondragón Valley. **European Journal of Innovation Management**, v. 9, n. 4, p. 418-443, 2006

MAHADEVAN, S.; SMITH, N.; ZANG, T. A. **System risk assessment and allocation in conceptual design**, NASA/CR-2003-212162, Langley Research Center, Hampton, VA., 2003.

MALUF FILHO, W. M. **Modelo para gestão do desenvolvimento e produção de pneus fornecidos para indústria automobilística**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008. 215p

MARCH-CHORDA, I.; GUNASEKARAN, A.; LLORIA-ARAMBURO, B. Product development process in Spanish SMEs: An empirical research. **Technovation**, v. 22, n. 5, p. 301-312, 2002.

MARCOVITCH, J.; SANTOS, S. A.; DUTRA, I. Criação de empresas com tecnologias avançadas: as experiências do PACTo/IA-FEA-USP. **Revista de Administração**, v. 21, n. 2, p 3-9, 1996.

MARION, T. J.; SIMPSON, T. W. New product development practice application to an early-stage firm: the case of the PaperPro-StackMaster. **Design Studies**, v. 30, n. 5, p. 561-587, 2009.

MARTINS, R. A. Princípios da pesquisa científica. In: MIGUEL, P.A.C.. (Org.). Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 1 ed. Rio de Janeiro, Campus/Elsevier, p. 5-29, 2010.

MCIVOR, R.; HUMPHREYS, P. Early supplier involvement in the design process: lessons from the electronics industry. **Omega**, v. 32, n. 3, p. 179-199, 2004.

MCNALLY, R. C.; DURMUSOGLU, S. S.; CALANTONE, R. J.; HARMANCIOGLU, N. Exploring new product portfolio management decisions: The role of managers' dispositional traits. **Industrial Marketing Management**, v. 38, n. 1, p. 127-143, 2009.

MEIRELLES, C. L. A.; GOMES, L. F. A. M. O apoio multicritério à decisão como instrumento de gestão do conhecimento: uma aplicação à indústria do refino de petróleo. **Pesquisa Operacional**, v. 29, n. 2, p. 451-470, 2009.

MELLO, C. H. P.; SILVA, C. E. S. da.; TURRIONI, J.; SOUZA L. G. M de. **ISO 9001:2000: sistemas de gestão da qualidade para operações de produção e serviços**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

MELLO, C. H. P. **Modelo para projeto e desenvolvimento de serviços**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós graduação em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2005.

MELLO, C. H. P.; MARTINS, R. C.; PARRA, B. R.; SALGADO, E. G.; SEGUSO, R. T.; PAMPLONA, E. O. Systematic proposal to calculate price of prototypes manufactured through rapid prototyping using an FDM 3D printer in a university lab. **Rapid Prototyping Journal**, v. 16, n. 6, p. 334-348, 2010.

MELON, M. G.; BELTRAN, P. A.; CRUZ, M. C. G. An AHP-based evaluation procedure for innovative educational projects: a face-to-face vs. computer-mediated case study. **Omega**, v. 36, n. 5, p. 754-765, 2008.

MENDES, G. H. S. **O processo de desenvolvimento de produtos de empresas de base tecnológica: caracterização da gestão e proposta de modelo de referência**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2008.

MENDES, G. H. S.; TOLEDO, J. C. Gestão do processo de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica de pequeno porte: casos no setor de equipamentos médico-hospitalares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 2005, Curitiba, Anais... Curitiba:

UFPR, 2005. Disponível em: < <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/4564.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2010.

MEREDITH, J. Building operations management theory through case and field research. **Journal of Operations Management**, v. 16, n. 4, p. 441–454, 1998.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n.1, p. 216-229, 2007.

MIGUEL, P. A. C. Innovative new product development: a study of selected QFD case studies. **The TQM Magazine**, v. 19, n. 6, p. 617-625, 2007b.

MIGUEL, P. A. C. Portfolio management and new product development implementation: A case study in a manufacturing firm. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 1, p. 10-23, 2008

MILLER, B.; CLARKE, J. P. Strategic Guidance in the Development of New Aircraft Programs: A Practical Real Options Approach. **Transactions on Engineering Management**, v. 55, n. 4, p. 566 -578, 2008.

MILLWARD, H.; BYRNE, C.; WALTERS, A.; LEWIS, A. New product development within small and medium-sized enterprises: analysis through technology management maps. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 3, n. 3, p. 283-302, 2006.

MILLWARD, H.; LEWIS, A. Barriers to successful new product development within small manufacturing companies. **Journal of Small Business and Enterprise Development**, v. 12, n. 3, p. 379-394, 2005.

MOHANTY, R. P.; AGARWAL, R.; CHOUDHURY, A. K.; TIWARI, M. A fuzzy ANP-based approach to R&D project selection: a case study. **International Journal of Production Research**, v. 43, n. 24, p. 5199-5216, 2005.

MONTEMEZZO, M. C. F. S. **Diretrizes metodológicas para o projeto de produtos de moda no âmbito acadêmico**. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial) - Programa de Pós-graduação em Desenho Industrial, Universidade Estadual Paulista, Bauru. 2003, 97p.

