

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA MECÂNICA

**SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA INOVAÇÃO  
TECNOLÓGICA DE PRODUTOS:  
UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA DE LINHA BRANCA**

Dissertação submetida à

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

para a obtenção do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**SILVIA CARINA FIRMINO**

Florianópolis, julho de 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA MECÂNICA

**SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA INOVAÇÃO  
TECNOLÓGICA DE PRODUTOS:  
UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA DE LINHA BRANCA**

**SILVIA CARINA FIRMINO**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

**MESTRE EM ENGENHARIA**

**ESPECIALIDADE ENGENHARIA MECÂNICA**

sendo aprovada em sua forma final.

---

Prof. André Ogliari, Dr. Eng.  
Orientador

---

Prof. Fernando D Cabral, Ph. D.  
Coordenador do Curso

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Nelson Back, Ph. D.  
PPGEM-UFSC

---

Prof. Acires Dias, Dr. Eng.  
PPGEM-UFSC

---

Prof. Leonardo Ensslin, PhD.  
PPGEP-UFSC

# SUMÁRIO

<b>Sumário .....</b>	<b>i</b>
<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>iv</b>
<b>Lista de Tabelas.....</b>	<b>vi</b>
<b>Lista de Abreviaturas .....</b>	<b>vii</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>viii</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>ix</b>
<b>Capítulo I .....</b>	<b>1</b>
<b>1 Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 Questões orientativas da pesquisa.....	4
1.2 Objetivo do trabalho.....	4
1.3 Contribuições e justificativa do trabalho .....	5
1.4 Estruturação do Trabalho .....	6
<b>Capítulo II .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Desenvolvimento de Produtos e Gestão da Tecnologia - Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>8</b>
2.1 Aspectos Gerais de Projetos de desenvolvimento de Produtos .....	8
2.2 Gerenciamento de Projetos de Produtos .....	9
2.3 Processo de Desenvolvimento de Produtos.....	11
2.4 Gestão de Portfólio .....	14
2.5 Inovação Tecnológica.....	16
2.6 Gestão da Tecnologia.....	17
2.7 Abordagens da Gestão da Tecnologia .....	20
2.8 Relação entre abordagens da Gestão de Tecnologia e Risco de Projeto .....	24
2.9 Considerações Finais .....	25
<b>Capítulo III .....</b>	<b>26</b>

<b>3</b>	<b>Avaliação e Seleção de Tecnologias para Desenvolvimento de Novos Produtos.....</b>	<b>26</b>
3.1	Introdução .....	26
3.2	Métodos de avaliação e seleção em projetos .....	26
3.2.1	Método de avaliação e seleção de projetos na fase “fuzzy front end” .....	27
3.2.2	Avaliação de tecnologia baseada na Curva S .....	30
3.2.3	Métodos multicritério de apoio a decisão (MCDA).....	31
3.2.4	Métodos de avaliação e seleção baseados em análise financeira .....	38
3.2.5	Método de avaliação de risco em projeto de produto .....	39
3.2.6	Estrutura de decisão para seleção de projetos.....	44
3.2.7	Seleção de Projetos no Método de Gestão de Portfólio .....	48
3.2.8	Comparação entre os métodos de avaliação e seleção .....	52
	<b>Capítulo IV.....</b>	<b>54</b>
<b>4</b>	<b>Sistemática para Avaliar Impacto da Inovação Tecnológica de Produtos....</b>	<b>54</b>
4.1	Modelos Multicritério de suporte à Sistemática .....	54
4.1.1	Modelo Multicritério para Avaliação do Impacto e Risco da Inovação .....	55
4.1.2	Modelo Multicritério para Avaliação Financeira .....	69
4.2	Sistemática para avaliação do impacto da inovação tecnológica .....	74
4.3	Atividade da classificação da inovação e Filtro .....	76
4.4	Atividade de avaliação do impacto da inovação.....	78
4.5	Atividade de avaliação financeira .....	80
4.6	Cálculo do índice global.....	82
4.7	Atividade de identificação de riscos que necessitam resposta .....	84
4.8	Atividade de planejamento da resposta a riscos .....	85
4.9	Atividade de avaliação da ação de Redução de Riscos.....	87
4.10	Considerações sobre a Sistemática .....	87
	<b>Capítulo VI.....</b>	<b>89</b>
<b>5</b>	<b>Avaliação da Sistemática - Estudo de Caso.....</b>	<b>89</b>
5.1	Introdução .....	89
5.2	Caracterização do problema selecionado para o estudo de caso .....	89
5.3	Aplicação do Modelo Proposto .....	90
5.4	Análise da validade da sistemática.....	100
	<b>Capítulo VII.....</b>	<b>103</b>

---

<b>6</b>	<b>Conclusões e Recomendações.....</b>	<b>103</b>
6.1	Conclusões .....	103
6.2	Recomendações e propostas de trabalhos futuros .....	104
	<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>105</b>
	<b>Apêndices .....</b>	<b>109</b>
	Apêndice I – Técnica MACBETH e Escalas de Valor.....	109
	Apêndice II - Pesquisa sobre a Avaliação do Impacto da Inovação Tecnológica .....	113
	Apêndice III - Lista de Conceitos para o Modelo Multicritério MCDA.....	121
	Apêndice IV – Análise de Sensibilidade do Modelo .....	129

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Impactos da Inovação apontados pelas empresas.....	2
Figura 1.2 – Problemas e obstáculos para inovações.....	3
Figura 2.1 – Modelo de desenvolvimento de produtos.....	11
Figura 2.2 – Modelo integrado de projeto de produto.....	13
Figura 2.3 – Estrutura da gestão da tecnologia.....	18
Figura 2.4 – Visão geral da sistemática de planejamento da inovação de produtos.....	20
Figura 2.5 – Curva S.....	21
Figura 2.6 – Representação do mapeamento tecnológico e ferramentas auxiliares.....	24
Figura 3.1 – Atividades de pré-desenvolvimento.....	27
Figura 3.2 – Processo Galileu.....	28
Figura 3.3 – Método Multicritério de Apoio a Decisão - MCDA.....	32
Figura 3.4 – Estrutura dos Critérios de Avaliação – Árvore de Pontos de Vista.....	35
Figura 3.5 – Exemplos de Escalas de Valor para os Critérios.....	36
Figura 3.6 – Exemplo de Taxas dos Critérios e Áreas de Interesse.....	36
Figura 3.7 – Categorias de Portfólio de Produto.....	42
Figura 3.8 – Fluxograma do método de seleção.....	45
Figura 3.9 – Gráfico de Balanceamento Risco x Benefício.....	51
Figura 3.10 – Gráfico de Balanceamento de Inovação.....	52
Figura 4.1 – Estrutura de critérios de avaliação do modelo de avaliação de impacto de tecnologias.....	58
Figura 4.2 – Escala de Valor para o critério “tempo para colocação no mercado”.....	68
Figura 4.3 – Pesos dos critérios para área de interesse “Maturidade”.....	68
Figura 4.4 – Estrutura do modelo global de avaliação do impacto de tecnologias.....	70
Figura 4.5 – Estrutura de critérios do modelo de avaliação financeira de tecnologias.....	72
Figura 4.6 – Escala de Valor para o critério “Investimento”.....	72
Figura 4.7 – Taxas dos critérios para Avaliação Financeira.....	73
Figura 4.8 – Visão de contexto da sistemática de avaliação do impacto tecnológico no processo de desenvolvimento de produtos.....	75
Figura 4.9 – Fases da sistemática de avaliação do impacto da inovação tecnológica.....	75
Figura 4.10 – Representação da atividade de classificação da inovação e filtro.....	76
Figura 4.11 – Balanceamento da Inovação.....	77
Figura 4.12 – Exemplo de gráfico do perfil de desempenho dos critérios em relação ao Impacto Tecnológico.....	80
Figura 4.13 – Exemplo de gráfico do perfil de desempenho dos critérios em relação ao Impacto Financeiro.....	82
Figura 4.14 – Exemplo de gráfico impacto tecnológico x financeiro.....	83
Figura 5.1 – Exemplo de Tecnologias para Painéis de Controle de Fogões.....	90

---

Figura 5.2 – Balanceamento da Inovação .....	91
Figura 5.3 – Gráfico do perfil de desempenho das Tecnologias B e C em relação ao Impacto Tecnológico .....	94
Figura 5.4 – Gráfico do perfil de desempenho das Tecnologias A e B em relação ao Impacto Financeiro.....	95
Figura 5.5 – Impacto tecnológico x financeiro das Tecnologias B e C .....	96
Figura 5.6 – Nova gráfico de impacto tecnológico x financeiro das Tecnologias B e C .....	100
Figura 5.7 – Análise de Sensibilidade do modelo quando à taxa de Maturidade.....	101

---

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Estratégias para identificar EPA's.....	33
Tabela 3.2 – Avaliação de Risco por Categoria de Desenvolvimento.....	41
Tabela 3.3 – Critério de Pontuação para Risco de Mercado.....	43
Tabela 3.4 – Critério de Pontuação para Risco Técnico.....	43
Tabela 3.5 – Critério de Pontuação para Risco de Usuário.....	43
Tabela 3.6 – Matriz de avaliação da atividade de Filtro por Pontuação.....	46
Tabela 3.7 – Matriz de Análise de Risco.....	47
Tabela 3.8 – Proposta de critérios de avaliação para maximização do valor.....	49
Tabela 3.9 – Ficha parametrizada de avaliação.....	50
Tabela 3.10 – Comparação entre os métodos de avaliação e seleção.....	53
Tabela 4.1 – Contexto decisório para Avaliação do Impacto.....	55
Tabela 4.2 – Lista parcial dos EPAs e Conceitos criados.....	56
Tabela 4.3 – Níveis de pontuação dos critérios da avaliação do impacto tecnológico.....	59
Tabela 4.4 – Modelo global de avaliação de tecnologias.....	71
Tabela 4.5 – Níveis de pontuação dos critérios da avaliação financeira.....	72
Tabela 4.6 – Modelo global para Avaliação Financeira.....	74
Tabela 4.7 – Exemplo de perfil de desempenho (Impacto Tecnológico).....	79
Tabela 4.8 – Exemplo de perfil de desempenho (Impacto Financeiro).....	81
Tabela 4.9 – Critérios com potencial de risco.....	84
Tabela 4.10 – Lista de recomendações por área de interesse.....	85
Tabela 5.1 – Classificação das tecnologias e índice de inovação.....	91
Tabela 5.2 – Perfil de desempenho das Tecnologias B e C (Impacto Tecnológico).....	93
Tabela 5.3 – Indicadores financeiros.....	94
Tabela 5.4 – Perfil de desempenho das Tecnologias B e C em relação à Avaliação Financeira.....	95
Tabela 5.5 – Lista de critérios que apresentam risco.....	97
Tabela 5.6 – Novo perfil de desempenho das Tecnologias B e C em relação ao Impacto Tecnológico.....	99
Tabela 5.7 – Novo perfil de desempenho das Tecnologias B e C em relação à Avaliação Financeira.....	100



## LISTA DE ABREVIATURAS

**EPA** – Elemento Primário de Avaliação

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**MACBETH** - *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*

**MCDA** – Método Multicritério de Apoio a Decisão

**PINTEC** - Industrial de Inovação Tecnológica

**P&D** – Pesquisa e Desenvolvimento

**PMI** – *Project Management Institute*

FIRMINO, S. C. **Sistematização do processo de avaliação do impacto da inovação tecnológica de produtos: um estudo de caso na indústria de linha branca**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

## RESUMO

O problema atual da falta de competitividade tem sua origem há mais de 100 anos com a revolução industrial, mas se intensificou nos últimos 30 anos com a rápida evolução tecnológica que, por um lado criou um consumidor mais exigente e bem informado e por outro, e como conseqüências de ambos, um sistema de produção desmassificado, onde o importante não é mais o volume de produção; mas sua agilidade de resposta, destreza mercadológica, qualidade, confiabilidade e competitividade (ENSSLIN, 1994). Neste cenário, o desenvolvimento tecnológico tem importância estratégica, potencializando valor e vantagem competitiva para as empresas onde ele é realizado.

A literatura apresenta diferentes metodologias de inovação tecnológica que auxiliam na análise de futuros tecnológicos e na criação da estratégia de inovação mais adequada a cada organização. Apesar disso, foram identificadas questões relativas à avaliação do impacto da inovação que necessitam ser exploradas, visando reduzir as incertezas e riscos no desenvolvimento de novos produtos.

Tendo em vista o aumento da eficiência, assertividade e precisão no processo de projeto, a presente pesquisa foca no desenvolvimento de uma sistemática para avaliar o impacto da inovação tecnológica de produtos. Apresenta-se inicialmente uma revisão da literatura em desenvolvimento de produtos, gestão e avaliação de tecnologias. Com base na revisão e entrevistas com especialistas foi desenvolvida uma sistemática capaz de avaliar tecnologias e fornecer ao final, um índice indicando o impacto da inovação no projeto de produto.

A sistemática foi aplicada em um estudo de caso na indústria de linha branca e seus resultados foram avaliados e validados.

**Palavras-chave:** impacto tecnológico; inovação; projeto de produtos.

FIRMINO, S. C. **Systematization of the impact evaluation process of technologic innovation: a study case in the appliance industry**. Master Thesis (Master in Mechanical Engineering) – Pos Graduation Program in Mechanical Engineering: Federal University of Santa Catarina, 2007.

## **ABSTRACT**

On the current competitive market, where products from different countries compete in common markets, consumers face a large variety of options, becoming more exigent when it comes to quality, price and performance of products. On this scenery, technologic development and product innovation have strategic importance, helping companies to be ahead of competitors, have a good financial performance and satisfy their consumers.

The literature presents different methodologies of technologic innovation that aid the analysis of future sceneries, concerning technological aspects, and also the development of innovation strategy more adequate to each organization. In spite of this, questions have been identified related to the evaluation of technologic impact which need to be explored, looking for uncertainty and reduction risks on new products developments.

Regarding the improvement of efficiency and precision on project process, the current research focuses on the development of a systematic able to evaluate the impact of technologic innovation of products. It presents initially a review of the literature about product development, technologies management and evaluation. Based on the review and interviews with specialists, a systematic was developed in order to evaluate technologies and, at the end, provide an index indicating the innovation impact on the project of product.

The systematic was applied in a case study in the appliance industry and its results were evaluated and validated.

**Key words:** technologic impact; innovation; project of products.

# CAPÍTULO I

## 1 INTRODUÇÃO

---

O problema atual da falta de competitividade tem sua origem há mais de 100 anos com a revolução industrial, mas se intensificou nos últimos 30 anos com a rápida evolução tecnológica que, por um lado criou um consumidor mais exigente e bem informado e por outro, e como conseqüências de ambos, um sistema de produção desmassificado, onde o importante não é mais o volume de produção; mas sua agilidade de resposta, destreza mercadológica, qualidade, confiabilidade e competitividade (ENSSLIN, 1994). Neste cenário, o desenvolvimento tecnológico tem importância estratégica, potencializando valor e vantagem competitiva para as empresas onde ele é realizado.

O gerenciamento tecnológico é uma atividade indispensável para as empresas que desejam desenvolvimento tecnológico estruturado. O gerenciamento tecnológico ajuda as empresas a administrar suas operações de forma eficaz e também contribui no desenvolvimento estratégico, fortalecendo seus recursos, conhecimentos e capacidades. O gerenciamento tecnológico auxilia a organização a se preparar para o futuro e a reduzir riscos e incertezas comerciais, por meio do aumento da flexibilidade e sensibilidade. Inovação é o principal fator em toda essa atividade (COTEC, 1998).

O gerenciamento de tecnologias, em benefício das atividades industriais, requer processos e sistemas efetivos para garantir que recursos tecnológicos existentes e potenciais dentro da organização estejam alinhados com suas necessidades atuais e futuras. Adicionalmente, o impacto das mudanças tecnológicas e de mercado precisa ser avaliado, abrangendo possíveis rupturas de tecnologias e mercados (PHAAL, 2004).

A Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica - PINTEC 2003, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, traz informações essenciais para a avaliação das atividades de inovações tecnológicas das empresas industriais brasileiras. Seu objetivo principal é a construção e apresentação de indicadores setoriais, nacionais e regionais, das atividades tecnológicas nas empresas industriais brasileiras, compatíveis com as recomendações internacionais em termos conceituais e metodológicos.

A PINTEC associa as decisões de implementar produtos e processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados às expectativas de ganhos futuros de competitividade e, conseqüentemente, de lucro que possam gerar. A Figura

1.1 consolida a frequência com que os impactos de inovação foram apontados nas empresas como tendo sido de importância alta e média (período 2001-2003).



Figura 1.1 – Impactos da Inovação apontados pelas empresas - Brasil período 2001-2003 (adaptado de IBGE - Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica, 2003)

A Figura 1.1 apresenta claramente a importância da inovação na melhoria da qualidade de produtos e na manutenção e ampliação da participação da empresa no mercado. Adicionalmente, todos os impactos relacionados são fundamentais para a competitividade tanto no mercado interno quanto no externo.

Para melhorar o entendimento da capacidade inovativa das empresas nacionais, a PINTEC lista os principais problemas e obstáculos apontados pelas empresas que implementaram inovações. A Figura 1.2 informa a proporção de empresas que indicaram importância alta e média em cada categoria de problemas.

Os problemas e obstáculos listados na Figura 1.2 estão relacionados total ou parcialmente aos impactos de novas tecnologias em produtos. Entre os problemas pesquisados, elevados custos de inovação e riscos econômicos excessivos aparecem como principais obstáculos para inovação em produtos, sendo apontados em 79,7% e 74,5% das empresas pesquisadas.