MOTA, C. M. M.; ALMEIDA, A. T. Método multicritério electre IV-H para priorização de atividades em projetos. **Pesquisa Operacional**, v. 27, n. 2, p. 247-269, 2007.

MU, J.; PENG, G.; TAN, Y. New product development in Chinese SMEs: key success factors from a managerial perspective. **International Journal of Emerging Markets**, v. 2 n. 2, p. 123-143, 2007.

NADIA, B.; GREGORY, G.; VINCE, T. Engineering change request management in a new product development process. **European Journal of Innovation Management**, v. 9, n. 1, p. 5-19, 2006.

NEJATI, M.; NEJATI, M. Ranking airlines' service quality factors using a fuzzy approach: study of the Iranian society. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 26, n. 3, p. 247-260, 2009.

NEPAL, B.; YADAV, O. P.; MURAT, A. A fuzzy-AHP approach to prioritization of CS attributes in target planning for automotive product development. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 10, p. 6775-6786, 2010.

NG, A. W. Reporting intellectual capital flow in technology-based companies: Case studies of Canadian wireless technology companies. **Journal of Intellectual Capital**, v. 7, n. 4, p. 492-510, 2006.

NGAI, E. W. T.; CHAN, E. W. C. Evaluation of knowledge management tools using AHP. **Expert Systems with Applications**, v. 29, n. 4, p. 889-899, 2005.

NIJSSEN, E. J.; FRAMBACH, R. T. Determinants of the adoption of new product development tools by industrial firms. *Industrial Marketing Management*, v. 29, n. 2, p. 121-131, 2000.

NUNES JUNIOR, L. F. **Tomada de decisão com múltiplos critérios: pesquisa-ação sobre o método AHP em pequenas empresas**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional). Universidade de Taubaté. Taubaté, 2006.

OGLIARI, A. **Sistematização da concepção de produtos auxiliada por computador com aplicações no domínio de componentes de plástico injetado**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.

OLIVA, F. L.; SOBRAL, M. C.; SANTOS, S. A.; ALMEIDA, M. I. R.; GRISI, C. C. H. Measuring the probability of innovation in technology-based companies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 3, p. 365-383, 2011.

OLIVEIRA, M. G.; ROZENFELD, H. Integrating technology roadmapping and portfolio management at the front-end of new product development. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 77, n. 8, p. 1339–1354, 2010.

OLIVER, N.; DOSTALER, I.; DEWBERRY, E. New product development benchmarks: The Japanese, North American, and UK consumer electronics industries. **The Journal of High Technology Management Research**, v. 15, n. 2, p. 249-265, 2004.

OTTENBACHER, M.; HARRINGTON, R. J. The innovation development process of Michelin-starred chefs. **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, v. 19, n. 6, p. 444-460. 2007.

OWENS, J. D. Why do some UK SMEs still find the implementation of a new product development process problematical? An exploratory investigation. **Management Decision**, v. 45, n. 2, p. 235-251, 2007.

PAGE, A. L. Assessing new product development practices and performance: establishing crucial norms. **Journal of product innovation management**, v. 10, n. 4, p. 273-290, 1993.

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. **Projeto na engenharia – Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos – Métodos e aplicações**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2005.

PARK, Y. H. A study of risk management and performance measures on new product development. **Asian Journal on Quality**, v. 11, n. 1, p. 39-48, 2010.

PANIZZOLO, R.; BIAZZO, S.; GARENGO, P. New product development assessment: towards a normative-contingent audit. **Benchmarking: An International Journal**, v. 17, n. 2, p. 173-194, 2010.

PANNE, G. van der; BEERS, C. van; KLEINKNECHT, A. Success and failure of innovation: a literature review. **International Journal of Innovation Management**, v. 7, n. 3, p. 309-338, 2003.

PARTOVI, F. Y. An analytical model of process choice in the chemical industry. **International Journal of Production Economics**, v. 105, n. 1, p. 213-227, 2007.

PAULA, I. C.; RIBEIRO, J. L. D. A proposal of a reference model for the pharmaceutical PDP management. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 4, n. 2, p. 05-32, 2007.

PAULA, R. A. S. R.; CHENG, L. C. A transformação dos resultados de pesquisas científicas em novos produtos de base tecnológica, compreendida a partir do estudo de caso exploratório de projetos apoiados pela primeira experiência do Sebraetec na UFMG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 2005, Curitiba, Anais... Curitiba: UFPR, 2005.

PAWAR. K. S.; SHARIFI, S. Managing the product design process: exchanging knowledge and experiences. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 13, n. 2, p. 91-96, 2002.

PETERS, A. J.; ROONEY, E. M.; ROGERSON, J. H.; MCQUATER, R. E.; SPRING, M.; DALE, B. G. New product design and development: a generic model. **The TQM Magazine**, v. 11, n. 3, p. 172-179, 1999.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. Technology roadmapping - a planning framework for evolution and revolution. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 71, n. 1-2, p. 5-26, 2004.