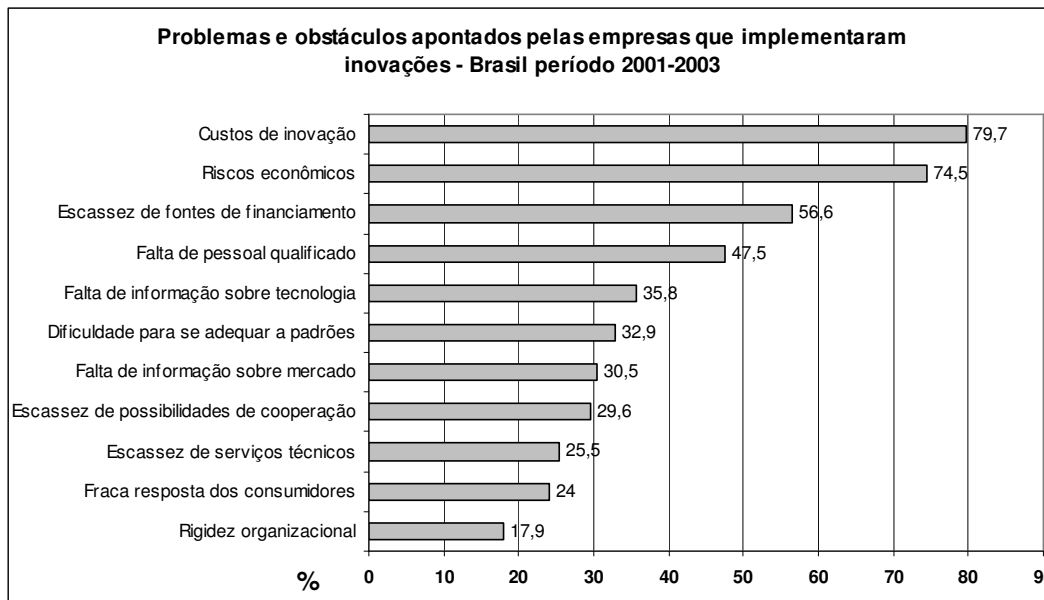


Figura 1.2 – Problemas e obstáculos para inovações - Brasil período 2001-2003 (adaptado de IBGE - Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica, 2003)

A sistemática proposta nesta dissertação pretende auxiliar no levantamento e minimização destes riscos com uma avaliação estruturada das informações geradas por metodologia de análise de futuros tecnológicos e avaliação e seleção de tecnologias em projetos de desenvolvimento de novos produtos.

Mudanças tecnológicas necessitam de orientação e gerenciamento. Não existem garantias de sucesso, mas algumas lições e metodologias úteis podem aumentar as chances. O primeiro passo é entender a natureza da ameaça e da oportunidade existente no ambiente: como procurar pelos sinais, como interpretar os sinais e como selecionar opções viáveis para alcançar melhores resultados na sobrevivência competitiva (COTEC, 1998).

Métodos de previsão tecnológica auxiliam a formação da inteligência sobre tecnologias e organizações. Existem atualmente diversas metodologias para desenvolvimento de previsões tecnológicas, incluindo inteligência tecnológica, previsão tecnológica (*technology forecasting*), mapeamento tecnológico (*technology roadmapping*), avaliação tecnológica (*technology assessment*), e prospecção de tecnologia (*technology foresight*).

Apesar das metodologias de inovação tecnológica terem sido apresentadas na literatura, existem questões relativas à avaliação do impacto da inovação que necessitam ser exploradas, visando reduzir as incertezas e riscos no desenvolvimento de novos produtos para a manutenção da competitividade do negócio e alinhamento com as estratégias de longo prazo da empresa.

A maioria das organizações trata essas preocupações de forma empírica. Frequentemente não há um relacionamento estruturado entre as necessidades apontadas pelo mercado e as pesquisas tecnológicas para o desenvolvimento do produto.

No presente trabalho, essas questões serão investigadas em maior profundidade, visando propor, ao final, uma sistemática para avaliar o impacto da introdução, ou não, de nova tecnologia para o produto para auxiliar nas decisões em gestão da inovação e projeto de produto. Os estudos se relacionam com previsão tecnológica e análise de futuros tecnológicos de produtos. A aplicação da sistemática será por meio de estudo de caso na avaliação de futuros tecnológicos na indústria de linha branca.

## 1.1 QUESTÕES ORIENTATIVAS DA PESQUISA

Segue algumas das questões que serão investigadas nessa pesquisa:

- Como avaliar o impacto de uma nova tecnologia sobre o desenvolvimento do produto segundo a percepção dos engenheiros de produto?
- Como avaliar o grau de maturidade de determinada tecnologia e identificar sua influência no desenvolvimento de produtos?

A relevância destas questões está na necessidade de se minimizar as incertezas e riscos, e potencializar as oportunidades no desenvolvimento de produto. Espera-se com sua discussão avaliar as tecnologias disponíveis, trazendo informações indispensáveis para as decisões de projeto.

Diante das questões e do escopo definido na presente pesquisa, apresenta-se, a seguir, os objetivos gerais do trabalho, bem como suas justificativas e potenciais contribuições com sua conclusão.

## 1.2 OBJETIVO DO TRABALHO

Este trabalho de pesquisa tem o objetivo geral de desenvolver uma sistemática para a avaliação do impacto da inovação tecnológica de produtos que auxilie nas decisões necessárias em gestão da inovação e projeto de produto.

Como objetivos específicos deste trabalho, pretende-se:

- Avaliar as metodologias existentes de avaliação e seleção de tecnologias e identificar as melhores práticas para auxiliar na estruturação da sistemática.

- Identificar riscos tecnológicos e oportunidades que possam contribuir com a análise do impacto da inovação tecnológica. Espera-se que as metodologias de avaliação e seleção de tecnologias contribuam para a identificação dos principais riscos.
- Identificar as necessidades da empresa a ser pesquisada em relação à avaliação do impacto de novas tecnologias no desenvolvimento de produtos.
- Desenvolver uma sistemática para avaliar o impacto da introdução, ou não, de nova tecnologia em produtos, voltado à indústria de linha branca.
- Aplicar a sistemática proposta num estudo de caso na indústria de linha branca para avaliar seu potencial.

### 1.3 CONTRIBUIÇÕES E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

As empresas estão continuamente sob pressão para manterem-se competitivas no mercado. Isto se torna ainda mais difícil com o movimento para negócios internacionais e globalizados. A tecnologia ajuda a aumentar a competitividade, mas é também a maior causa do aumento da competição e formação de novos concorrentes (COTEC, 1998).

De acordo com Cotec, as empresas devem aceitar o desafio da inovação e buscar a atualização:

- elas precisam inovar continuamente, com eficiência e confiabilidade; e
- a inovação deve se transformar em uma atividade rotineira, ao invés de uma exceção.

Não existe garantia de sucesso nos desenvolvimentos de inovação. A tecnologia precisa também estar em sintonia com as expectativas do consumidor e com fatores sociais e políticos. Esses requisitos se alteram constantemente e podem inviabilizar um desenvolvimento se este não acompanhar os movimentos do mercado. O gerenciamento tecnológico freqüentemente é realizado a luz da visão tecnológica esquecendo de ter em conta que esta mudança somente agregará valor e se tornará inovação se for percebida pelo usuário como tal. Isto explica o elevado grau de fracasso das inovações (ENSSLIN, 1994). Adicionalmente, faz-se necessário o uso de ferramentas que mapeiem oportunidades estratégicas e ameaças ao negócio.

As metodologias de análise de previsão tecnológica oferecem um meio de reunir inteligência sobre tecnologia e organização. Esses métodos têm evoluído bastante, mas ainda existem deficiências nas suas aplicações. Essa carência se justifica na dificuldade de empregá-los durante o desenvolvimento de produtos,



quando é necessário o detalhamento do grau de maturidade da tecnologia em estudo. O gerenciamento tecnológico nas empresas freqüentemente não utiliza metodologias estruturadas de avaliação tecnológica, mas sim, baseia-se em conhecimentos empíricos e na avaliação dos resultados do projeto ao final de cada fase.

O presente trabalho propõe a apresentação de uma sistemática para avaliar tecnologias disponíveis e identificar o impacto de incluí-las no desenvolvimento de produtos. Espera-se com isso trazer subsídios para auxiliar na elaboração do planejamento da estratégia tecnológica da organização, além de contribuir para a redução de riscos em projetos de desenvolvimento de produtos.

#### 1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

A presente dissertação de mestrado encontra-se estruturada em seis capítulos que progressivamente conduzem o leitor desde a apresentação do problema a ser explorado até as conclusões obtidas sobre a solução desenvolvida. Estes capítulos estão dispostos da seguinte forma:

**Capítulo I - Introdução:** neste capítulo apresenta-se o tema escolhido e as fronteiras que nortearam o desenvolvimento deste trabalho. Abrange a problemática, os objetivos propostos e os resultados esperados, a justificativa para adoção do presente tema de mestrado, e ainda uma breve descrição do conteúdo inserido em cada capítulo deste trabalho.

**Capítulo II – Desenvolvimento de Produtos e Gestão da Tecnologia - Revisão Bibliográfica:** neste capítulo apresenta-se uma revisão de projetos de desenvolvimento de produtos, iniciando com uma visão geral deste processo e especificando-o, paulatinamente, para o domínio de gerenciamento de projetos e gerenciamento de portfólio. Apresenta-se também uma revisão de gestão tecnológica e ponderações sobre análise de futuros tecnológicos. A finalidade deste capítulo está na contextualização e na apresentação dos principais conceitos, terminologias e estruturas características relacionadas aos processos centrais deste trabalho.

**Capítulo III – Avaliação e Seleção de Tecnologias para Desenvolvimento de Novos Produtos:** neste capítulo revisa-se os métodos e práticas existentes para avaliação e seleção de tecnologias durante o desenvolvimento de novos produtos. A finalidade deste capítulo consiste em apontar a aplicabilidade das ferramentas disponíveis, seus pontos fortes e fracos, e fornecer o embasamento necessário para direcionar a elaboração da sistemática.

**Capítulo IV – Sistemática para Avaliar Impacto da Inovação Tecnológica de Produtos:** neste capítulo procura-se associar as ferramentas e recomendações selecionadas nos capítulos anteriores na forma de uma sistemática. O objetivo deste capítulo reside em apresentar uma proposta inicial de sistemática que oriente os decisores em como proceder na avaliação tecnológica em projeto de produtos.

**Capítulo V – Avaliação da Sistemática - Estudo de Caso:** a sistemática proposta no capítulo anterior foi desenvolvida com base nas informações obtidas durante a revisão bibliográfica e na experiência da equipe de desenvolvimento que atua nesta pesquisa. Neste capítulo, apresenta-se um estudo de caso realizado para validar esta metodologia.

**Capítulo VI - Conclusões e Recomendações:** neste capítulo apresentam-se as principais conclusões quanto aos resultados deste trabalho e algumas recomendações para futuros trabalhos de pesquisa que contribuam de forma geral para o processo de desenvolvimento de produtos e em específico para evoluir o que foi apresentado em relação à avaliação de tecnologias.

## CAPÍTULO II

# 2 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E GESTÃO DA TECNOLOGIA - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

### 2.1 ASPECTOS GERAIS DE PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Para compreender o que é um projeto de desenvolvimento de produto é necessário definir projeto de uma maneira geral. Conforme Ferreira (1999) **projeto** é a idéia que se forma de executar ou realizar algo no futuro, é um plano, um intento ou desígnio. No contexto de gerenciamento de projetos, o PMI (2000) define projeto como **esforço ou empreendimento temporário realizado para criar um produto ou serviço único.**

Ser temporário indica que cada projeto tem um início e fim definido. O final é alcançado quando os objetivos foram obtidos ou é verificado que não podem ser alcançados, encerrando assim o projeto. A unicidade indica que projetar envolve necessariamente fazer algo que não tenha sido feito antes, sendo, portanto único.

Na definição de projeto, Vargas (2000) complementa com outros aspectos: empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma seqüência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros pré-definidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade.

Os produtos resultantes da atividade de projeto podem ser classificados em (BACK, *et al.*, 2008):

- **Variantes de produtos existentes:** incluem as extensões de linha, o reposicionamento de produtos em termos de seu uso e mercado, formas novas, versões modificadas e, em alguns, casos a nova embalagem de produtos existentes;
- **Inovativos:** são o resultado de modificações feitas em produtos existentes, gerando produtos de elevado valor agregado, geralmente, um maior grau de inovação requer um tempo mais longo ou esforço de desenvolvimento e maior custo de pesquisa;

- **Criativos:** geralmente são produtos com existência nova, o tempo de desenvolvimento é longo e os custos de pesquisa e desenvolvimento são elevados. A introdução no mercado, de produtos criativos pode ser de risco elevado, mas também pode gerar novos paradigmas e potencializar novos campos industriais.

Ulrich e Eppinger (1995) apresentam uma classificação também adequada, seguindo a natureza impulsionadora do desenvolvimento: **(i)** produtos impulsionados pela tecnologia; **(ii)** produtos impulsionados pelos usuários; e **(iii)** produtos impulsionados tanto pela tecnologia quanto pelos usuários.

Os produtos impulsionados pela tecnologia têm seu diferencial na capacidade de executar uma tarefa técnica específica, ou seja, no desempenho técnico. Os produtos impulsionados pelos usuários são identificados pela funcionalidade e/ou apelo estético do produto, sendo geralmente comprados pela aparência externa. Já os produtos impulsionados tanto pela tecnologia quanto pelos usuários são uma combinação dos dois anteriores, com importantes características estéticas e técnicas.

Neste trabalho serão consideradas as duas classificações acima para avaliar os aspectos tecnológicos em produtos. Esses conceitos são fundamentais para o entendimento da importância da evolução tecnológica no desenvolvimento de produtos.

## 2.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE PRODUTOS

Gerenciamento de Projetos se refere à aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto, a fim de satisfazer seus requisitos. O gerenciamento de projetos é realizado com o uso de processos, tais como: iniciar, planejar, executar, controlar e encerrar (PMI, 2000).

Não existem restrições na aplicação das metodologias de gerenciamento de projetos. Elas podem ser usadas em empreendimentos de qualquer complexidade, orçamento e tamanho, em qualquer linha de negócios.

Vargas (2003) destaca a eficiência do gerenciamento de projetos em conseguir os resultados desejados dentro do prazo e do orçamento definido pela organização; e nos apresenta as principais vantagens do gerenciamento de projetos, listadas a seguir:

- evita surpresa durante a execução dos trabalhos;
- permite desenvolver diferenciais competitivos e técnicos, uma vez que toda a metodologia está sendo estruturada;

- antecipa as situações desfavoráveis que poderão ser encontradas, para que as ações preventivas e corretivas possam ser tomadas antes que essas situações se consolidem como problemas;
- adapta os trabalhos ao mercado consumidor e ao cliente;
- disponibiliza os orçamentos antes do início dos gastos;
- agiliza as decisões, já que as informações estão estruturadas e disponibilizadas;
- aumenta o controle gerencial de todas as fases a serem implementadas devido ao detalhamento ter sido realizado;
- facilita e orienta as revisões da estrutura do projeto que forem decorrentes de modificações no mercado ou no ambiente competitivo, melhorando a capacidade de adaptação do projeto;
- otimiza a alocação de pessoas, equipamentos e materiais necessários;
- documenta e facilita as estimativas para futuros projetos.

Um importante aspecto no gerenciamento de projetos é a tecnologia do produto a ser empregada. Historicamente, o uso de tecnologias inapropriadas ou não-aprovadas tem-se mostrado grande fonte de dificuldades em projetos. Conforme Pinto (1999), novas tecnologias podem aumentar a probabilidade de ocorrerem problemas, atrasos ou retrabalhos. Para evitar efeitos negativos de novas tecnologias no gerenciamento de projetos, a regra é desenvolver tecnologias “*off-line*”, em projetos protótipos, por exemplo, desviando assim todos os custos incorporados em tecnologias não-testadas nos projetos para produção e comercialização.

O autor destaca também, como aspecto crítico do gerenciamento de projetos, a identificação do surgimento de inovações e seus efeitos no projeto. Um exemplo disso é a possibilidade de reconhecer com o gerenciamento que uma nova versão de um componente do produto ou uma nova tecnologia para o produto, estará disponível em determinado tempo. A decisão de como e quando incorporar novas tecnologias ao produto precisa ser cuidadosamente tratada, não apenas tecnicamente, mas em termos de *marketing*, preços, gerenciamento da cadeia de suprimentos e muitas outras dimensões.

## 2.3 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

O processo de desenvolvimento de produtos é um empreendimento cujo objetivo é transformar idéias em um bem-material, ao longo de várias fases, até o lançamento do produto no mercado (ROMANO, 2003).

O desenvolvimento de produtos, que até a década de sessenta era executado de forma empírica, evoluiu para metodologias estruturadas de projeto para alcançar as metas iniciais do projeto conforme planejado. Entre os modelos de desenvolvimento propostos, encontra-se o de Romano (2003) que combina metodologias de projeto e processo de gerenciamento de projetos.

As organizações que realizam projetos geralmente os dividem em várias fases a fim de facilitar a execução e o controle e estabelecer os vínculos adequados com as operações contínuas da organização (PMI, 2000).

A Figura 2.1 apresenta a proposta de Romano (2003) com as macro-fases e fases do processo de desenvolvimento de produtos e suas principais saídas.



Figura 2.1 – Modelo de desenvolvimento de produtos (adaptado de ROMANO, 2003)

A macro-fase de **Planejamento** de projetos tem como objetivo principal definir por completo, o trabalho necessário para um projeto, de forma que ele possa ser prontamente identificado e entendido por todos os seus participantes, sendo que este processo de planejamento se aplica a qualquer projeto de produtos ou serviços (HOFFMEISTER, 2003). A saída principal desta macro-fase é o plano do projeto.

A macro-fase de **Processo de projeto** ou **Projetação** [sic] envolve a elaboração do projeto do produto e do plano de manufatura. Romano (2003) detalha a macro-fase de processo de projeto do produto em quatro fases, denominadas **projeto informacional**, **projeto conceitual**, **projeto preliminar** e **projeto detalhado**.