PHILLIPS, S.; MARTIN, J.; DAINTY, A.; PRICE, A. Uncertainty in best value decision making. **Journal of Financial Management of Property and Construction**, v. 12, n. 2, p. 63-72, 2007.

PITT, M.; MACVAUGH, J. Knowledge management for new product development. **Journal of Knowledge Management**, v. 12, n. 4, p. 101-116, 2008.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos** (Guia PMBOK®), EUA, 3ª edição, 2004.

POLYCHRONIOU, P. V.; GIANNIKOS, I. A fuzzy multicriteria decision-making methodology for selection of human resources in a Greek private bank. **Career Development International**, v. 14, n. 4, p. 372-387, 2009.

PRASNIKAR, J.; SKERLJ, T. New product development process and time-to-market in the generic pharmaceutical industry. **Industrial Marketing Management**, v. 35, n. 6, p. 690-702, 2006.

QUIAN, G.; LI, L. Technology industry success: Strategic options for small and medium firms. **Business Horizons**, v. 46, n. 5, p. 41-46, 2003.

RAMPERSAD, H. K. Concurrent design of product, process and robotic assembly system. **Assembly Automation**, v. 15, n. 1, p. 21-28, 1995.

RANGEL, L. A. D.; GOMES, L. F. A. M.; MOREIRA, R. A. Decision theory with multiple criteria: an application of ELECTRE IV and TODIM to SEBRAE/RJ. **Pesquisa Operacional**, v. 29, n. 3, p. 577-590, 2009.

ROBERTO FILHO, J. **Gestão de manutenção em manufatura: Aplicação da teoria da decisão baseada em conceitos de confiabilidade**. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Automotiva) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

RODRIGUES, E. W.; BORSATO, M. A survey on current practices of product development management and needs of the transformation industry in the state of Paraná. **Product: Management & Development**, v. 4, n. 1, p. 19-23, 2006.

ROGERS, H.; GHAURI, P.; PAWAR, K. S. Measuring international NPD projects: an evaluation process. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 20, n. 2, p. 79-87, 2005.

ROMANO, L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2003. 266p.

ROSENTHAL, S. R. **Effective Product Design and Development – How to cut lead time and increase customer satisfaction**. New York, N.Y.: Irwin Professional Publishing, 1992.

ROY, B. Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE), *Revue Française d'Informatique et de Recherche Opérationnelle*, v. 8, p. 57-75, 1968.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos. Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

RUDOLPH, M. J. The food product development process. **British Food Journal**, v. 97, n. 3, p. 3-11, 1995

RUNDQUIST, J.; CHIBBA, A. The use of processes and methods in NPD: a survey of Swedish industry. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 1, n. 1, p. 37-54, 2004.

RUNDQUIST, J.; HALILA, F. Outsourcing of NPD activities: a best practice approach. **European Journal of Innovation Management**, v. 13, n. 1, p. 5-23, 2010.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**, New York (USA): McGraw- Hill, 1980.

SAATY, T. L. **Decision making with dependence and feedback: the analytic network process**, 2a edição, Pittsburgh (USA): RWS, 2001.

SAATY, T. L. Rank from comparisons and from ratings in the analytic hierarchy/network processes. **European Journal of Operational Research**, v. 168, n. 2, p. 557–570, 2006.

SAATY, T. L. **Principia Mathematica Decernendi**, RWS, Pittsburgh, 2010.

SAATY, T. L.; OZDEMIR, M. S. **The Encyclicon: a dictionary of decisions with dependence and feedback based on the Analytic Network Process**. Pittsburgh: RWS, 2005.

SAEMUNDSSON, R.; DAHLSTRAND, A. L. How business opportunities constrain young technology-based firms from growing into medium-sized firms. **Small Business Economics**, v. 24, n. 2, p.113-129, 2005.

SALGADO, E. G. **Investigação dos desperdícios no processo de desenvolvimento de produtos por meio da abordagem da produção enxuta**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2008, 96p.

SALGADO, E. G.; MELLO, C. H. P.; SILVA, C. E. S.; OLIVEIRA, E. S.; ALMEIDA, D. A. Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. **Gestão e Produção**, v.16, n. 3, p. 344-356, 2009.

SALGADO, E. G.; SALOMON, V. A. P.; MELLO, C. H. P.; FASS, F. D. M.; XAVIER, A. F. Modelos de referência para desenvolvimento de produtos: classificação, análise e sugestões para pesquisas futuras. **Produção Online**, v. 10, n. 4, 2010.

SALOMON, V. A. P.; SHIMIZU, T. Performance of three different methods of multiple criteria decision making applied to the supplier selection. **Book of abstracts from the International Conference on MCDM**. v. 18, p. 200, 2006.

SALOMON, V. A. P., WHITAKER, R. Decision-making considering dependence relations for the improvement of production management. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 4, n. 2, p. 47-60, 2007.

SALOMON, V. A. P. **Contribuições para validação de tomada de decisão com múltiplos critérios.** Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá. 2010.

SALOMON, V. A. P. **Desempenho da modelagem do auxílio à decisão por múltiplos critérios na análise do planejamento e controle da produção.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

SANDANAYAKE, Y. G.; ODUOZA, C. F. Dynamic simulation for performance optimization in just-in-time-enabled manufacturing processes. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 42, n. 3-4, p. 372-380, 2009.