A primeira fase - **projeto informacional** - possui como objetivo estabelecer as especificações de projeto do produto. A fase inicia com a pesquisa de informações sobre o tema do projeto e encerra com o estabelecimento das especificações de projeto do produto.

O propósito da fase seguinte - **projeto conceitual** - é estabelecer a concepção que melhor satisfaz as especificações de projeto. A fase inicia com a verificação do escopo do problema e encerra com a avaliação e seleção das concepções mais promissoras.

A terceira fase - **projeto preliminar** - tem como objetivo obter o detalhamento inicial das concepções do produto. Esta fase envolve a elaboração de leiautes preliminares, desenhos de formas, seleção de materiais e de processos de fabricação. O resultado da fase é o leiaute definitivo da concepção do produto.

Na última fase - **projeto detalhado** - desenvolvem-se processos para transformar o leiaute definitivo do produto em informações que caracterizam detalhadamente as soluções desenvolvidas e que possibilitam a sua realização física. A partir de detalhamento do projeto é feita a construção e a montagem do protótipo.

A macro-fase de **Implementação** envolve a execução do plano de produção do produto e o encerramento do projeto. Nesta macro-fase o resultado da Projetação (documentação detalhada do produto e do plano de manufatura) é executado por meio de providências concretas, ou seja, a produção e lançamento do novo produto no mercado. Romano (2003) apresenta a Implementação dividida nas fases **preparação da produção, lançamento e validação**.

Durante a fase **preparação para a produção** é liberada a construção do ferramental, são preparados os recursos (maquinários, ferramentais e dispositivos) envolvidos na produção e montagem, e é desenvolvido o plano de produção do lote piloto. Atividades de elaboração de procedimentos de assistência técnica e treinamentos de vendas e pós-venda também são executados durante a preparação para a produção (MONTANHA, 2004). A fase encerra com a realização da produção do lote piloto e liberação do produto para produção em escala comercial.

A segunda fase de Implementação destina-se ao **lançamento** do produto no mercado. Esta inclui a elaboração do plano de produção (data e volume) e produção do lote inicial. Paralelamente, também é realizado o planejamento de *marketing* com a emissão do material promocional e da literatura técnica para divulgação do produto. O lançamento finaliza com a liberação do lote inicial para comercialização.

A fase de **validação** do projeto é realizada por meio de relatórios dos produtos comercializados, baseados nas informações vindas dos consumidores e em auditorias internas. Pode-se então gerar ações corretivas para as deficiências identificadas. Ao

final, a equipe de desenvolvimento e a estrutura do projeto são desmobilizadas e o projeto é encerrado.

Cada fase do processo de desenvolvimento é submetida a avaliação com base nas saídas desejadas. Desta forma, os decisores podem definir o progresso do projeto, autorizando a mudança de fase, recomendando alterações ou até sugerindo o encerramento do projeto.

O processo de desenvolvimento de produtos, com ênfase nas fases do processo de projeto, também pode ser visualizado sob conceitos de engenharia simultânea ou de desenvolvimento integrado, como mostra a Figura 2.2 (BACK *et al.*, 2008).

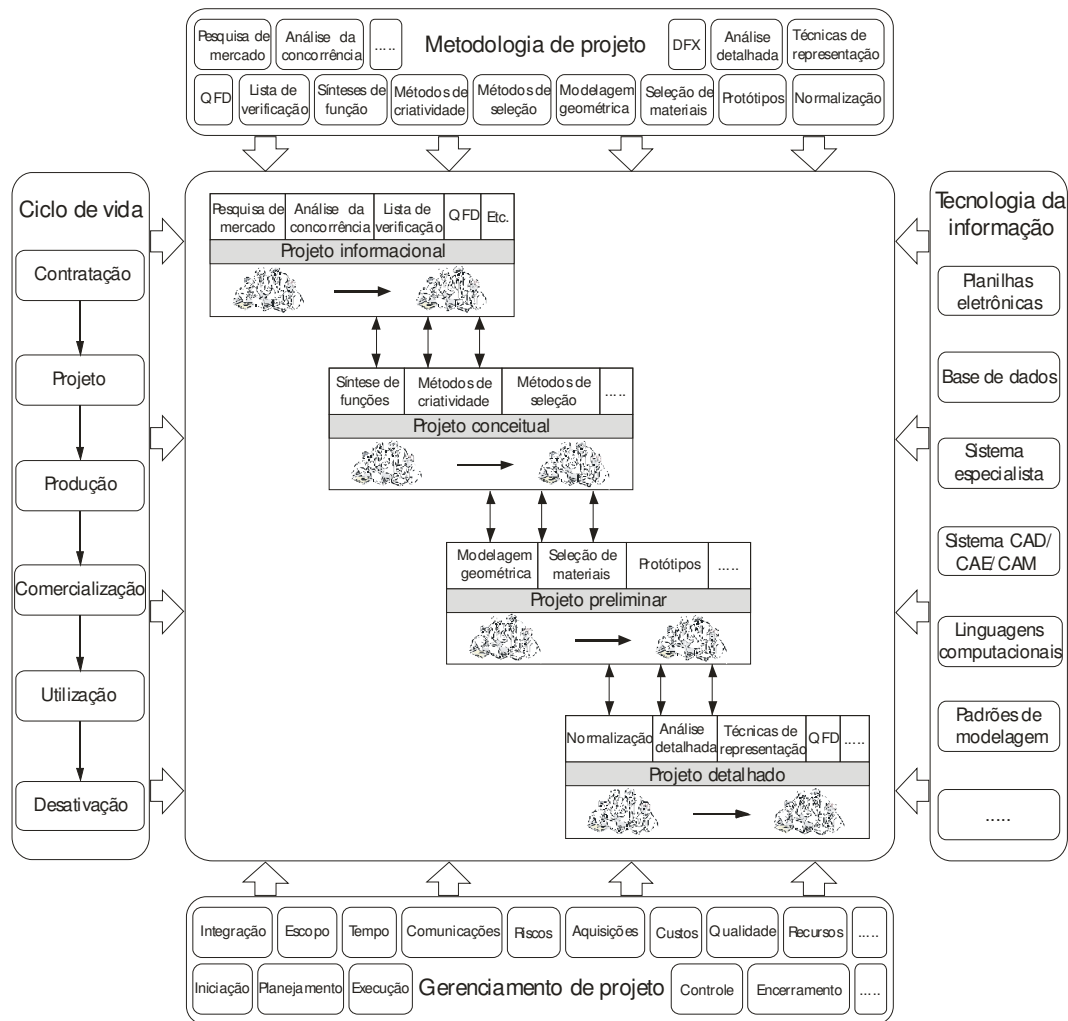


Figura 2.2 – Modelo integrado de projeto de produto (adaptado de BACK *et al.*, 2008)



Na Figura 2.2, no centro, encontram-se os processos da organização, neste caso particular, o processo de projeto. A engenharia simultânea é representada pelo paralelismo entre fases, a realização das fases por equipe multidisciplinar e o fluxo de informações entre as fases.

Suportando os processos encontram-se quatro campos de conhecimentos principais: de metodologia, de gerenciamento, do ciclo de vida e da tecnologia de informação. O campo da metodologia fornece subsídios metodológicos na forma de métodos e ferramentas para conduzir as atividades de projeto, visando a transformação das informações. O campo do gerenciamento fornece subsídios gerenciais aos processos, visando sua execução dentro do escopo, tempo, custo e qualidades desejadas. O campo do ciclo de vida fornece subsídios de informações para as decisões e soluções de projeto, visando antecipar potenciais problemas de projeto. O campo da tecnologia da informação fornece subsídios computacionais em termos de base de dados e ferramentas para conduzir as atividades de projeto, aplicações de metodologia e gerenciamento do projeto.

A proposta deste trabalho se relaciona fortemente com a macro-fase de planejamento, conforme o modelo de Romano (2003). Para o planejamento do projeto se faz necessário o planejamento de produtos onde as idéias geradas são avaliadas e selecionadas na forma de projetos em dado período (LEONEL, 2006). No processo de avaliação das idéias de produtos, entre outros aspectos, deve-se considerar o impacto das tecnologias associadas.

Assim, a sistemática para avaliar o impacto da introdução de novas tecnologias a ser proposta pretende apoiar tanto a atividade de Planejamento do Projeto, quanto a fase de Projeto Conceitual, por meio de ferramentas estruturadas. Por meio da sistemática espera-se determinar os riscos associados à introdução de novas tecnologias, observando o grau de maturidade da tecnologia e as capacidades da organização em absorvê-las e implementá-las.

Devido a esta preocupação, percebe-se nas empresas que modelos como esses apresentados estão evoluindo para a sistematização de uma fase anterior à fase de planejamento de projetos onde são discutidas as estratégias tecnológicas a serem aplicadas e os possíveis impactos no lançamento no mercado.

## 2.4 GESTÃO DE PORTFÓLIO

Archer (1999) define **portfólio de produtos** como conjunto de produtos desenvolvidos sob o patrocínio ou gerenciamento de uma organização, onde todos os

produtos concorrem por recursos limitados (humanos, materiais ou financeiros), são interdependentes (uma vez que podem compartilhar a mesma tecnologia) e podem possuir objetivos conflitantes.

A gestão de portfólio pode ser entendida como um processo de decisão dinâmico, onde uma lista dos projetos de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos é constantemente atualizada e revisada. Neste processo novos projetos são avaliados, selecionados e priorizados; projetos existentes podem ser acelerados, cancelados ou despriorizados e recursos são alocados e realocados para os projetos ativos (COOPER, 1998).

O objetivo da gestão de portfólio é integrar de forma planejada as oportunidades de mercado com as capacidades técnicas da organização. Ou seja, potencializar as competências essenciais para fortalecer o posicionamento competitivo da organização (OTTO & HOLMES, 2000). Desta forma é possível balancear os recursos disponíveis entre os projetos existentes, de forma alinhada com as estratégias de tecnologia, mercado e negócios.

Para Patterson (1999) é função da gestão de portfólio garantir que os esforços em desenvolvimento de produtos sejam equilibrados, visando três metas principais:

- Identificar produtos específicos que atingirão metas de lucro e receita;
- Mover a empresa rapidamente aos seus objetivos estratégicos; e
- Enfatizar a aplicação das competências essenciais e tecnologias disponíveis na empresa.

Em uma pesquisa realizada com gerentes e acadêmicos, Scott (2000) identifica a seleção de projetos de novos produtos entre os principais problemas ligados à gestão do desenvolvimento de novos produtos nas empresas. Isto se deve ao fato de que os critérios adotados para seleção são principalmente de ordem financeira, e pouco leva em consideração a percepção do que o cliente deseja. O estudo sugere algumas abordagens para melhorar a seleção de projetos, como o desenvolvimento de critérios financeiros com melhor performance no futuro e a incorporação de indicadores de natureza não-financeira na seleção.

Para contribuir com os critérios de seleção de projetos para o desenvolvimento de novos produtos, esta dissertação buscará propor uma sistemática para avaliação e seleção de tecnologias, objetivando avaliar o impacto das tecnologias disponíveis, alcançar o sucesso dos projetos, e agregar valor ao negócio e à organização.

## 2.5 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

A tecnologia é definida por Valeriano (1998) como sendo um conjunto ordenado de conhecimento científicos, técnicos, empíricos e intuitivos empregados no desenvolvimento, na produção, na comercialização e na utilização de bens ou serviços.

Valeriano (1998) comenta que o universo da tecnologia não é estático, sempre surge uma nova tecnologia, sempre há uma evolução nas tecnologias existentes. É um ambiente vivo, pulsante e altamente competitivo. Este autor cita dois mecanismos principais para o progresso tecnológico: sucessivos melhoramentos de cada tecnologia e surgimento de novas tecnologias, mais eficientes e promissoras, que vêm substituir aquelas já exauridas e sem possibilidade de progresso.

A PINTEC (2003) segue a recomendação do Manual Oslo, no qual a inovação tecnológica é definida pela implementação de produtos (bens ou serviços) ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados. A implementação da inovação ocorre quando o produto é introduzido no mercado ou quando o processo passa a ser operado pela empresa.

A PINTEC (2003) apresenta as características principais de produto tecnologicamente novo e inovação tecnológica de processo:

"Produto tecnologicamente novo" é aquele cujas características fundamentais (especificações técnicas, usos pretendidos, software ou outro componente imaterial incorporado) diferem significativamente de todos os produtos previamente produzidos pela empresa.

A inovação de produto também pode ser progressiva, por meio de um significativo aperfeiçoamento tecnológico de produto previamente existente, cujo desempenho foi substancialmente aumentado ou aprimorado. Desta definição são excluídas: as mudanças puramente estéticas ou de estilo e a comercialização de produtos novos integralmente desenvolvidos e produzidos por outra empresa.

"Inovação tecnológica de processo" refere-se a processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado, que envolve a introdução de tecnologia de produção nova ou significativamente aperfeiçoada, assim como de métodos novos ou substancialmente aprimorados para manuseio e entrega de produtos (acondicionamento e preservação).

Estes novos métodos podem envolver mudanças nas máquinas e equipamentos e/ou na organização produtiva (desde que acompanhadas de mudanças no processo técnico de transformação do produto). O resultado

da adoção de processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado deve ser significativo em termos do nível e da qualidade do produto ou dos custos de produção e entrega.

Cada tecnologia que surge para competir e substituir uma outra passa por períodos de evolução e sucumbe ao término de sua vida útil. São ciclos que se sucedem continuamente, cada um encerrando a vida do predecessor para, mais adiante, ceder a vez ao substituto (VALERIANO, 1998).

Valeriano (1998) divide o ciclo completo desta evolução em: (i) invenção; (ii) inovações; e (iii) utilização.

A invenção pode ser por meio de um conceito ou uma concepção; um esboço ou um modelo de um novo produto, processo, serviço; ou até mesmo um melhoramento considerável daqueles já existentes.

A inovação tecnológica é a transposição de uma idéia ou invenção para a economia. Seu trajeto inicia na idéia, fazendo uso das tecnologias existentes ou buscadas, até criar o novo produto, processo ou serviço e colocá-lo em disponibilidade para o consumo ou uso.

A utilização completa o ciclo, pela introdução do produto ou serviço na economia.

## 2.6 GESTÃO DA TECNOLOGIA

A gestão da tecnologia auxilia a organização a inovar e se manter a frente dos concorrentes, ter bom desempenho financeiro e satisfazer seus consumidores com produtos, processos e serviços bem projetados (COTEC, 1998).

Existem muitas definições para gestão da tecnologia na literatura. Apresenta-se abaixo a definição proposta pelo Instituto Europeu de Gerenciamento da Tecnologia e Inovação (EITIM):

Gestão da tecnologia trata da efetiva identificação, seleção, aquisição, desenvolvimento, exploração e proteção de tecnologias (produtos, processos e infra-estrutura) necessárias para obter, manter (e ampliar) uma posição de mercado e desempenho dos negócios em concordância com os objetivos da empresa (EITIM *apud* PHAAL, 2004).

Outra definição possível, proposta pelo Cotec no TEMAGUIDE:

Gestão da tecnologia abrange todas as atividades que possibilitam à organização o melhor uso da ciência e da tecnologia, sejam elas geradas internamente ou externamente. Este conhecimento reforça a capacidade inovativa na direção de ajudar a promover a eficiência e eficácia de vantagem competitiva. As empresas devem aceitar o desafio da inovação: devem antecipar o futuro provável, os efeitos de suas experiências, as consequências de suas inovações, e as reações dos consumidores (COTEC, 1998).

A gestão da tecnologia mantém um fluxo de lançamento de produtos e serviços no mercado. Phaal et al (2004) explica que o gerenciamento tecnológico envolve todas as questões de integração tecnológica junto às decisões de negócio, e é diretamente relacionado ao planejamento estratégico, à inovação e desenvolvimento de novos produtos, e ao gerenciamento operacional. Nesse aspecto, é importante a existência de um fluxo de informação adequado entre as áreas de *Marketing*, Vendas e Engenharia. Desta forma, é possível estabelecer um equilíbrio entre as necessidades estimuladas pelo mercado (perspectiva comercial) e as tecnologias que impulsionam o desenvolvimento (perspectiva tecnológica).

A Figura 2.3 ilustra a dependência desse fluxo de informação com os objetivos do negócio, a dinâmica do mercado, a cultura organizacional e o contexto tecnológico. A base tecnológica ao longo dos processos da organização é gerenciada pelas fases de Identificação, Seleção, Aquisição, Exploração e Proteção da base tecnológica.

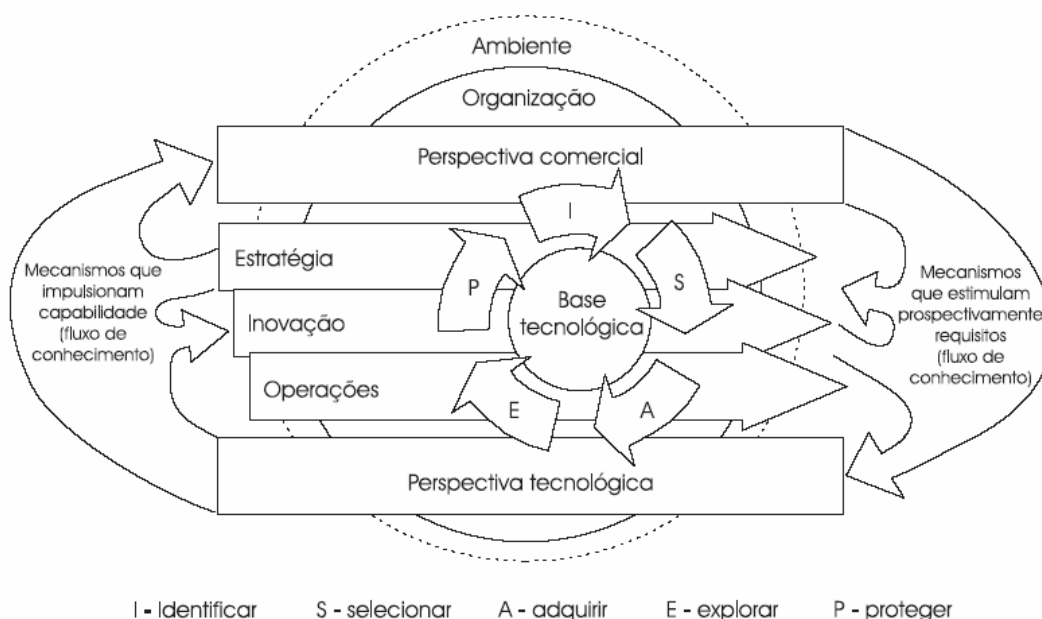


Figura 2.3 – Estrutura da gestão da tecnologia (adaptado de PHAAL et al, 2004)

A **Identificação** das tecnologias consiste na investigação do ambiente para identificar tecnologias novas e emergentes. A **Seleção** das tecnologias se refere ao levantamento das necessidades de futuros tecnológicos para a atividade de negócio. A **Aquisição** da tecnologia envolve questões de apoio aos decisores levando ao desenvolvimento ou à compra da inovação. A **Exploração** da base tecnológica é resultante da integração da tecnologia com o lançamento de produtos ou serviços. E finalmente, a **Proteção** da base tecnológica trata as necessidades de proteção da propriedade intelectual.