SANDANAYAKE, Y. G.; ODUOZA, C. F.; PROVERBS, D. G. A systematic modelling and simulation approach for JIT performance optimization. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 24, n. 6, p. 735-743, 2008.

SCHMIDT, J. B.; SARANGEE, K. R., MONTOYA, M. M. Exploring new product development project review practices. **Journal of Product Innovation Management**, v. 26, n. 5, p. 520-535, 2009.

SCOZZI, B.; GARAVELLI, C.; CROWSTON, K. Methods for modeling and supporting innovation processes in SMEs. **European Journal of Innovation Management**, v. 8, n. 1, p. 120-137, 2005.

SEGISMUNDO, A.; MIGUEL, P. A. C. Failure mode and effects analysis (FMEA) in the context of risk management in new product development. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 9, p. 899-912, 2008.

SHANG, J. S.; TJADER, Y.; DING, Y. A unified framework for multicriteria evaluation of transportation projects. **Transactions on engineering management**, v. 51, n. 3, p. 300-313, 2004.

SHIMIZU, T. **Decisão nas organizações.** São Paulo: Editora Atlas, 2010.

SHUNK, D. S.; CARTER, J. R.; HOVIS, J.; TALWAR, A. Electronics industry drivers of intermediation and disintermediation. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 37, n. 3, p. 248-261, 2007.

SILVA, C. E. S. **Método de avaliação do desempenho do processo de desenvolvimento de produtos**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2001.

SILVA, M. M. **Aprendizagem organizacional no processo de desenvolvimento de produtos: investigação do conhecimento declarativo no contexto da sistemática de stage-gates**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2003.

SIPAHI, S.; TIMOR, M. The analytic hierarchy process and analytic network process: an overview of applications. **Management Decision**, v. 48, n. 5, p. 775-808, 2010.

SIU, W.S.; LIN, T.; FANG, W.; LIU, Z. C. An institutional analysis of the new product development process of small and medium enterprises (SMEs) in China, Hong Kong and Taiwan. **Industrial Marketing Management**, v. 35, n. 3, p. 323-335, 2006.

SMITH, R. P.; MORROW, J. A. Product development process modeling. **Design Studies**, v. 20, n. 3, p. 237-261, 1999.

SONG, B.; PASSEY, S. J.; SUN, J. M. A fast-track feasibility assessment methodology for new product development in SMEs. IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology, 2006.

SPRING, M.; MCQUATER, R.; SWIFT, K.; DALE, B.; BOOKER, J. The use of quality tools and techniques in product introduction: an assessment methodology. **The TQM Magazine**, v. 10, n. 1, p. 45-50, 1998.

STALK, G. Time: the next source of competitive advantage. Harvard Business Review, **Harvard Business School**, v. 66, n. 4, p. 41-51, 1998.

STALK, G.; HOUT, T. M. **Competing against time: how time-based competition is reshaping global markets**. New York: The Free Press, 1990.

STOREY, D. J.; TETHER, B. S. New technology-based firms in the European union: an introduction. **Research Policy**, v. 26, n. 9, p. 933-946, 1998.

TAM, C. M.; TONG, T. K. L.; LAU, C. T. ELECTRE III in evaluating performance of construction plants: case study on concrete vibrators. **Construction Innovation**, v. 3, n. 1, p. 45-61, 2003.

THIA, C. W.; CHAI, KAH-HIN; BAULY, J.; XIN, Y. An exploratory study of the use of quality tools and techniques in product development. **The TQM Magazine**, v. 17, n. 5, p. 406-424, 2005.

THIER, F. **Modelo para o processo de desenvolvimento de máquinas para a indústria de cerâmica vermelha**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; MENDES, G. H. S.; JUGEND, D. Fatores críticos de sucesso no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produtos em empresas de base tecnológica de pequeno e médio porte. **Gestão e Produção**, v.15, n. 1, p. 117-134, 2008.

TONI, A.; NASSIMBENI, G. Small and medium district enterprises and the new product development challenge: Evidence from Italian eyewear district. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 23, n. 6, p. 678-697, 2003

TRIM, P.; PAN, H. A new product launch strategy (NPLS) model for pharmaceutical companies. **European Business Review**, v. 17, n. 4, p. 325-339, 2005.

TYAGI, R. K.; SAWHNEY, M. S. High-performance product management: the impact of structure, process, competencies, and role definition. **Journal of Product Innovation Management**, v. 27, n. 4, p. 83-96, 2010.

TZORTZOPOULOS, P. **The design and implementation of product development process models in construction companies**. Tese (Doutorado), University of Salford, Institute for de Built and Human Environment, Salford/UK, 2004.

VAN AUKEN, H.. Financing small technology-based companies: the relationship between familiarity with capital and ability to price and negotiate investment. **Journal of Small Business Management**, v. 39, n. 3, p. 240-58, 2001.

VERNADAT, F. B. **Enterprise modeling and integration: principles and applications**. Londres: Chapman and Hall, 1996.