Para o sucesso do negócio, é importante a existência de forte interação entre estratégia tecnológica e o planejamento estratégico completo da empresa. Segundo Phaal et al (2004), a estratégia de negócio se relaciona com o alinhamento das atividades da empresa de forma a gerar uma posição competitiva sustentável no mercado. Isto requer o entendimento da natureza das mudanças do ambiente de negócio no longo prazo e das capacidades da empresa.

A estratégia tecnológica serve de subsídio para a avaliação do impacto da tecnologia, por meio da compreensão de fatores externos, como natureza das mudanças tecnológicas e concorrência de mercado, e fatores internos como capacidades tecnológicas.

Complementarmente, a avaliação do impacto da introdução de nova tecnologia auxiliará o processo de Inovação, assegurando o fluxo de novos produtos, serviços, processos de forma a sustentar o negócio seguindo o plano estratégico da organização.

A integração da gestão da inovação ao processo de desenvolvimento de produtos foi detalhada na proposta de Leonel (2006) de sistematização do processo de planejamento da inovação de produtos. A sistemática apresenta a organização de atividades relacionadas ao processo de planejamento estratégico voltado à inovação de produtos, e ao planejamento da inovação (Figura 2.4).

A primeira fase é a de planejamento estratégico da inovação, onde são propostas atividades voltadas às decisões sobre a necessidade de inovação de produtos, tais como: decisões sobre o desenvolvimento de novos produtos e/ou aperfeiçoamento de produtos existentes atualmente no portfólio da empresa; e decisões quanto ao desenvolvimento de novas plataformas de produtos e novas tecnologias (LEONEL, 2006).

A fase de planejamento da inovação de produtos é subdividida em quatro subfases: Exploração de Oportunidades, Geração de Idéias de Novos Produtos, Avaliação e Seleção das Idéias e Caracterização do Produto.

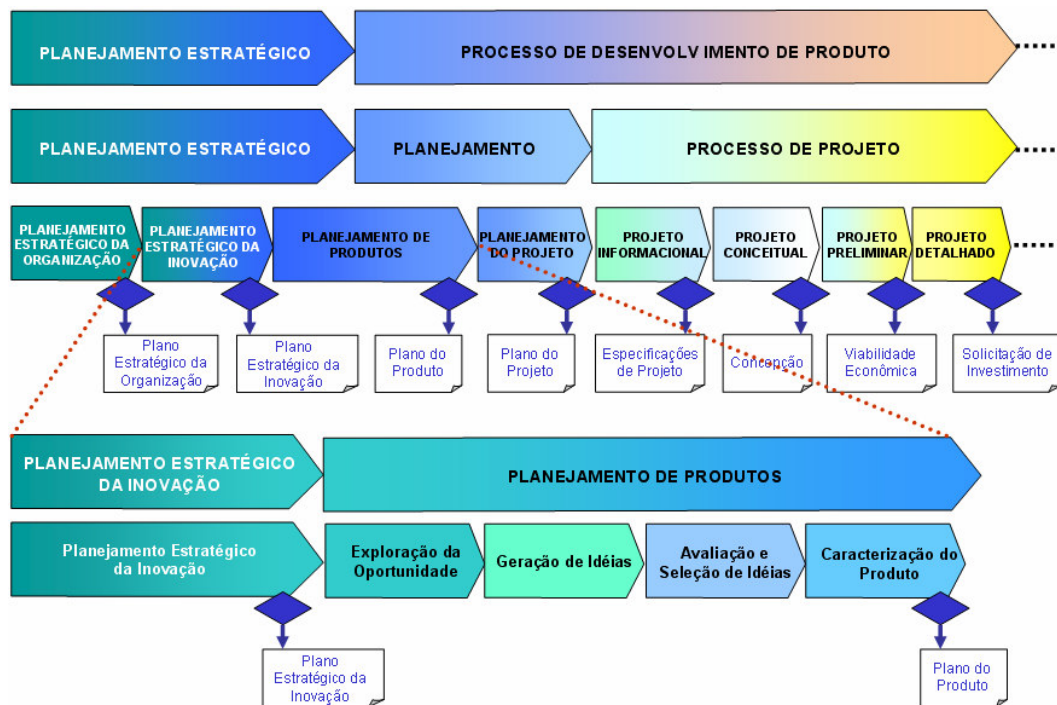


Figura 2.4 - Visão geral da sistemática de planejamento da inovação de produtos (adaptado de LEONEL, 2006)

A contribuição deste trabalho está direcionada para a fase de avaliação e seleção de tecnologias contida tanto no modelo de Phaal et al (2004) quando na sistemática de Leonel (2006). Espera-se com a sistemática de avaliação do impacto tecnológico disponibilizar índices comparativos para as tecnologias em estudo que auxiliem os decisores a criarem o planejamento de produtos condizente com as competências da empresa.

## 2.7 ABORDAGENS DA GESTÃO DA TECNOLOGIA

A literatura apresenta abordagens da gestão da tecnologia que tratam da análise de futuros tecnológicos. Abaixo são apresentadas as principais abordagens.

### ***Análise da Curva S de Tecnologia***

A evolução e transição tecnológica podem ser representadas graficamente por meio da Curva S, em um sistema de coordenadas em que a abscissa é o tempo e a ordenada é um parâmetro de desempenho que descreve uma propriedade do produto devido àquela tecnologia (Figura 2.5).

Uma curva-S apresenta o desempenho de um parâmetro tecnológico em função de tempo ou esforços em pesquisa (FOSTER *apud* PHAAL, 2004) e seu formato é influenciado pela demanda de mercado, conhecimento científico e nível de investimento e inovação (BOWER *apud* PHAAL, 2004).

Este comportamento da curva é determinado por parâmetros técnicos limitados. O limite “X” (tempo  $t_3$ ) é aquele que pode ser alcançado, em relação a nova tecnologia, com maiores investimento no desenvolvimento. O limite “Y” (tempo  $t_2$ ), é aquele alcançado com a mesma taxa de investimento. O limite “Z” (tempo  $t_1$ ) é aquele obtido com investimento reduzido. A mudança para uma nova tecnologia é representada na Figura 2.5 por meio da nova curva Tecnologia 2 (BURGELMAN & MAIDIQUE, 1988).

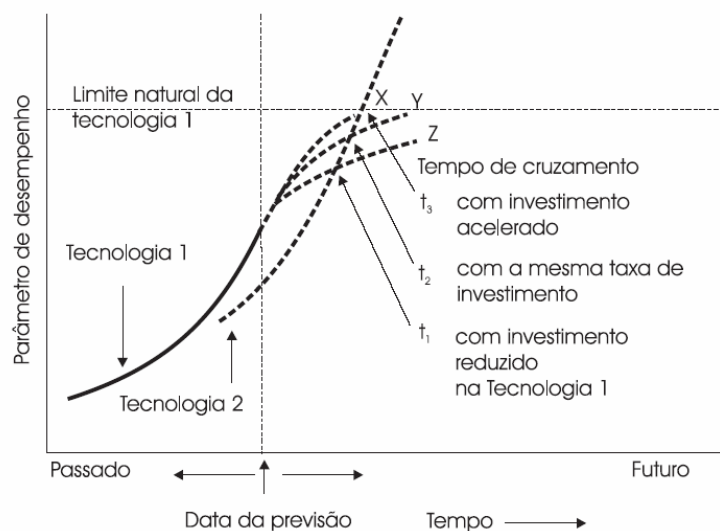


Figura 2.5 – Curva S (adaptado de BURGELMAN & MAIDIQUE, 1988)

Conforme Nieto *et al* (1998) a curva S permite criar um modelo para o ciclo de vida tecnológico, relacionando os recursos dedicados no desenvolvimento de uma tecnologia com os resultados que ela proporciona. Por meio da curva S é possível obter análises confiáveis que originarão recomendações importantes para a estratégia tecnológica.

Valeriano (1998) divide a curva S em fases do ciclo de vida de uma tecnologia:

- Início (incubação): este período é caracterizado por pequenos progressos no desempenho do parâmetro tecnológico quando comparado com tempo de pesquisa e investimentos;
- Rápido Crescimento: quando os problemas iniciais são superados e o crescimento do desempenho ascende rapidamente; e



- Maturidade e Decadência: quando a aceleração diminui, pequenos avanços passam a exigir grandes aplicações de investimento e tempo.

No momento de decadência, surge um novo ambiente turbulento, com tecnologias competindo para a formação de uma nova curva S (PHAAL, 2004).

O procedimento para criar a curva S é sumarizado por Twiss (1992):

- i. identificar o atributo de mercado apropriado para o produto;
- ii. determinar o parâmetro tecnológico pelo qual o atributo de mercado pode ser medido;
- iii. coletar dados do progresso passado deste parâmetro no tempo;
- iv. estabelecer o limite natural do parâmetro por meio da tecnologia em estudo;
- v. ajustar a curva S aos dados, que se tornará assintótica no nível do limite natural;
- vi. considerar eventos e outras tendências que podem afetar o desenvolvimento futuro da tecnologia e por meio disso influenciar o formato da curva, por exemplo, o aparecimento de uma nova tecnologia ou outros fatores que poderiam afetar os investimentos necessários para guiar o avanço.

O gradiente de qualquer ponto da curva revela a produtividade dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Passando o ponto de inflexão, a produtividade em P&D é decrescente. Deste ponto em diante, a produtividade de investimentos tecnológicos irá somente diminuir, até que a tecnologia atual seja abandonada para adotar uma nova. (NIETO et al 1998)

A decisão da retirada de uma tecnologia é complexa para a organização. Seu sucesso somente será alcançado sendo suportada por um planejamento adequado e pela avaliação prévia do impacto da introdução de nova tecnologia para a organização e para mercado. Esta dissertação propõe uma sistemática para auxiliar nesse processo de avaliação, considerando as variáveis envolvidas, como tempo, custo, aceitação do mercado, entre outras.

### ***Previsão Tecnológica (Technology Forecasting)***

Previsão tecnológica é um processo sistemático que descreve o surgimento, desempenho, características ou impactos de uma tecnologia em algum tempo no futuro (PORTER et al, 2004). Conforme Cotec (1998), ele está relacionado com a

investigação de tendências e novas tecnologias por meio de atividades de levantamento de informações e análise dos dados segundo técnicas bem definidas.

O processo envolve duas atividades principais: reunião de informação e análise de dados. O valor global do processo para cada empresa está relacionado com a forma com que essas atividades são realizadas (COTEC, 1998).

A previsão tecnológica pode ser realizada por meio de duas categorias de técnicas: **(i)** exploratórias e **(ii)** normativas.

A técnica exploratória utiliza a análise de dados históricos para determinar tendências. A técnica está baseada na suposição de que o processo é evolutivo e segue um padrão regular (TWISS, 1992). Sua aplicação é exigida quando se conhece o cenário atual e deseja-se determinar o cenário futuro.

As técnicas normativas iniciam na proposta de um estado desejado ou possível, como a satisfação das necessidades do mercado ou um desenvolvimento tecnológico, e retornam na linha do tempo para determinar quais os passos necessários para alcançar a saída desejada (COTEC, 1998).

Cotec (1998) cita alguns exemplos de técnicas exploratórias: curva S, ciclos, extrapolação de tendência e substituição tecnológica. Exemplos de técnicas normativas: árvores de relevância, análise morfológica e monitoramento tecnológico.

### ***Prospecção Tecnológica (Technology Foresight)***

Prospecção tecnológica é um processo sistemático para identificar o desenvolvimento de novas tecnologias e suas iterações com a sociedade e o ambiente (PORTER et al, 2004), combinando pensamento criativo, opinião de especialistas e cenários alternativos (COTEC, 1998).

Conforme Cotec (1998), a atividade de prospecção tecnológica é baseada em opiniões subjetivas ou intuitivas de pessoas com vários níveis de experiência. Utilizando diferentes técnicas, os especialistas são induzidos a projetar a tecnologia atual em direção aos eventos e tendências futuros. Entre as técnicas existentes destaca-se a importância da técnica Delphi.

### ***Mapeamento tecnológico (Technology Roadmapping)***

Mapeamento tecnológico pode ser definido como a interpretação dos envolvidos no negócio (*stakeholders*) de como alcançar seus objetivos (PARK, 2005). Conforme Phaal et al (2004) representa uma técnica para suportar gerenciamento e

planejamento tecnológico, unindo recursos tecnológicos, objetivos organizacionais e o ambiente de mudanças. O mapeamento tecnológico fornece informações importantes para a criação do plano de lançamentos de produtos na direção dos objetivos estratégicos da organização.

O plano desenvolvido é apresentado na forma de mapas tecnológicos. A abordagem mais comum consiste em um gráfico de multicamadas representando como a tecnologia e desenvolvimento de produtos se integra com as oportunidades do mercado, ao longo do tempo (PHAAL *et al*, 2004). A Figura 2.6 ilustra a estrutura de um mapa típico baseado no tempo com camadas que permitem visualizar a interação entre tecnologia, produto ou serviço, e mercado.

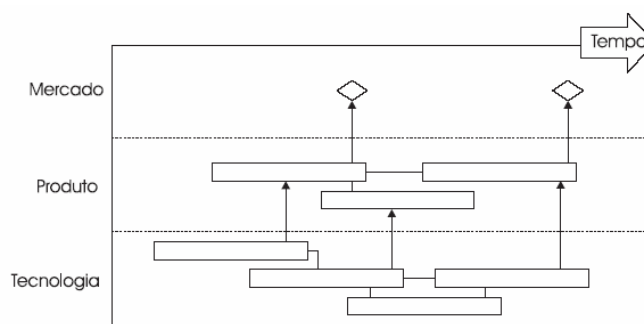


Figura 2.6 – Representação do mapeamento tecnológico e ferramentas auxiliares (adaptado de PHAAL *et al*, 2004)

## 2.8 RELAÇÃO ENTRE ABORDAGENS DA GESTÃO DE TECNOLOGIA E RISCO DE PROJETO

Twiss (1992) comenta que o resultado da aplicação de abordagens de gestão da tecnologia pode ser visto na redução de riscos e incertezas inerentes ao desenvolvimento de novos produtos ou processos, associados a novos mercados ou nova diversificação de negócio. Os riscos passivos estão relacionados com a desinformação do movimento do mercado ou a recusa a aceitar as mudanças na sociedade. Já os riscos ativos se referem à decisão de inovar, introduzir novas tecnologias. As informações geradas com previsão tecnológica reduzem o risco do negócio, diminuindo as chances de perdas financeiras provocadas por decisões equivocadas.

Em resumo, Twiss (1992) conclui que:

- o papel da previsão tecnológica é reduzir a incerteza e seu risco associado;

- a previsão consegue identificar a escala de riscos passivos, que é um importante indicador da necessidade de inovar; e
- a previsão auxilia na formulação das principais características esperadas em um produto inovador, minimizando assim as incertezas relacionadas ao lançamento no mercado.

Pode-se concluir que as técnicas de análise de futuros tecnológicos trazem informações essenciais para a tarefa de avaliar o impacto de novas tecnologias. Adicionalmente, os dados provenientes da curva S completam o cenário, trazendo informações históricas e conhecimentos referentes ao comportamento limitado de uma tecnologia. A evolução da curva S auxilia o decisor na determinação das especificações técnicas do produto e indica o momento mais apropriado para uma substituição tecnológica, de forma a controlar os impactos da mudança.

Por meio da identificação dos futuros tecnológicos e da identificação da curva S é possível contextualizar o desempenho atual do produto e identificar os possíveis impactos de evolução do mercado tanto na organização, como na sociedade e no ambiente.

## **2.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A principal contribuição do presente capítulo encontra-se na revisão e exposição dos assuntos relacionados ao Desenvolvimento de Produtos, trazendo conceitos importantes e detalhando o seqüenciamento das atividades de projeto, e à Gestão da Tecnologia, comentando as principais abordagens e integração da gestão da inovação ao processo de desenvolvimento de produtos.

Baseando-se nos estudos realizados durante este capítulo, propõe-se o posicionamento da sistemática com relação aos demais processos nas atividades de avaliação e seleção de idéias e conceitos que compõem as fases de Planejamento de Produtos e o Projeto Conceitual, de acordo com o modelo do processo de desenvolvimento de produtos. Essa escolha de posicionamento da sistemática se deve ao fato da avaliação do impacto da inovação estar fortemente relacionada a avaliação e seleção de idéias e conceitos.

No próximo capítulo é apresentada a revisão específica da avaliação e seleção de tecnologias para o desenvolvimento de novos produtos que irão compor a Sistemática de Avaliação do Impacto da Inovação Tecnológica de Produtos.