VIEIRA JÚNIOR, H. Multicriteria approach to data envelopment analysis. **Pesquisa Operacional**, v. 28, n. 2, p. 231-242, 2008.

VINCENT, G. **Managing new product development**. New York:Van Nostrand Reinold, 1989.

VOETSCH, R. J. **The current state of project risk management practices among risk sensitive project management professionals**. Tese (Doutorado). The George Washington University, 2004.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.

WALLENIUS, J.; DYER, J. S.; FISHBURN, P. C.; STEUER, R. E.; ZIONTS, S.; DÉB, K. Multiple criteria decision making, multiattribute utility theory: recent accomplishments and what lies ahead. **Management Science**, v. 54, n. 7, p. 1336-1349, 2008.

WANG, K.-J.; LEE, Y.-H.; WANG, S. CHU, C.-P. Performance evaluation of resource allocation strategies for new product development under different workload scenarios. **Journal of Modelling in Management**, v. 4, n. 2, p. 91-113, 2009.

WANG, L., CHU, J.; WU, J. Selection of optimum maintenance strategies based on a fuzzy analytic hierarchy process. **International Journal of Production Economics**, v.107, n. 1, p. 151-163, 2007.

WEDLEY, W. C. Fewer comparisons: efficiency via sufficient redundancy. **Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process**, v. 10, p. 1-15, 2009.

WEI, C. C.; CHIEN, C. F.; QANG, M. J. An AHP-based approach to ERP systems selection. **International Journal of Production Economics**, v. 96, n. 1, p. 47-62, 2005.

WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. **Revolutionizing product development – quantum leaps in speed, efficiency, and quality**. New York: Free Press, 1992.

WHITAKER, R. Validation examples of the Analytic Hierarchy Process and Analytic Network Process. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 46, n. 7, p. 840-859, 2007.

WOODCOCK, D. J.; MOSEY, S. P.; WOOD, T. B. W. New product development in British SMEs. **European Journal of Innovation Management**, v. 3, n. 4, p. 212-221, 2000.

XIN, J. Y.; YENG, A. C. L. E.; CHENG, T. C. E. Radical innovations in new product development and their financial performance implications: An event study of US manufacturing firms. **Operations Management Research**, v. 1, n. 2, p. 119-128, 2008.

YEH, T. M.; PAI, F. Y.; YANG, C. C. Performance improvement in new product development with effective tools and techniques adoption for high-tech industries. **Quality and Quantity**, v. 44, n. 1, p. 131-152, 2008.

YEUNG, A. C. L.; CHENG, T. C. E.; LAI, K. An empirical model for managing quality in the electronics industry. **Production and Operations Management**, v. 14, n. 2, p.189-204, 2005.

YIN, R. **Estudo de caso. Planejamento e métodos**. 3ª Edição, Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZANCUL, E. S.; ROZENFELD, H. Modelo de referência do processo de desenvolvimento de produtos populares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 2005, Curitiba, **Anais...** Curitiba: UFPR, 2005.

ZANCUL, E. S.; MARX, R.; METZKER, A. Organização do trabalho no processo de desenvolvimento de produtos: a aplicação da engenharia simultânea em duas montadoras de veículos. **Gestão e Produção**, v.13, n.1, p. 15-29, 2006.

ANEXO

ANEXO A – Protocolo de pesquisa para o diagnóstico do processo de desenvolvimento de produtos

PARTE I – INFRA-ESTRUTURA DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO E TECNOLOGIA

OBJETIVO: Entender como é a estrutura organizacional e quais os recursos de tecnologia de informação disponíveis e os utilizados pela empresa.

Caracterização da Empresa

- Histórico.
- Quando a empresa foi fundada?
- Como surgiu a primeira tecnologia a ser adotada pela empresa em seus produtos?
- A empresa desenvolve produtos ambientalmente sustentáveis? Se não, por que?
- A empresa nasceu da incubadora? Por quanto tempo esteve incubada?
- Quantidade de projetos.
- Tamanho (funcionários e faturamento).
- Qual o faturamento médio anual da empresa?

Investimento em P&D

A empresa investe em P&D? Onde e quanto?

Se não, por que não há investimentos? Conhece os órgãos que disponibilizam recursos para financiamentos de projetos? Como conseguem inovar sem P&D?

Em termos de percentuais de tecnologia desenvolvida, qual a participação dos parceiros (universidades, empresas, laboratórios públicos etc.)?

Qual o percentual de produtos desenvolvidos pela empresa que são frutos de alianças de P&D?

Estrutura Organizacional

Como é a organização / estrutura para o desenvolvimento e gestão dos projetos (organograma) atualmente? Entende-se funções (papéis) e responsabilidade de cada papel.

- Quais os departamentos?
- Quais os papéis?
- Quais os responsáveis?

Há uma descrição formal do trabalho?

Quando há novos colaboradores como estas informações são transmitidas?

Conhecimento/Capacitação

Há algum profissional interno capacitado para facilitar o gerenciamento dos projetos?

Como sua experiência é legitimada? Descrever sua função.

A empresa mantém uma comunidade interna que fomenta discussões referentes ao gerenciamento de projetos na empresa? Ou incentiva participação em comunidades/associações externas?

Existe algum procedimento para identificação de competências (técnicas ou gerenciais) na empresa ? Se sim como é ? (aliado ao planejamento de novos cursos e treinamentos ?)

Comunicação interna

Quais os meios de comunicação disponíveis e utilizados nos projetos internamente ?

Liste, indique o objetivo, indique o objetivo e nível de utilização.

Como é o acesso às informações (documentos, planos, etc..) sobre um projeto em que você não está envolvido ?

Quais as ferramentas computacionais existentes e que apóiam o desenvolvimento ?

Listar os sistemas e para que ele é utilizado ?

Como pode-se identificar quais os projetos em andamento e a situação deles ?

Existe um repositório centralizado das informações do projeto ?

Quais os principais problemas de acesso às informações ?

Comunicação com parceiros e fornecedores

Quais os meios de comunicação disponíveis e utilizados nos projetos utilizados com os parceiros e fornecedores ? Liste, indique o objetivo e nível de utilização.

Quais as ferramentas computacionais utilizadas ?

Quais os principais problemas de acesso às informações ?

Comunicação com os clientes

Quais os meios de comunicação disponíveis e utilizados nos projetos utilizados com os clientes ? Liste, indique o objetivo e nível de utilização.

Quais as ferramentas computacionais utilizadas ?

Quais os principais problemas de acesso às informações ?

PARTE II – PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE PRODUTO E TECNOLOGIA

Objetivo: Como é definido o planejamento estratégico e como ele é desdobrado em projetos. Em seguida, como os projetos são organizados (classificados e agrupados e quais os tipos de projetos) e como são priorizados e escolhidos (processo de decisão) os projetos de desenvolvimento, seja tecnologia ou produto. Como é a integração entre tecnologia e produto. Como é o envolvimento com os agentes externos no projeto (parceiros e fornecedores)

Planejamento do portfólio de produtos (diretores)

A empresa possui um processo de planejamento estratégico ? Descreva-o

- existência de estratégia, frequência, formalização, quem participa, passos e padrões).

Qual o conteúdo final do plano estratégico ?

- que tipos de informações ele contém ?

Qual o processo de decisão para a escolha dos projetos ?

- tipos de status e tipos de decisões e quais os critérios, há critérios financeiros e econômicos ?

A empresa possui uma lista documentando os projetos escolhidos ? Quais as informações registradas ?

Comunicação do portfólio

Como os projetos são comunicados aos gerentes e membros das equipes?

Os gerentes de projetos entendem como seus projetos atendem aos objetivos e estratégias da organização?

Sabem que existe ?

Há um sistema de informação aonde possam consultar?

Conhecem a prioridade.

A empresa mantém alguma estrutura física que possibilita e incentiva a troca de informações sobre o andamento dos diferentes projetos ? Isso é levado em consideração na priorização e tomada de decisões do portfólio de projetos ?

Tipos de projetos

A empresa classifica os projetos ? Quais os critérios ?

Qual o número atual de projetos ? Qual a distribuição porcentual entre os diferentes tipos ?

Existe a diferença entre tecnologia e produto ? Quais critérios utilizam para esta diferenciação ?

As decisões de planejamento de produtos e tecnologias são integradas durante o portfólio ?

Quais as ferramentas (práticas) vocês utilizam para orientar esta integração ?

Metodologia para condução dos projetos

Utiliza o mesmo procedimento para gerenciar todos os projetos?

A empresa possui etapas ou fases definidas para os seus projetos? Utiliza alguma técnica ou abordagem para gestão dos projetos? Descreva. (SE A RESPOSTA DA QUESTÃO ANTERIOR FOR NEGATIVA DIVIDI-LA CONFORME O TIPO DE PROJETO)

A empresa possui procedimentos-padrão para o gerenciamento de seus projetos? Quem os define (alta gerência, gerente de projeto, etc.)? Descreva.

A empresa possui modelos de documentos (templates) destinados ao gerenciamento de seus projetos? Ex.: Relatórios, documentos de início e fim do projeto etc. Descreva.

PARTE III – GESTÃO DOS PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO

Objetivo. Identificar as práticas utilizadas no gerenciamento dos projetos, independentemente se de produto ou tecnologia. No caso de existirem padrões e procedimentos diferentes, conforme tipos distintos de projetos, deve-se registrar as diferentes formas.

Gerente de Projetos

Todo projeto da empresa possui um gerente de projeto nomeado?

- Como é feita a nomeação dos gerentes de projeto?
- Quais são as responsabilidades esperadas de um gerente de projeto?
- Elas são formalizadas e documentadas? Como estas responsabilidades são cobradas?

Iniciação do projeto de desenvolvimento

Como se inicia um novo projeto (após a validação do portfólio) ?

- Existe alguma reunião de abertura?
- Desenvolvimento do termo de iniciação do projeto;
- Definição dos interessados;
- Descrição preliminar do escopo do projeto;
- Declaração preliminar do escopo do projeto; utiliza alguma técnica;

A empresa define métricas e critérios de sucesso para o projeto?