## **CAPÍTULO III**

### **3 AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

---

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

O processo de desenvolvimento de novos produtos, que busca transformar idéias em bens tangíveis, é estruturado em torno de fases bem definidas, conforme descritas no Capítulo 2. Cada fase engloba vários pontos de decisão onde a gerência julga sobre o futuro do projeto. Nessas situações, os decisores precisam levar em conta as necessidades do consumidor, as estratégias da empresa, bem como as oportunidades tecnológicas e os recursos internos (BÜYÜKÖZKAN et al, 2002).

A atividade de decisão consiste em ponderar diversas alternativas, todas com propósito de atingir os objetivos do projeto, e determinar a melhor solução para o desafio estabelecido. No cenário atual, cercado de rápidas mudanças e grandes incertezas, as decisões estratégicas são extremamente complexas. A fim de reduzir riscos, as empresas necessitam avaliar cuidadosamente as iniciativas de novos produtos e tomar decisões precisas.

Embora os resultados das decisões sejam influenciados pelo ambiente de incertezas que contem alguns elementos que estão além do alcance dos decisores, as empresas podem melhorar a eficiência das decisões tomadas e minimizar os efeitos das incertezas por meio do uso de técnicas estruturadas de avaliação e seleção no projeto de produto.

Diferentes métodos de avaliação e seleção de projetos já foram desenvolvidos e apresentados na literatura para auxiliar o desenvolvimento de produtos. Muitos incluem o impacto tecnológico entre umas das dimensões analisadas, mas não foi encontrada na literatura uma sistemática que focasse na avaliação do impacto de tecnologias no projeto de produtos.

#### **3.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO E SELEÇÃO EM PROJETOS**

Na seqüência são apresentados alguns métodos de avaliação e seleção em projetos que deram subsídios para a elaboração da presente dissertação.

### 3.2.1 Método de avaliação e seleção de projetos na fase “fuzzy front end”

As incertezas, ambigüidades e indeterminações que caracterizam o início de um novo projeto de desenvolvimento de produto levaram os profissionais e pesquisadores a propor o termo “fuzzy front end” para se referir ao estágio inicial do projeto (DOLL et al, 2001). O termo “fuzzy front end” aludi as atividades realizadas no planejamento de produto, chamadas também atividades de pré-projeto.

Pesquisas recentes identificaram que, apesar de sua importância para o sucesso do projeto, a seleção de idéias nessa fase era feita sem o uso de critérios objetivos e não era conduzida por análise comparativa. Essas constatações sugerem grande oportunidade para melhorar o desenvolvimento de produtos por meio da criação de processos estruturados de desenvolvimento de idéias e avaliação.

Algumas propostas foram criadas no intuito de organizar essas atividades em estágios. O método de Cooper (1995) formado por três estágios seqüenciais, sendo um dos mais referenciados métodos de fase de pré-projeto. Nesse método, Cooper identifica os três passos principais do pré-projeto: Geração de Idéia, Avaliação Preliminar e Definição do Conceito (NOBELIUS et al, 2002).

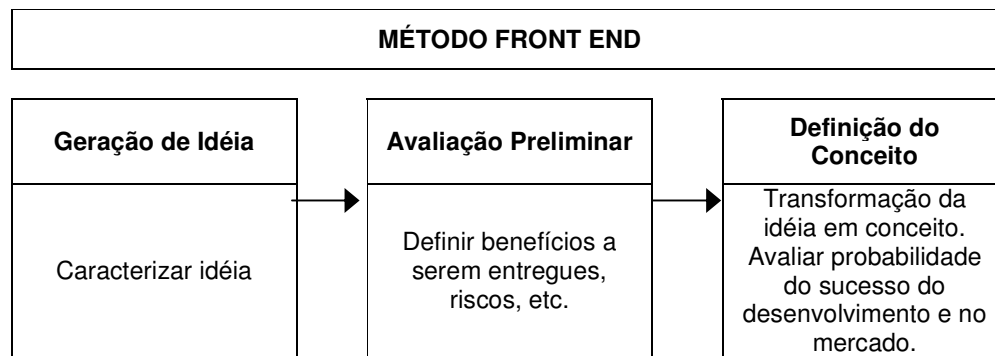


Figura 3.1 – Atividades de pré-desenvolvimento (adaptado de COOPER et al, 1995)

O método de avaliação na fase “fuzzy front end” envolve processos importantes de avaliação, seleção e estimativa do impacto de idéias e tecnologias e será usado na presente dissertação como suporte na elaboração da sistemática de avaliação tecnológica.

A empresa Nortel desenvolveu um processo similar ao proposto por Cooper para estruturar a fase “fuzzy front end” chamado de Processo Galileu (MONTROYA et al, 2000). Os objetivos principais do Galileu são ajudar os projetistas a traduzir suas

idéias embrionárias em conceitos robustos<sup>1</sup> e ajudar os decisores a avaliar sistematicamente os conceitos com propósito de definir investimentos.

Conforme Montoya (2000), a proposta divide a fase de pré-projeto em (i) Qualificação das Idéias, (ii) Desenvolvimento do Conceito, (iii) Classificação do Conceito e (iv) Avaliação do Conceito (Figura 3.2).

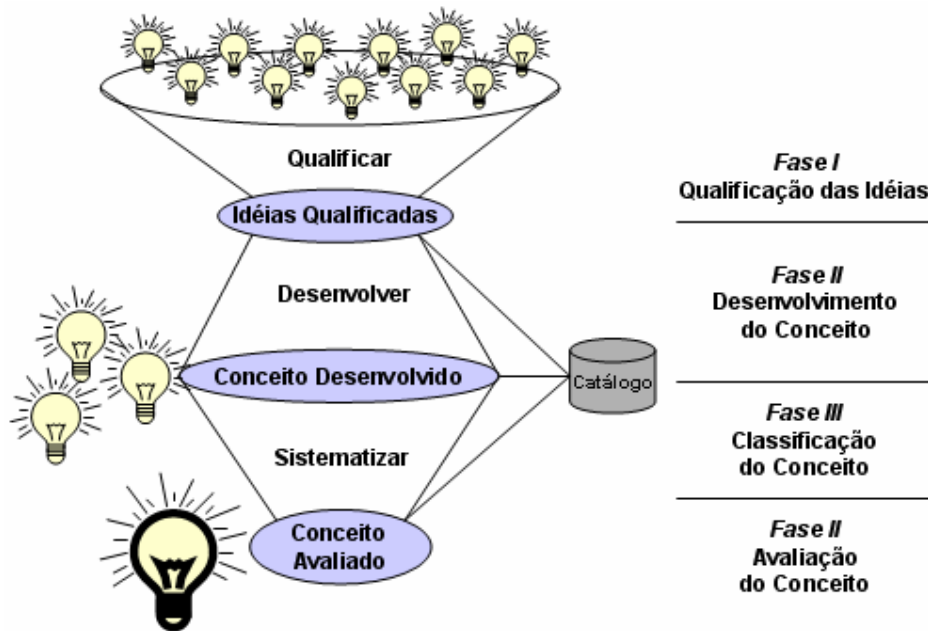


Figura 3.2 – Processo Galileu (adaptado de MONTOYA *et al*, 2000)

O desenvolvimento e avaliação das idéias é realizado seguindo os critérios de (i) *marketing*, (ii) tecnologia, (iii) negócio e (iv) fatores humanos, conforme descrito a seguir (MONTOYA *et al*, 2000):

- **Marketing:** avaliação das necessidades dos usuários; tendências de *marketing*; potencial de *marketing*; concorrência; e definição de conceito.
- **Tecnologia:** avaliação de viabilidade técnica; disponibilidade de experiência e recursos; sinergia com a estratégia de desenvolvimento; e grau de inovação do conceito.
- **Negócio:** avaliação do tamanho da oportunidade; *time to market*; alinhamento com os desejos do consumidor; e alinhamento estratégico.

<sup>1</sup> Conceitos robustos podem ser definidos como conceitos que traduzem as necessidades dos consumidores em especificações de projeto de forma clara.

- **Fatores Humanos:** exigências de recursos para fatores humanos; avaliação de usabilidade; otimização de produtividade; e análise da competitividade.

O processo foi traduzido no software Virtual Mentor para facilitar sua aplicação. O método proporciona uma estrutura para guiar o desenvolvimento de idéias e permitir a tomada de decisão por meio da avaliação sistemática e comparações entre novos conceitos de produtos (MONTROYA et al, 2000).

O método de avaliação na fase “*fuzzy front end*” é aplicado, ainda de forma incipiente, na indústria de linha branca em estudo, mas com resultados potencializados para o sucesso do pré-projeto de produto. Durante as entrevistas com profissionais de projeto (Apêndice II), foram identificadas na resposta da questão 1, as seguintes ferramentas para avaliação e seleção de idéias durante a fase “*fuzzy front end*”:

- **Matriz de Priorização:** matriz para identificar e pontuar critérios de seleção para permitir a comparação das idéias;
- **Elevator Slide:** apresentação padronizada e sintética das propostas para permitir rápido e sucinto entendimento. A apresentação deve conter em um único slide: (i) objetivo do conceito; (ii) necessidade do consumidor; (iii) nível de inovação e probabilidade de sucesso; (iv) status do conceito; (v) características técnicas; (vi) cronograma e recursos; (vii) líder do conceito; (viii) próximos passos.
- **Matriz Benefício X Risco:** matriz que relaciona e avalia os benefícios e riscos do conceito em desenvolvimento. O resultado da matriz compara o somatório de peso dos benefícios e riscos da iniciativa e é usado como informação complementar para o decisor.

As entrevistas (Apêndice II) levaram a concluir que o emprego do “*fuzzy front end*” é indispensável, entretanto o envolvimento de questões tecnológicas ainda é superficial. O estudo do método da avaliação de tecnologias na “*fuzzy front end*”, baseado na revisão bibliográfica e nas entrevistas, evidenciou a necessidade de enriquecê-lo com a inclusão de avaliação quantitativa das tecnologias selecionadas antes do início do projeto.

Ante o exposto, os critérios empregados na fase “*fuzzy front end*” auxiliaram na elaboração da sistemática de avaliação tecnológica, e de forma complementar o resultado desta dissertação trará importantes contribuições para aperfeiçoar a fase de pré-projeto.



### 3.2.2 Avaliação de tecnologia baseada na Curva S

Conforme apresentado no item 2.7, a curva S é um modelo que apresenta o desempenho de um parâmetro tecnológico específico ao longo do tempo.

Twiss (1992) destaca que o primeiro passo do pesquisador é decidir qual parâmetro tecnológico é relevante para sua área de interesse. Para isso é necessário voltar-se para o mercado, que é uma importante força direcionadora da tecnologia. O ponto de partida é a identificação dos principais atributos de mercado. Uma vez determinado os atributos, é necessário fixar os parâmetros de performance tecnológica que contribuem para sua satisfação.

Um clássico exemplo de avaliação de tecnologias está no campo da iluminação. Neste exemplo o atributo de mercado “eficiência energética” é trazido pelo parâmetro tecnológico “lumens por watt”. Para todos os diferentes produtos disponíveis no mercado (lâmpadas incandescentes, fluorescentes, etc.), pode-se desenhar o parâmetro tecnológico lumens por watt como função do tempo para os diferentes produtos introduzidos no mercado. O gráfico obtido naturalmente se apresentará na forma de uma curva S.

A leitura da curva pode ser adaptada para a avaliação e seleção de tecnologias para o projeto de produto por meio da identificação da fase da tecnologia em que se encontra. Twiss (1992) relaciona a classificação da fase da seguinte forma:

- **Início (incubação):** o fato de o progresso ser lento nesta fase indica a existência de problemas técnicos substanciais que precisam ser superados antes de se incorporar a tecnologia ao produto. Consideráveis investimentos em pesquisa aplicada serão necessários para alcançar um nível de desempenho aceitável em qualquer aplicação. Próximo ao final desta fase, produtos podem vir a ser avaliados para satisfazer mercados especializados que estariam preparados para aceitar um desempenho relativamente baixo em relação a seu potencial, alto custo e baixa confiabilidade;
- **Rápido crescimento:** com a superação dos problemas iniciais e o rápido progresso do desempenho da tecnologia é possível incluir aplicações em um número crescente de produtos, mas na maioria especializados. A transferência da tecnologia das aplicações especializadas para aplicações de grande volume somente será viável após grande aperfeiçoamento do desempenho e, principalmente, redução de custo; e
- **Maturidade e decadência:** o limite superior do parâmetro de desempenho é função do limite natural da tecnologia, apresentado no item 2.7, e dos

investimentos necessários. A utilização de determinada tecnologia que se encontra nesse estágio pode trazer benefícios ao produto dependendo das metas do projeto.

A classificação da fase da tecnologia permite analisá-la seguindo a estratégia tecnológica do negócio. Desta forma, o decisor poderá escolher entre as tecnologias disponíveis a mais indicada para alcançar os objetivos de um determinado projeto de produto.

Entretanto, ao escolher tecnologias nas quais investir, uma empresa deve basear suas decisões em um entendimento completo de cada tecnologia importante em sua cadeia de valores, e não somente em indicadores como idade. Às vezes, para produzir progresso tecnológico basta esforço e investimento. Em outros casos, esforços para aperfeiçoar uma tecnologia mais antiga podem, contudo, ser em vão. Nestes casos, a melhor opção é tentar descartá-la. A decisão de uma empresa para descartar sua própria tecnologia pode ser difícil, sobretudo se ela foi desenvolvida internamente, mas esta escolha pode ser essencial para manter a posição competitiva da empresa (PORTER, 1989).

### 3.2.3 Métodos multicritério de apoio a decisão (MCDA)

A Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão representa a complexidade do processo de tomada de decisão, que envolve variáveis de naturezas distintas e de múltiplos objetivos. O método engloba não somente fatores quantificáveis, mas também fatores subjetivos em sua análise (ENSSLIN, 1995). Assim, aspectos técnicos e econômicos envolvidos no projeto podem ser considerados de forma integrada e simultânea.

Ensslin (2005) explica que o Método Multicritério de Apoio a Decisão divide a construção de um modelo para tomada de decisão em três fases (Figura 3.3). A primeira - chamada **Fase de Estruturação** - objetiva o entendimento do contexto decisório e a preparação dos critérios (pontos de vista<sup>2</sup>) que irão ser utilizados para

---

<sup>2</sup> O termo “ponto de vista” é utilizado em apoio a decisão para definir um conjunto de critérios de avaliação.

avaliar a performance das alternativas<sup>3</sup> de solução (ações potenciais). Na segunda fase, chamada de **Fase de Avaliação**, é feito o detalhamento dos critérios e preparado o modelo global de avaliação. Na fase final, chamada de **Fase de Recomendações**, é definida, com base nos níveis de pontuação dos critérios (descritores<sup>4</sup>), a performance das alternativas de solução e o impacto que cada variável tem dentro do contexto decisório, de forma a ajudar o decisor a entender que conseqüências terão uma determinada escolha. Nesta fase também são feitos comentários sobre a performance geral do modelo e possíveis sugestões para a tomada de decisão.

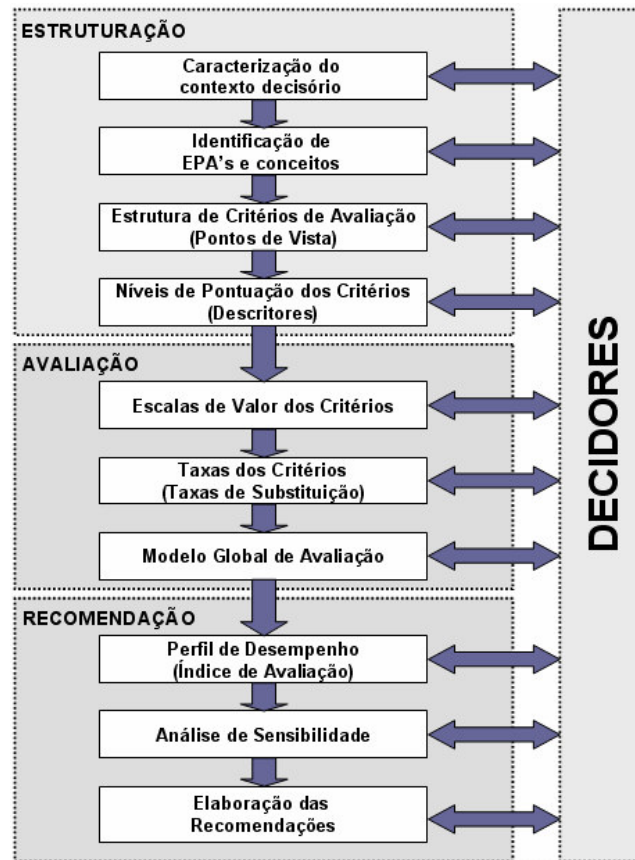


Figura 3.3 - Método Multicritério de Apoio a Decisão - MCDCA (adaptado de ENSSLIN, 1995)

<sup>3</sup> Nesta pesquisa será usada a definição de “alternativas” como sendo as opções de solução disponíveis para a tomada de decisão. A nomenclatura de apoio à decisão utiliza o termo “ações potenciais” para esta definição.

<sup>4</sup> O descritor é definido como sendo um conjunto de níveis de impacto associado a um critério (ponto de vista). Pode-se associar esta definição com os níveis atribuídos aos critérios em uma escala de valor ordinal.

### 1) Fase de Estruturação

A estruturação é a fase de entendimento do problema, na qual é analisado o ambiente onde está inserido, e são identificadas as possíveis situações que exigem decisão, por meio da busca detalhada e concisa de informações, para que a decisão seja tomada de maneira segura e precisa. Inicialmente identificam-se os decisores, o contexto de decisão e o objetivo principal. Em seguida passa-se para a atividade de decomposição, onde o problema deve ser detalhado de maneira a se obter os pontos relevantes para a sua solução (SCHMIDT, 1995).

#### i) Caracterização do contexto decisório

A identificação do problema consiste em, primeiramente, perceber e reconhecer a sua existência e posteriormente, identificá-lo e declará-lo da maneira mais clara e precisa, de tal forma que não suscite dúvidas quanto a sua existência. Para esta identificação segura e transparente é necessário que se estabeleça o que a definição do problema é ou o que ela envolve, de forma detalhada; e que se determine o escopo de análise deste problema (ENSSLIN, 1995).