- Orçamento, qualidade, prazos, custo alvo, utilização de recursos, atendimento das necessidades do cliente etc.

Planejamento do projeto de desenvolvimento

Existe um plano formal para cada projeto?

Qual o nível de detalhe dos planos ?

- Determinam-se produtos e entregas ou produtos, entregas e atividades

Contém uma descrição do escopo do produto ou tecnologia? Como ?

Como são estabelecidos as equipes de projeto ?

- Existe algum critério?
- Metodologia; por competências; os times são multidisciplinares, co-localizados ou distribuídos?
- Existe uma estimativa de horas dedicadas a cada projeto ?

Existe algum documento destinado a identificar os riscos associados a um novo projeto?

- Quais informações são contidas neste documento ?
- Avalia-se os riscos ambientais ?

A empresa estabelece marcos para revisão do projeto ?

- aonde se avalia o andamento do projeto podendo se decidir por alterá-lo, congelá-lo ou encerrá-lo?
- Quais os critérios utilizados? Quem participa das reuniões? Para quais fases são utilizadas estas reuniões?

Como se define as fases do projeto ?

- (no caso de tecnologia e produto serem diferentes, especificar)

Planejamento do projeto de produto

Como se descreve o escopo preliminar do produto ?

- Qual o conteúdo ?
- Define arquitetura ?
- Define interfaces e módulos ?
- Utiliza algum método ou ferramenta ?

Execução e Controle

Como a empresa sabe que está satisfazendo os requisitos do cliente durante o andamento do projeto?

- Reuniões de avaliação e feedback com o cliente; testes...
- Indicadores de desempenho financeiros e não-financeiros, qualidade percebida do produto; envio de relatórios, documentos;
- Gera resultados com os indicadores de desempenho?

Como a empresa avalia a qualidade do projeto?

- Verificação e controle do escopo do projeto; Verificação e controle do cronograma de entregas; controle de mudanças;
- A empresa revisa os objetivos e critérios de sucesso para o projeto durante o seu andamento? Qualidade, custo alvo, prazo, desempenho do projeto (planejado x executado);
- A empresa possui métodos ou técnicas para avaliar o impacto ambiental ?

São realizadas reuniões para acompanhamento do projeto? Com que frequência são realizadas estas reuniões? Quem frequenta estas reuniões? O cliente do projeto participa?

A empresa mede de alguma forma o desempenho individual e dos times de projeto? Descreva.

Encerramento

A empresa divulga interna e externamente o encerramento do projeto? Existe a formalização das lições aprendidas, desafios e dificuldades do projeto? Alimenta o S.I. de gestão de projetos da empresa, para consulta futura. Descreva.

Existe alguma estatística sobre projetos encerrados? Existência de projetos que acabam fora do prazo? E outros indicadores como recursos utilizados, problemas e tempo de execução.

Existência de projetos que ultrapassam o orçamento estipulado

Existem reuniões para discussão e melhoria do processo de gestão de projetos após o término dos projetos.

PARTE IV – PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS

Objetivo. Identificar as etapas e ferramentas utilizadas durante o processo de desenvolvimento de tecnologia. Inclui os problemas e melhores práticas.

Invenção e inovação

Há um mapeamento das direções (tendências e oportunidades) tecnológicas? Como é realizado?

Há um mapeamento das tendências de mercado? Como é realizado?

A empresa conhece a ferramenta denominada Technology Roadmapping?

Quantas patentes a empresa registrou desde a sua fundação?

Quantas patentes a empresa registrou nos últimos cinco anos?

Quantos produtos a empresa desenvolveu desde a sua fundação? Quantos desses produtos chegaram ao mercado? Quantos deles podem ser considerados de sucesso no mercado?

Quantos produtos a empresa desenvolveu nos últimos cinco anos? Quantos desses produtos chegaram ao mercado? Quantos deles podem ser considerados de sucesso no mercado?

Do faturamento médio da empresa nos últimos cinco anos, qual a porcentagem desse faturamento é devido aos novos produtos?

Desenvolvimento

São identificadas as características técnicas que são únicas e inovadoras e os valores-meta para elas ?

São elaboradas concepções alternativas durante a fase de exploração ? Isso é registrado ?

Elabora-se um planejamento dos experimentos e testes ? Se sim, de que forma isso é feito ?

Os testes são registrados ? É possível recuperá-los?

Otimização

Uma vez escolhida uma solução, são realizados experimentos para otimização ?

Verificação

Quais são os indicadores de constatação da maturidade da tecnologia?

Como a empresa valida ou avalia se uma tecnologia está pronta para ser introduzida em um produto ?

- Quais as metodologias utilizadas ?
- Utiliza-se parâmetros críticos ?
- Utiliza um cliente teste e em caso afirmativo como valida com este cliente a prontidão da tecnologia ?

Como se registra os resultados finais para transmissão da tecnologia em projetos de novos produtos ?

- A empresa possui patentes? Se não, por que?
- Formulários.

Quais as principais dificuldades em termos de gestão de um projeto de tecnologia ?

Alianças estratégicas no processo de desenvolvimento de tecnologias

Que tipos de alianças e parcerias são utilizadas para o desenvolvimento de tecnologia ?

Qual o percentual de cada uma delas?

Existe algum tipo de planejamento das alianças estratégicas ?

- Classificação de tipos de contratos
- Avaliação da modalidade de aliança conforme as características do projeto ?
- OU...as alianças são realizadas caso-a-caso.

Questões gerais sobre tecnologia

Quais as principais vantagens em desenvolver uma nova tecnologia em parceria com outra empresa / instituição?

Quais as principais dificuldades encontradas nos projetos de parceria?

PARTE V - PROCESSO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Objetivo. Identificar as etapas e ferramentas utilizadas especialmente durante o processo de desenvolvimento de produto. Inclui os problemas e melhores práticas.

Projeto Informacional

Detalham-se os requisitos ?

- Qual o procedimento ?
- A empresa detalha o ciclo de vida dos produtos para apoiar a identificação dos requisitos ou identificar potenciais clientes?

- A empresa desdobra as necessidades dos clientes em requisitos do produto?
- A empresa pesquisa informações adicionais no mercado? Quais as principais fontes utilizadas ?
- Identifica normas e legislações ?
- Buscas em sites de patentes ?
- Possui valores e metas específicas (especificações-meta) para o produto ?

Projeto Conceitual

Quem são seus parceiros para desenvolver produtos? Qual a parcela de contribuição de cada empresa no desenvolvimento?

Como se descreve a concepção de um produto ?

- No caso de equipamentos, a empresa modela funcionalmente o produto ? (contendo suas funções de forma hierárquica e estruturada)
- A empresa elabora princípios de solução individuais e totais? Propostas construtivas e formais de soluções para realizar as funções do produto ?
- A empresa desenvolve a arquitetura do produto? Esquema com os elementos funcionais principais do produto (SSC's) arranjados em partes físicas e como se interagem. (BOM)
- Definie módulos e interfaces de projeto ?
- Existe um padrão para a descrição de concepções de um produto ?

Utilizam DFX? Utiliza algum programa ou software para design? Há contratação de terceiros para fazer?

Se não utiliza DFX, o benefício que isso poderia trazer não paga o investimento?

Definem-se concepções alternativas para o produto ?

Projeto Detalhado

A empresa detalha o processo de fabricação e montagem?

Realiza projeto de embalagem e outros equipamentos de suporte?

Realiza protótipo funcional do produto?

Realiza projeto de recursos e de fim de vida do produto?

Como a empresa realiza a homologação do produto? Se não, o que impede a sua realização?

A empresa projeta recursos de fabricação do produto?

A empresa desenvolve fornecedores?

Preparação da Produção

Existe a produção de lote piloto (homologação do processo)?

Pós Desenvolvimento e Processos de Apoio

Existe um time de acompanhamento, manutenção do produto?

Existem planos de reutilização, reciclagem e descarte?

A empresa possui processos de apoio formalizados?

Como são realizadas as mudanças de engenharia? O processo é controlado, utiliza sistema?

A empresa possui um processo de melhoria formalizado? Os ciclos de melhoria são monitorados, gerenciados?

Processos de Apoio

Documenta decisões tomadas e lições aprendidas? (onde, templates)

Controle de mudanças. Como se atualiza e registra informações de modificações de documentos do projeto ?

Quais as estratégias adotadas no DP para que haja um desenvolvimento sustentável de produtos?

Problemas e Tendências

Qual a principal dificuldade ou problema para a empresa desenvolver seus novos produtos?

Qual a principal tendência que a sua empresa irá buscar adotar em relação ao desenvolvimento de novos produtos?

Quais as principais questões ambientais consideradas durante o PDP?

Quais as técnicas e métodos são utilizados

Tabela Resumo de Métodos e Técnicas

Área	Ferramenta, técnica ou método	Não utiliza, mas tem interesse futuro	Utilização		
			Utiliza, sem benefícios	Utiliza, com benefícios	Em fase de implantação
Pré-Desenvolvimento	Métodos de avaliação de portfolio de projetos				
	Análise financeira				
Coleta de informações do mercado	Contato informal com clientes, fornecedores				
	Pesquisa em revistas especializadas				
	Pesquisa de mercado do tipo levantamento				
	Painéis de tendências tecnológicas				
	Dados de sistemas CRM				
Entendimento dos requisitos	QFD				
	Grupos de foco				
	Envolvimento do cliente				
Geração do conceito e detalhamento do produto	Uso do CAD				
	Uso do CAE				
	Uso do DFMA				
	Construção do protótipo físico				
	Sistemas GED				
	FMEA de produto				
	Análise do ciclo de vida (ACV)				
	Decomposição funcional				
	Análise do valor				
	Planejamento de experimentos				
Detalhamento do processo	Construção de protótipos				
	Uso do CAE				
	Sistemas CAPP				
	Integração com sistemas ERP				
Planejamento de experimentos	Planejamento de experimentos				
	Técnicas de gerenciamento de projetos				
	Sistemas de gestão de mudanças de engenharia (ECM)				