#### ii) Identificação de elementos primários de avaliação (EPA's) e conceitos

Os elementos primários de avaliação (EPA's) são obtidos por meio de entrevistas com o decisores e devem ser constituídos de objetivos, metas, opinião dos decisores, bem como de ações, opções, alternativas e aspectos mais importantes a serem considerados no contexto decisório. A Tabela 3.1 apresenta uma série de estratégias que servem para estimular a criatividade durante as entrevistas e identificar um número maior de EPA's (ENSSLIN, 2001). A partir dos EPA's são criados conceitos que representam de forma estruturada objetivos dos decisores.

Tabela 3.1 - Estratégias para identificar EPA's (adaptado de ENSSLIN, 2001)

<b>Estratégia</b>	<b>Pergunta que deve ser feita</b>
Aspectos desejáveis	Quais são os aspectos que você gostaria de levar em conta em seu problema?
Ações	Quais características distinguem uma ação (potencial ou fictícia) boa de uma ruim?
Dificuldades	Quais são as maiores dificuldades com relação ao estado atual?
Conseqüências	Quais conseqüências das ações são boas, ruins, e / ou inaceitáveis?
Metas / Restrições / Linhas Gerais	Quais são as metas, restrições e linhas gerais adotadas por você?
Objetivos Estratégicos	Quais são os objetivos estratégicos neste contexto?
Perspectivas Diferentes	Quais são para você, segundo a perspectiva de um decisor, os aspectos desejáveis, ações, dificuldades, etc?

Em paralelo à identificação dos elementos importantes para a avaliação do problema devem ser construídos mapas cognitivos que representem onde os elementos se conectam. O mapa de relações meio e fim ou mapa cognitivo é uma ferramenta da fase de estruturação que ao ser construído, auxilia as pessoas a se localizarem em relação ao contexto decisório, além de conduzir à reflexão sobre a natureza do problema considerado (ENSSLIN, 2005). Os mapas são representações gráficas onde os conceitos são estruturados em conceitos-meios e conceitos-fins, e hierarquizados conforme a ligação de influência.

#### iii) Estrutura dos Critérios de Avaliação (Árvore de Pontos de Vista)

Para iniciar esta atividade os conceitos são agrupamentos em grandes áreas de preocupação, indicando os principais aspectos do modelo. Esta avaliação é feita buscando identificar os conceitos com sentido semelhante e que representam uma área de interesse para os decisores.

Em seguida, constroem-se os critérios de avaliação (pontos de vista), que representam todo aspecto da realidade decisória que os decisores entendem como importante para a construção do modelo de avaliação das alternativas. Um ponto de vista é a representação de um valor considerado importante o suficiente pelos decisores para ser levado em consideração explicitamente no processo de avaliação das alternativas (BANA E COSTA, 1992).

Para sua identificação, procura-se levantar os conceitos que contenham as seguintes propriedades: ser essencial, controlável, completo, mensurável, operacional, isolável, não-redundante, conciso e compreensível.

Após a definição dos critérios de avaliação é possível organizá-los e hierarquizá-los como mostra a Figura 3.4.

#### iv) Níveis de Pontuação dos Critérios (Descritores)

O descritor é definido como sendo um conjunto de níveis de impacto associado a um ponto de vista fundamental. Sua construção visa mensurar e avaliar a performance de cada uma das alternativas em cada ponto de vista do modelo.

Os níveis de pontuação dos critérios (descritores) devem apresentar um conjunto de níveis de impacto, ordenados em termos de preferência, e referenciais nos patamares Bom e Neutro. Estes patamares são importantes para verificar quais alternativas, segundo a percepção do decisor, estão em nível de excelência (acima do bom), nível de mercado (entre Bom e Neutro), e em nível comprometedor (abaixo do Neutro).

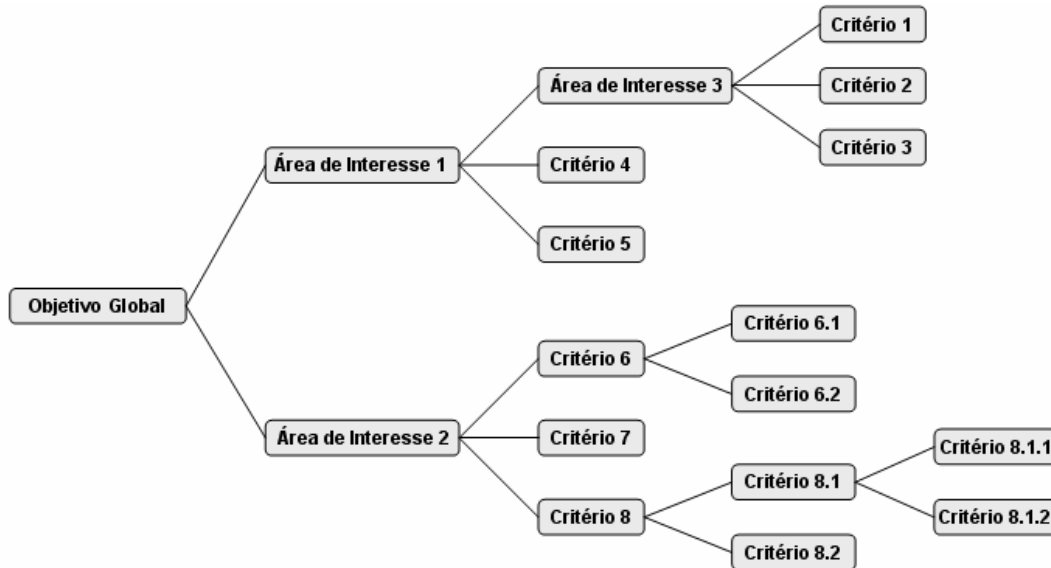


Figura 3.4 - Estrutura dos Critérios de Avaliação - Árvore de Pontos de Vista (CORRÊA, 1996)

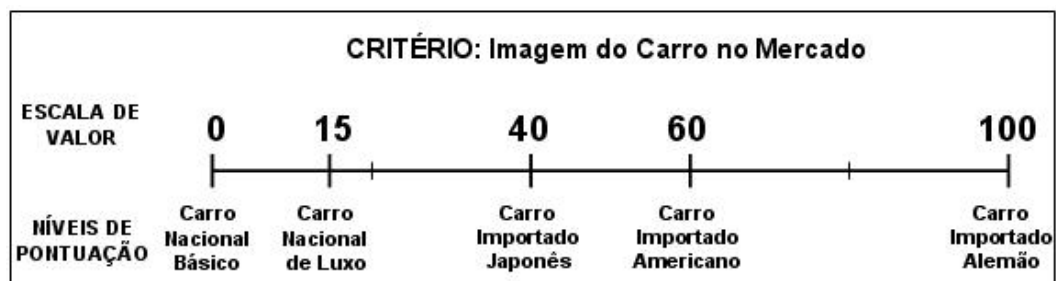
## 2) Fase de Avaliação

Na fase de avaliação é feito o detalhamento dos critérios e preparado o modelo global de avaliação.

### i) Escala de Valor para os Critérios

Após a definição dos níveis dos critérios faz-se necessário construir escalas cardinais para cada um dos critérios, para que seja possível avaliar as alternativas de solução. A atividade de determinação das escalas de valor é realizada a partir da ordenação da intensidade de preferência (diferença de atratividade) entre os pares de níveis de impacto de cada critério.

Um dos métodos de determinação a escala de valor é através do questionamento aos decisores para expressarem a diferença de atratividade entre duas alternativas a e b: Extrema, Muito Forte, Forte, Moderada, Fraco, Muito Fraca, Nula. Para facilitar o entendimento de escala de valor, a Figura 3.5 apresenta dois exemplos. O Apêndice I comenta a construção de escalas de valor através da técnica MACBETH.



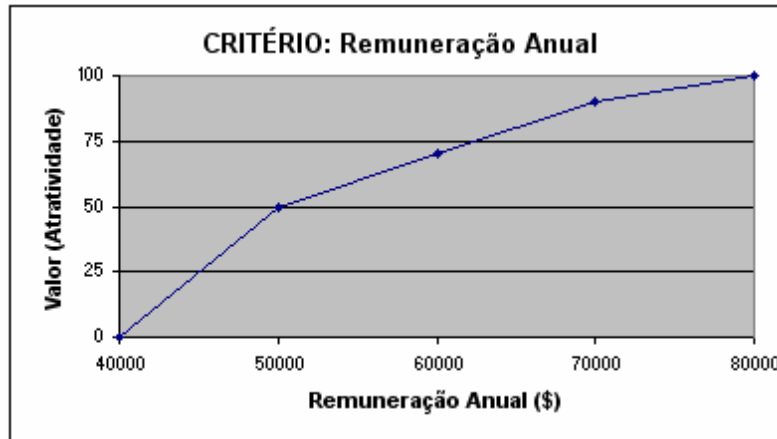


Figura 3.5 – Exemplos de Escalas de Valor para os Critérios (adaptado de ENSSLIN, 2001)

ii) Taxas dos Critérios e Áreas de Interesse (Taxas de Substituição<sup>5</sup>)

Para concluir a avaliação das alternativas é necessário atribuir taxas aos critérios de avaliação e às áreas de interesse (taxas de substituição). Por meio do método de comparação par-a-par (método MACBETH), são determinados as taxas de cada critério do modelo (ENSSLIN, 2001). Um exemplo de taxas de critérios está mostrado na Figura 3.6.

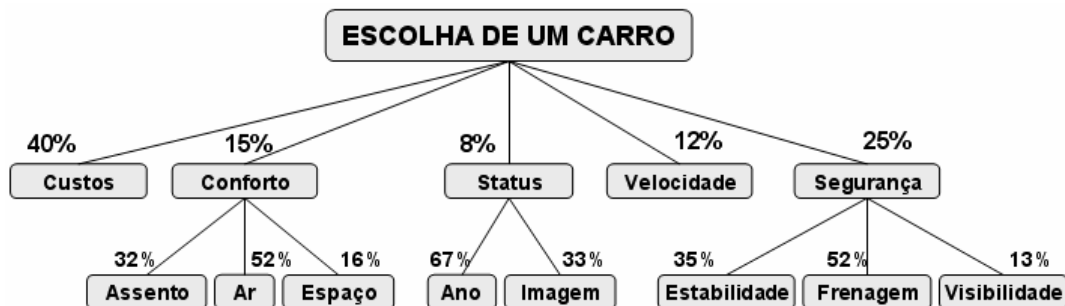


Figura 3.6 – Exemplo de Taxas dos Critérios e Áreas de Interesse (adaptado de ENSSLIN, 2001)

<sup>5</sup> As taxas de substituição de um modelo multicritério de avaliação expressam, segundo o julgamento dos decisores, a perda de performance que uma alternativa deve sofrer em um critério para compensar o ganho de desempenho em outro (ROY, 1996). Essa nomenclatura é usual em apoio à decisão e equivale aos pesos que devem ser atribuídos a cada critério para compor o modelo de avaliação.

### iii) Modelo Global

Constrói-se por meio da combinação das taxas de substituição e critérios o Modelo Global de Avaliação. O modelo consiste em uma matriz multicritério de avaliação de desempenho das alternativas, a partir da qual é possível pontuar as alternativas de solução em relação aos critérios determinados pelos decisores gerando um índice de desempenho.

## **3) Fase de Recomendação**

Na fase de recomendação é definida, com base nos critérios, a performance de cada alternativa de solução e o impacto que cada variável tem no contexto decisório, de forma a ajudar o decisor a entender que conseqüências terão uma determinada decisão. Considerando a possibilidade da existência de imprecisões no modelo, é importante realizar nesta fase análises de sensibilidade para examinar a robustez das respostas frente à alteração em alguns parâmetros (ENSSLIN, 2005). Essa fase é constituída das atividades de perfil de desempenho e análise de sensibilidade.

### i) Perfil de Desempenho das Alternativas

Por meio das características e propostas de cada alternativa de solução é gerado o perfil de impacto, onde os desempenhos dos critérios são registrados e o índice global de desempenho é calculado.

### ii) Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade auxilia na avaliação do modelo, determinando a robustez das respostas do modelo caso ocorram variações de seus parâmetros.

### iii) Recomendações

Na de fase de Recomendações, são feitos comentários sobre a performance geral do modelo sugerindo ações de melhoria. A atividade inicia com análise dos resultados obtidos por meio do modelo e identificação de ações visando melhorar a performance das alternativas em estudo. Identificam-se então as estratégias que de uma forma geral incrementam a pontuação dos critérios. Ao final, determinam-se quais estratégias devem ser implementadas.

A aplicação do método MCDA contribui fortemente no entendimento das necessidades do decisor e nas recomendações para a solução do problema (ENSSLIN, 2005). A grande contribuição do método está na possibilidade de criar um modelo para avaliar diferentes opções de solução seguindo critérios com mínima ambigüidade. Portanto, independente do avaliador que aplicar o modelo para determinada alternativa, os critérios resultaram na mesma pontuação.



### 3.2.4 Métodos de avaliação e seleção baseados em análise financeira

Após o projeto ter passado pela triagem de várias alternativas, é importante a avaliação de projetos por meio de um teste mais rigoroso de análise financeira (PINTO, 1999). A preparação para esses testes exige um número maior de informações e maior severidade nos detalhes. Alguns métodos são apresentados a seguir.

**Método do Tempo do Retorno do Investimento (Payback):** este método é usado para seleção de projetos, principalmente quando a incerteza dos mesmos é alta. O critério de seleção é baseado no menor tempo de retorno de investimento.

Quando se tem um investimento inicial  $X$  e uma receita anual constante  $Y$ , o tempo de retorno de investimento é dado pela razão  $X$  sobre  $Y$  (Equação 3.1). Nos casos onde o investimento é variável ao longo do tempo e da mesma forma a receita é variável, efetua-se um fluxo de caixa ao longo do tempo. No ponto de intersecção da curva com e eixo do tempo tem-se o ponto de equilíbrio e o tempo de retorno do investimento (PINTO, 1999).

$$\text{Tempo de Retorno} = \frac{\text{Investimento Inicial}}{\text{Receita Anual Constante}} \quad (\text{anos}) \quad \text{Equação 3.1}$$

**Método da Taxa Média de Retorno:** este método se baseia na relação entre o lucro médio anual e o investimento fixo inicial. A taxa média de retorno é calculada pela razão do lucro médio anual sobre o investimento fixo inicial (Equação 3.2). A classificação dos projetos é realizada com base na maior taxa de retorno (PINTO, 1999).

$$\text{Taxa Média de Retorno} = \frac{\text{Lucro Médio Anual}}{\text{Investimento Fixo Inicial}} \quad \text{Equação 3.2}$$

**Método do Valor Presente Líquido VPL (NPV – Net Present Value):** este método determina o valor presente de todo fluxo de caixa por meio da dedução da taxa de retorno (MEREDITH et al, 1995). Sendo  $A_0$  o investimento inicial,  $F_t$  a receita no período  $t$ ,  $n$  o número de anos do projeto e  $k$  a taxa de juros, tem-se (Equação 3.3):

$$\text{VPL} = -A_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} \quad \text{Equação 3.3}$$

Para incluir o impacto da inflação (ou deflação), onde  $p_t$  é a taxa de inflação do período  $t$ , tem-se (Equação 3.4):

$$VPL = -A_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k+p_t)^t} \quad \text{Equação 3.4}$$

Neste método, o projeto é classificado como aceitável quando o valor presente (VPL) é positivo. Quando se compara pares de projetos, o projeto com maior valor presente é o aceitável.

**Método da Taxa Interna de Retorno (TIR):** combinada ao Valor Presente Líquido, utiliza-se com freqüência em análise econômica a Taxa Interna de Retorno (TIR). Este método consiste na determinação da taxa de juros para a qual o valor presente do investimento é zero. Ou seja, encontra-se por meio da Equação 3.4 o valor de  $k$ , que neste caso é chamado de TIR, para VPL igual a zero.

Para avaliar a rentabilidade do projeto, compara-se a TIR calculada com a TMA (Taxa Mínima de Atratividade para o negócio). Os investimentos que rendem mais que a TMA ( $TIR > TMA$ ) são considerados mais adequados.

Os métodos de análise financeira têm como vantagem a simplicidade de sua aplicação. Entretanto, seu emprego como única ferramenta para seleção de projetos poderá incorrer em decisões equivocadas, visto que considerações relativas à estratégia do negócio e impacto das tecnologias não são pontuadas na avaliação. O uso dos métodos de análise financeira é potencializado quando combinado com outras ferramentas de seleção de projetos.

### 3.2.5 Método de avaliação de risco em projeto de produto

Os métodos tradicionais de análise financeira possuem sucesso limitado, expondo riscos do desenvolvimento de produtos por suposições não mensuradas. O método do valor presente, apesar de ser a ferramenta de decisão mais utilizada em desenvolvimento de produtos, é criticado por não considerar apropriadamente a incerteza e a flexibilidade de projetos. No método do valor presente, os fatores de riscos são freqüentemente apresentados na forma de narrativa, dificultando a avaliação dos decisores (DAVIS, 2003).

A fim de propor uma estrutura da avaliação de projetos que também considere os riscos do projeto, Davis (2003) apresenta o Método de Valor Presente ajustado pelo

Risco (VPLR), que endereça explicitamente fatores críticos de risco em métodos tradicionais de retorno de investimento com o propósito de solucionar uma lacuna no julgamento de projetos.

O VPLR é calculado da seguinte forma (Equação 3.5):

$$\text{VPLR} = ( aM + bM + cT + dT + eU + fU ) / 10 \times \text{VPL} \quad \text{Equação 3.5}$$

onde:

VPLR = valor presente ajustado pelo risco

M = peso do risco de mercado

T = peso do risco tecnológico

U = peso do risco de usuário

a = pontuação de risco de mercado em relação a cadeia de valor

b = pontuação de risco de mercado em relação a segmento de mercado

c = pontuação de risco tecnológico em relação a inovação

d = pontuação de risco tecnológico em relação a capacidades

e = pontuação de risco de usuário em relação a interação

f = pontuação de risco de usuário em relação a especificação

VPL = valor presente líquido

A obtenção das variáveis de avaliação dos riscos (M, T, U) e classificação dos riscos (a, b, c, e, f) é apresentado a seguir.

### **1) Avaliação dos Riscos – variáveis: M (mercado), T (técnico) e U (usuário)**

Para avaliar o desenvolvimento de produtos, Davis (2003) desenvolveu uma estrutura que indica quais são os riscos mais importantes – risco de mercado, risco técnico ou risco de usuário – em cada uma das quatro categorias de portfólio de produto. Os fatores de risco de mercado incluem a posição atual da empresa no mercado em estudo e quais fatores são necessários para trazer um novo produto ao mercado. Os fatores de risco técnico estão relacionados com o conhecimento que a empresa possui em tecnologia e sua habilidade para reunir um time de projeto eficaz. Os fatores de risco de usuário estão relacionados ao conhecimento que a empresa possui do consumidor e de suas necessidades.

A quantificação dos riscos de mercado, técnico e de usuário varia conforme a indústria e a tecnologia. Davis (2003) apresenta uma proposta para determinar o peso relativo entre cada um dos riscos partindo da avaliação de produtos médicos, comerciais e industriais. A pesquisa foi realizada por meio da verificação de sucessos

e falhas num banco de dados de mais de 200 estudos de caso de desenvolvimento de produto. A proposta de avaliação de risco resultante é apresentada na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Avaliação de Risco por Categoria de Desenvolvimento (DAVIS, 2003)

Categoria	Peso do Risco de Mercado (M)	Peso do Risco Técnico (T)	Peso do Risco de Usuário (U)	Total
Novos Negócios	0,45	0,10	0,45	= 1,0
Novas Categorias	0,40	0,20	0,40	= 1,0
Novas Plataformas	0,35	0,35	0,30	= 1,0
Novos Produtos	0,30	0,60	0,10	= 1,0

Os valores da avaliação do risco, M (mercado), T (técnico) e U (usuário) são determinados associando a proposta à categoria de desenvolvimento e fazendo a leitura do peso do risco na Tabela 3.2.

Para determinar a categoria, Davis (2003) divide o portfólio de desenvolvimento de produto em função de risco de mercado e risco do produto, conforme descrito a seguir:

**Novos Negócios:** são produtos novos para o mundo, representando o primeiro do seu tipo e criando um mercado inteiramente novo.

**Novas Categorias:** são produtos novos para a empresa e incluem novas linhas de produtos que almejam um determinado mercado, o qual a empresa ainda não compete.

**Novas Plataformas:** são freqüentemente adições nas linhas de produtos existentes, embora os produtos possam ser relativamente inovativos.

**Novos Produtos:** são melhorias e revisões de produtos existentes.

A Figura 3.7 resume as quatro categorias de portfólio de produtos apresentadas.



Figura 3.7 – Categorias de Portfólio de Produto (adaptado de DAVIS, 2003)

## 2) Classificação dos Riscos - a, b, c, d, e, f

Considerando que avaliação de risco no estágio de estudo do negócio é subjetiva e estimativas numéricas freqüentemente introduzem significantes erros, o Método de Valor Presente ajustado pelo Risco (VPLR) exposto por Davis (2003) utiliza a avaliação de risco para portfólio de produtos combinada com a estimativa da probabilidade de coerência nos resultados – alta, média ou baixa.

No VPLR as avaliações qualitativas são facilmente convertidas para valores numéricos por meio da classificação de cada risco com o grau de sucesso. O grau mais positivo (mais alta chance de sucesso) recebe o valor 5, e o grau mais negativo (mais baixa chance de sucesso) recebe o valor 1, numa escala de 1 a 5. Os critérios para classificação são listados a seguir.

**Classificação de Risco de Mercado:** os riscos de mercado abrangem todos os elementos da cadeia de valor necessários para qualquer novo produto alcançar seus clientes potenciais. A Tabela 3.3 sumariza os critérios de pontuação para riscos de mercado.

Tabela 3.3 – Critério de Pontuação para Risco de Mercado (adaptado de DAVIS, 2003)

Sucesso	Avaliação da Cadeia de Valor (a)	Avaliação do Segmento de Mercado (b)
Alto (peso=5)	Todas as exigências da cadeia de valor existem internamente na empresa.	A empresa é líder de mercado do segmento de mercado determinado.
Médio (peso=3)	Todas as exigências da cadeia de valor estão presentes, algumas com o uso de parceiros.	A empresa vende outros produtos para clientes do segmento de mercado determinado.
Baixo (peso=1)	Algumas ou todas as exigências da cadeia de valor não estão presentes dentro da empresa ou em parceiros existentes.	Novos segmentos de mercado, ou a empresa não possui presença no segmento de mercado determinado

**Classificação de Risco Técnico:** os riscos técnicos focam na inovação associado ao produto, bem como nas capacidades de desenvolvimento da empresa. A Tabela 3.4 sumariza os critérios de pontuação para riscos técnicos.

Tabela 3.4 – Critério de Pontuação para Risco Técnico (adaptado de DAVIS, 2003)

Sucesso	Avaliação da Inovação (c)	Avaliação das Capacidades (d)
Alto (peso=5)	Uso incremental de tecnologias bem conhecidas.	Equipe de desenvolvimento com experiência em projetos similares.
Médio (peso=3)	Novas tecnologias, associadas a protótipos desenvolvidos e testados.	Nova equipe de projetistas experientes com alguma experiência em projetos similares.
Baixo (peso=1)	Novas tecnologias na fase de aprovação de conceito e com teste limitados.	Equipe incompleta e experiência limitada em projetos similares.

**Classificação de Risco de Usuário:** a avaliação de risco de usuário foca no grau de conhecimento dos atributos da interação do usuário com o produto e no grau de conhecimento das especificações de design e performance. A Tabela 3.5 sumariza os critérios de pontuação para riscos de usuário.

Tabela 3.5 – Critério de Pontuação para Risco de Usuário (adaptado de DAVIS, 2003)

Sucesso	Avaliação da Interação (e)	Avaliação da Especificação (f)
Alto (peso=5)	Pesquisa do usuário final do produto realizada ou planejada antes do desenvolvimento.	Extensão da especificação de design e performance de produtos existentes.
Médio (peso=3)	Pesquisa do usuário não realizada, mas pesquisa de produto secundário realizada.	Nova especificação de design e performance em um segmento de mercado existente.
Baixo (peso=1)	Nenhuma pesquisa do usuário realizada, atributos do usuário determinados pela equipe interna.	Nova especificação de design e performance em um novo segmento de mercado.

Sumarizando, as variáveis *a*, *b*, *c*, *d*, e *f* são determinadas por meio da classificação de cadeia de valor, segmento de mercado, inovação, capacidades, interação e especificação.

Davis (2003) conclui que o uso da avaliação dos riscos relativos permite ao decisor entender qual componente do estudo do negócio apresenta risco. O método possibilita a avaliação de diversos projetos de forma rápida e consistente, identificando como os fatores de risco afetam o Valor Presente.

### **3.2.6 Estrutura de decisão para seleção de projetos**

O método proposto por Coldrick (2005) tem a finalidade de ser usado como uma ferramenta para auxiliar engenheiros e gerentes a selecionar o melhor projeto ou os melhores projetos entre os apresentados. Seu objetivo é avaliar e comparar projetos similares, identificando seu valor.

O autor esclarece que a melhor abordagem para gerenciamento de portfólio é o uso simultâneo de vários métodos de seleção. Durante a atividade de decisão na seleção de projetos, o decisor é provido com uma grande quantidade de informações e necessidades conflitantes. O uso de um método de seleção único para condensar todos os requisitos resultaria em processo de seleção inapropriado e incompleto.

O método proposto sintetiza os benefícios de vários métodos de seleção de projeto, reunindo as atividades de classificação das propostas, filtro de propostas por pontuação, análise de risco, análise financeira e seleção de projetos. Essas atividades estão organizadas em uma única estrutura. A Figura 3.8 apresenta um fluxograma do método.

As atividades do método estão descritas a seguir:

#### **1) Classificação de Propostas**

Nesta atividade as propostas são agrupadas em: **(i)** pesquisa básica, **(ii)** pesquisa aplicada e **(iii)** desenvolvimento experimental.

#### **2) Filtro de Propostas por Pontuação**

Nesta atividade é usado um método multicritério de pontuação para pontuar uma classe de projetos por meio de uma matriz de avaliação. As tarefas principais são: **(i)** determinação de critérios, **(ii)** determinação de pesos, e **(iii)** ordenação de propostas. Um exemplo do leiaute de matriz de avaliação é exposto na Tabela 3.6. O cálculo dos escores é mostrado nas Equações 3.6 e 3.7.

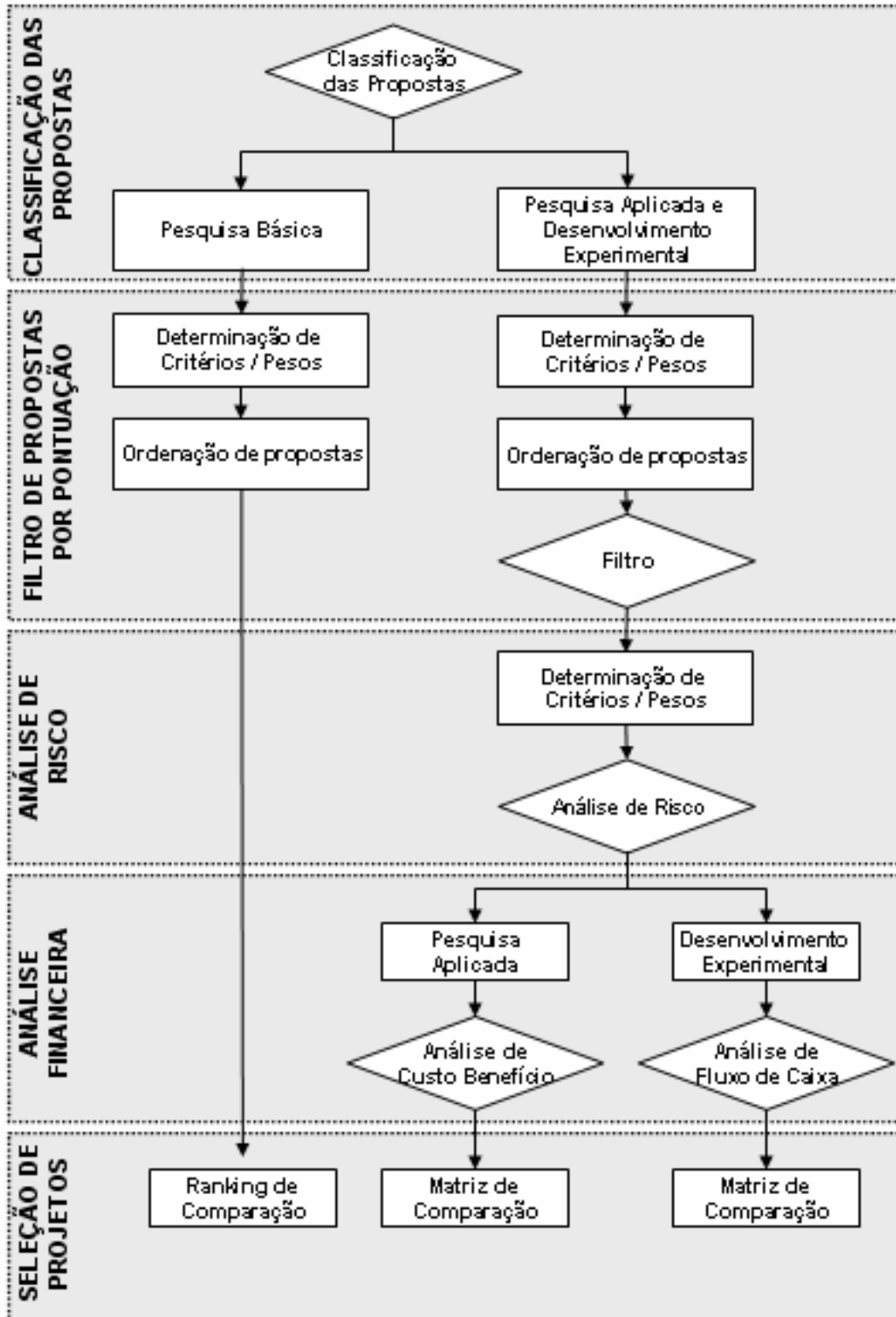


Figura 3.8 – Fluxograma do método de seleção (adaptado de COLDRICK *et al*, 2005)



Tabela 3.6 – Matriz de avaliação da atividade de Filtro por Pontuação (adaptado de COLDRICK *et al*, 2005)

FILTRO	Critério		Categoria		Projeto
	Escore	Peso	Escore	Peso	Escore
<b>1. Técnico</b>					
Risco técnico para completar o projeto	$E_{\text{critério}}$	$P_{\text{critério}}$	$E_{\text{critério}} \times P_{\text{critério}}$		
Disponibilidade de recursos técnicos	$E_{\text{critério}}$	$P_{\text{critério}}$	$E_{\text{critério}} \times P_{\text{critério}}$		
		$\Sigma P_{\text{critério}}$	$\Sigma / \Sigma P_{\text{critério}}$	$P_{\text{categoria}}$	$E_{\text{categoria}}$
<b>2. Organização e Estratégia</b>					
Ajuste com o Plano de Negócios da Empresa					
Potencial de crescimento da categoria de produto					
Sinergia com outros produtos / processos					
<b>3. Regulamentar</b>					
Risco em obter liberação legal					
Capacidade em satisfazer prováveis regras futuras					
<b>4. Mercado</b>					
Efeito sobre divisão de mercado atual					
Efeito sobre perspectiva de mercado atual					
Novo potencial de mercado					
<b>5. Financeiro</b>					
Risco comercial da aplicação					
Potencial retorno de investimento					
<b>6. Aplicação</b>					
Capacidade de implementar a produção / processo					
Patenteável / proteção de projeto					
				$\Sigma P_{\text{categoria}}$	$E_{\text{projeto}}$

$$E_{\text{projeto}} = \frac{\sum_n^1 E_{\text{categoria}} \times P_{\text{categoria}}}{\sum_n^1 P_{\text{categoria}}} \quad \text{Equação 3.6}$$

$$E_{\text{categoria}} = \frac{\sum_m^1 E_{\text{critério}} \times P_{\text{critério}}}{\sum_m^1 P_{\text{critério}}} \quad \text{Equação 3.7}$$

onde:

n = número de categorias;

m = número de critérios;

$E_{\text{projeto}}$  = representa o escore do projeto em análise;

$E_{\text{categoria}}$  = representa o escore da categoria para o projeto em análise;

$P_{\text{categoria}}$  = representa o peso de cada categoria na avaliação;

$E_{\text{critério}}$  = representa o escore do critério para o projeto em análise;

$P_{\text{critério}}$  = representa o peso de cada critério na avaliação.

### 3) Análise de Risco

O autor apresenta a análise de risco também baseada em uma matriz multicritério de avaliação com o objetivo de determinar uma “pontuação de risco”. Inicialmente são determinados os critérios e pesos, para então montar a matriz de análise de risco. A Tabela 3.7 contém um exemplo de matriz de análise de risco fundamentado em tópicos técnicos, comerciais e econômicos.

Esta atividade não se aplica aos projetos classificados como Pesquisa Básica, uma vez que esses projetos ainda se encontram em fase inicial de desenvolvimento. Ante o exposto, não é viável conduzir uma análise rigorosa de risco.

Tabela 3.7 – Matriz de Análise de Risco (adaptado de COLDRICK *et al*, 2005)

AVALIAÇÃO DE RISCO	Critério		Categoria		Projeto
	Escore	Peso	Escore	Peso	Escore
<b>1. Incerteza Técnica</b>					
Tecnologia inadequada	$E_{\text{critério}}$	$P_{\text{critério}}$	$E_{\text{critério}} \times P_{\text{critério}}$		
Substituto não satisfatório	$E_{\text{critério}}$	$P_{\text{critério}}$	$E_{\text{critério}} \times P_{\text{critério}}$		
Mudança de especificação	$E_{\text{critério}}$	$P_{\text{critério}}$	$E_{\text{critério}} \times P_{\text{critério}}$		
		$\Sigma P_{\text{critério}}$	$\Sigma / \Sigma P_{\text{critério}}$	$P_{\text{categoria}}$	$E_{\text{categoria}}$
<b>2. Incerteza Comercial</b>					
Produto pode não ser economicamente produzido					
<b>3. Incerteza Econômica</b>					
Produto não entrega o retorno esperado					
				$\Sigma P_{\text{categoria}}$	$E_{\text{projeto}}$

### 4) Análise Financeira

Nesta atividade o autor sugere o uso de (i) ferramentas de análise de fluxo de caixa para projetos classificados em desenvolvimento experimental, onde existe maior exatidão em relação à previsão de fluxo de caixa; e (ii) ferramentas de análise de custo-benefício para projetos de pesquisa, por conta da dificuldade de se prever fluxo de caixa nesses projetos.

Como citado na atividade de Análise de Risco, os projetos classificados como Pesquisa Básica se encontram em fase inicial de desenvolvimento, e, portanto não permitem uma análise financeira detalhada.

### 5) Seleção de Projetos

O método propõe ao final um resumo dos resultados de cada atividade para que seja possível indicar os projetos mais adequados para a estratégia da empresa entre os avaliados.

**Ranking de Comparação** (pesquisa básica): a decisão de seleção de projetos classificados como pesquisa básica é auxiliado pelos escores de projetos obtidos na atividade de filtro.

**Matriz de Comparação** (pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental): Coldrick (2005) explica que a avaliação de projetos por meio de um único escore é indesejável, pois pode confundir muitos detalhes importantes. Desta forma é mais apropriado organizar todos os resultados das atividades do modelo na forma de uma matriz de comparação, onde vários atributos do projeto são identificados.

O método de Coldrick (2005) é indicado para selecionar projetos entre várias propostas apresentados. Reduzida ênfase é dada para aspectos do impacto da inovação tecnológica durante a seleção. Entretanto, o modelo multicritério apresentado na atividade de Filtro será relevante na elaboração da sistemática de avaliação de tecnologias.

### 3.2.7 Seleção de Projetos no Método de Gestão de Portfólio

O método de gestão de portfólio apresentado por Pereira (2004) prevê a utilização de ferramentas que visam atender os objetivos principais da gestão de portfólio, quais sejam, maximizar o seu valor e balancear os projetos de acordo com as estratégias organizacionais.

#### 1) Maximização do valor do portfólio

A maximização do valor do portfólio é abordada no método sob três pontos de vista (HENDERSON *apud* PEREIRA, 2004):

**Geração de Valor:** busca definir o grau de agregação de valor que o projeto em questão gera para o cliente/usuário, podendo ser expresso em termos do potencial de aumento na sua satisfação com o produto desenvolvido. No caso de clientes corporativos, a geração de valor geralmente se dá por meio do potencial de aumento de receita, redução de despesas ou melhoria na imagem;

**Captação de Valor:** busca definir o potencial de retorno que a organização que desenvolveu o projeto obterá, geralmente em termos financeiros, estratégicos ou de *marketing*;

**Capacidade de Fornecimento de Valor:** busca estabelecer o potencial que a organização que desenvolveu o projeto (ou seus parceiros) possui para garantir o fornecimento do produto/serviço dentro das especificações definidas pelo cliente ou estabelecidas pela própria organização.

Baseado nestes conceitos, o método utiliza uma ferramenta composta pelos critérios apresentados na Tabela 3.8. O autor sugere para cada critério, algumas informações a serem coletadas, bem como os meios e fontes de onde elas podem ser obtidas.

Tabela 3.8 - Proposta de critérios de avaliação para maximização do valor (adaptado de PEREIRA, 2004)

PONTO DE VISTA	CRITÉRIOS	INFOS DE SUPORTE	MEIOS DE COLETA	FONTES
GERAÇÃO DE VALOR PARA CLIENTES (DIRETO / FINAL)	Aumento de faturamento	Matriz cliente x subprocesso com potenciais identificados e quantificados	Mapeamento de processos	Principais "players" da cadeia de valor
	Aumento da força de mercado	Estimativa de modificação nas relações com demais "players"	Relatórios / consultas / seminários / estudos	Principais "players" da cadeia de valor
	Resolução do Problema Declarado (Redução de custo, Facilidade de uso)	Especificações, requisitos dos clientes.	Relatórios / consultas / seminários / estudos	Principais "players" da cadeia de valor
	Grau de Inovação para o mercado	Comparativo com produtos concorrentes similares ou análogos	Relatórios / consultas / seminários / estudos	Principais "players" da cadeia de valor
CAPACIDADE DE FORNECIMENTO DE VALOR	Disponibilidade de recursos no prazo necessário	Previsão de alocações e orçamentos	Consulta	Diretoria
	Investimento necessário (Recursos humanos e físicos) para ter capacidade	Proposta de Cronograma Físico-financeiro	Consulta	Diretoria
CAPTAÇÃO DE VALOR PELA ORGANIZAÇÃO	Nível de captação de valor	Faturamento e R/D	Fluxo de Caixa	Dptos de <i>Marketing</i> / P&D&E
	Grau de Inovação para a Organização	Avaliação do domínio tecnológico atual	Consulta	Dptos de <i>Marketing</i> / P&D&E
	Aprendizado com o produto	Tecnologias a serem dominadas	Consulta	Gerência
	Contribuição para o balanceamento do portfólio	Análise do Portfólio atual	Consulta	Diretoria

Para o detalhamento dos critérios, o método emprega a "ficha parametrizada de avaliação" (Tabela 3.9), sendo que para cada critério existe uma escala com notas de um até quatro, que correspondem a situações de referência (parâmetros) que devem ser utilizadas para enquadrar cada projeto analisado. Após a avaliação dos critérios, cada ponto de vista ("geração de valor", "capacidade de fornecimento de valor", "captação de valor") obtém uma nota final formada pela média da pontuação dos critérios que o compõem. A maximização de valor é avaliada em função do valor gerado em cada ponto de vista.

Tabela 3.9 - Ficha parametrizada de avaliação (adaptado de PEREIRA, 2004)

Ponto de Vista	Critério	Parâmetro				Pontuação do Critério	Valor Gerado
		1	2	3	4		
GERAÇÃO DE VALOR PARA CLIENTES (DIRETO / FINAL)	Aumento do Faturamento	Mantém nível atual	Pequena melhoria no médio / longo prazo	Pequena melhoria no curto prazo ou grande melhoria no médio / longo prazo	Grande melhoria no curto prazo		Média da pontuação dos critérios
	Aumento da força de mercado	Mantém nível atual	Pequena melhoria no médio / longo prazo	Pequena melhoria no curto prazo ou grande melhoria no médio / longo prazo	Grande melhoria no curto prazo		
	Resolução do Problema Declarado (Redução de custo, Facilidade de uso, ...)	Abaixo das expectativas	Não resolve	Atende expectativas no médio / longo prazo	Grande melhoria no curto prazo		
	Grau de Inovação para o mercado	Já existe produto similar	Produto com pequenas inovações e baseado nos produtos atuais	Produto completamente diferente dos atuais	Produto com grandes inovações mas baseado em produtos atuais		
CAPACIDADE DE FORNECIMENTO DE VALOR	Disponibilidade de recursos no prazo necessário	Recursos não disponíveis	Recursos disponíveis no médio / longo prazo	Recursos disponíveis no curto prazo	Recursos disponíveis imediatamente		Média da pontuação dos critérios
	Investimento necessário (Rec. humanos e físicos) para ter capacidade	Sem capacidade de arcar com investimento	Investimento é viável mas muito influente na rentabilidade do projeto	Investimento é viável e pouco influente na rentabilidade do projeto	Necessidade de pouco investimento		
CAPTAÇÃO DE VALOR PELA ORGANIZAÇÃO	Nível de captação de valor	Faturamento e R/D abaixo da média dos projetos	Faturamento e R/D na média dos projetos	Faturamento e R/D acima da média dos projetos	Faturamento e R/D muito acima da média dos projetos		Média da pontuação dos critérios
	Grau de Inovação para a Organização	Já temos produto similar	Produto com pequenas inovações e baseados nos produtos atuais	Produto com grandes inovações mas baseados nos produtos atuais	Produto completamente diferente dos atuais		
	Aprendizado com o produto	Desprezível	Assunto não estratégico	Assunto estratégico mas de aplicação de médio / longo prazo	Assunto estratégico e de aplicação imediata		
	Contribuição para o balanceamento do portfólio	Piora significativa do balanceamento	Pequena piora do balanceamento	Pequena melhoria do balanceamento	Melhoria significativa do balanceamento		

## 2) Balanceamento do portfólio

Em relação ao balanceamento de portfólio, o método recomenda a utilização do gráfico que representa a matriz de Balanceamento Risco Benefício (Figura 3.9), com a função de avaliar o posicionamento dos projetos em relação às variáveis “potencial de risco” e “benefício”.

As variáveis da matriz Risco Benefício são compostas pelos mesmos critérios utilizados para maximização do valor de portfólio, visando principalmente a racionalização e simplificação do processo de gestão. Assim, determina-se a seguinte relação entre as variáveis e os critérios (PEREIRA, 2004):

**Potencial de Risco:** calculado inversamente proporcional à média aritmética entre “geração de valor” e “capacidade de fornecimento de valor” (Equação 3.8). As notas dos critérios variam entre um e quatro, portanto o valor máximo para potencial de risco é 1 e valor mínimo é 0,25. Justifica-se a utilização destes critérios, devido ao fato deles estarem relacionados com o que a organização está ofertando aos seus clientes e como ela o faz.

$$\text{Risco} = \frac{2}{(\text{Geração de valor} + \text{Capacidade de fornecimento de valor})} \quad \text{Equação 3.8}$$

**Benefício:** igual a “captação de valor”, variando entre um e quatro. Assume-se que o grau de captação de valor resume todos os resultados que a organização espera com o projeto em questão.

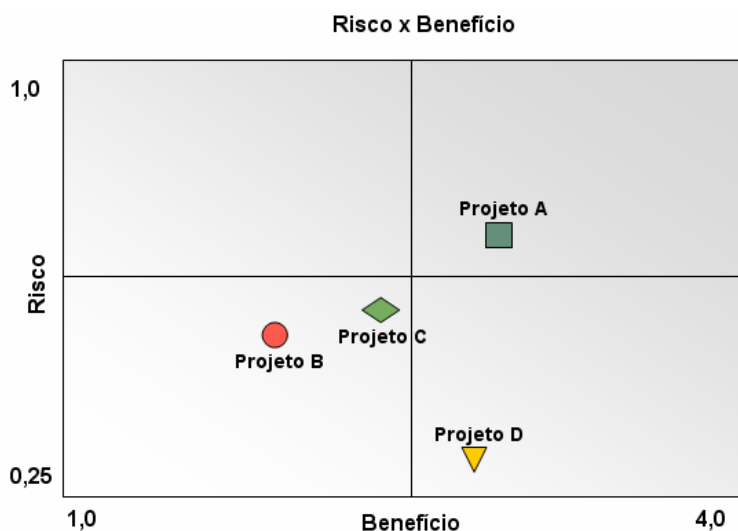


Figura 3.9 – Gráfico de Balanceamento Risco x Benefício (adaptado de PEREIRA, 2004)

Complementarmente, o gráfico de Balanceamento de Inovação (Figura 3.10) auxilia o balanceamento de portfólio na avaliação da inovação do projeto em relação às componentes “produto” e “mercado”. Para isso, o Balanceamento de Inovação relaciona inovação de produto (P&D, plataforma, extensão, derivativo) com inovação no mercado.

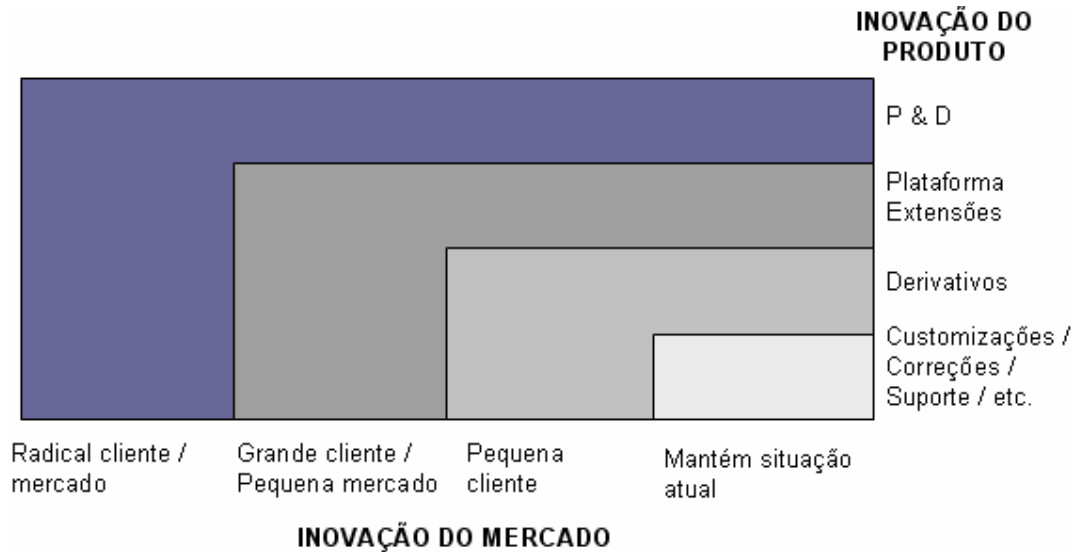


Figura 3.10 – Gráfico de Balanceamento de Inovação (PEREIRA, 2004)

### 3.2.8 Comparação entre os métodos de avaliação e seleção

Em relação aos métodos para seleção de projetos existentes, Graves (2000) comenta que apesar de serem usados para orientar decisões tanto em projetos individuais, quanto na definição de portfólios otimizados, os métodos atuais contêm muitos defeitos. Alguns por possuírem pequeno embasamento teórico, outros apesar de possuírem embasamento teórico, são de difícil implementação. Graves (2000) conclui que muitas pesquisas em gerenciamento de projetos associam a existência de defeitos ou complexidade de aplicação dos métodos ao pequeno uso deles em aplicações práticas.

Além dos problemas mencionados, constata-se pouca importância em considerações tecnológicas entre os métodos, fato que inviabiliza sua utilização como método de avaliação de tecnologias. Entretanto, os métodos apresentados serão úteis para identificar as melhores práticas em seleção e avaliação de projetos. A Tabela 3.10 mostra a análise comparativa de onde se espera reconhecer as melhores práticas sugeridas pela literatura como subsídios para esta pesquisa.

Tabela 3.10 – Comparação entre os métodos de avaliação e seleção

	<b>Autores pesquisados</b>	<b>Fases de Método</b>	<b>Ferramentas de Método</b>	<b>Considerações tecnológicas</b>
<b>Avaliação e Seleção no Fuzzy Front End</b>	Doll (2001), Cooper (1995), Nobeius (2002), Montoya (2000)	(i) qualificação da Idéia, (ii) desenvolvimento do Conceito, (iii) qualificação do conceito, e (iv) avaliação do conceito	Matriz de Priorização, Elevator Slide, Matriz Benefício X Risco	Desempenho tecnológica é um dos principais critérios para seleção de idéias.
<b>Avaliação de tecnologia baseada na Curva S</b>	Twiss (1992)	(i) construir a curva, e (ii) identificar a fase da tecnologia na curva	Curva S	Método é baseado na identificação da fase de desenvolvimento da tecnologia.
<b>Multicritério de Apoio a Decisão (MCDA)</b>	Ensslin (2001), Bana e Costa (1992) Roy (1996)	(i) estruturação, (ii) avaliação, e (iii) recomendações	Método multicritério	Avaliação tecnológica pode ser incluída entre os critérios de avaliação.
<b>Análise financeira</b>	Pinto (1999)	(i) coletar informações, e (ii) calcular índices	Métodos econômicos	Não inclui avaliação tecnológica.
<b>Estrutura de Decisão para Seleção de Projetos</b>	Coldrick (2005)	(i) classificação de propostas, (ii) filtro por pontuação, (iii) análise de risco, e (iv) análise financeira	Método de comparação, Método multicritério, Métodos econômicos	Avaliação tecnológica é considerada na fase de filtro por pontuação e análise de risco.
<b>Método de Avaliação de Risco em Projetos</b>	Davis (2003)	(i) avaliação de riscos, (ii) classificação de riscos, (iii) cálculo de VPLR	Método multicritério, Métodos econômicos	Cálculo do risco técnico é considerado para a determinação do índice VPLR.
<b>Método de Gestão de Portfólio</b>	Pereira (2004)	i) ficha parametrizada de avaliação, (ii) balanceamento risco x benefício, (iii) balanceamento de inovação	Método multicritério, índices quantitativos e qualitativos	Avalia grau de inovação para o mercado e para a organização.



# **CAPÍTULO IV**

## **4 SISTEMÁTICA PARA AVALIAR IMPACTO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DE PRODUTOS**

---

No presente capítulo será apresentada a sistemática para avaliar o impacto da inovação tecnológica de produtos. A elaboração da sistemática foi baseada na revisão bibliográfica apresentada nos capítulos 2 e 3 e complementada por meio de entrevistas com engenheiros de projeto. O objetivo de sistematizar a avaliação do impacto da inovação tecnológica é contribuir para a redução de riscos em projetos de desenvolvimento de produtos, além de trazer subsídios para elaboração do planejamento da estratégia tecnológica da organização. O trabalho propõe apresentação de uma sistemática para avaliar tecnologias disponíveis e identificar o impacto de incluí-las no desenvolvimento de produtos.

Antes do detalhamento da sistemática, serão desenvolvidos os modelos multicritérios que serão usados como suporte à sistemática.

### **4.1 MODELOS MULTICRITÉRIO DE SUPORTE À SISTEMÁTICA**

A avaliação do impacto da inovação envolverá a aplicação da metodologia MCDA – Modelo Multicritério de Apoio a Decisão. A preparação do modelo visa detalhar a situação a ser analisada, gerando aos decisores conhecimento sobre o problema. Busca-se com o modelo estruturar os critérios para avaliação do impacto e risco da inovação, e avaliação financeira, por meio de recomendações de especialistas e referências identificadas na literatura. Na seqüência, os modelos criados serão inseridos nas atividades que compõem a sistemática.

Os modelos multicritérios desenvolvidos foram baseados em entrevista com dez profissionais de engenharia de produto de uma indústria de grande porte de linha branca. O perfil dos entrevistados era: engenheiros mecânicos que atuam como líderes em projeto de produto e com experiência em desenvolvimento de produto superior a três anos. Entende-se por linha branca equipamentos tais como, condicionadores de ar, lavadoras de louça, lavadoras de roupa, refrigeradores, fogões e fornos microondas.

Os modelos gerados poderão ser usados em domínios de aplicação semelhantes ao estudado, ou seja, indústrias de médio ou grande porte, com produção de bens industriais, que desenvolve e produz (total ou parcialmente) seus produtos, e atua em segmento de mercado com grande concorrência. Entretanto, é necessário ajustar os níveis dos critérios conforme o perfil do domínio de aplicação.

#### 4.1.1 Modelo Multicritério para Avaliação do Impacto e Risco da Inovação

##### **Caracterização do Contexto Decisório**

Nesta atividade é apresentado um diagnóstico da situação atual e a avaliação de desempenho atual e do desejado, identificando-se: a insatisfação, o desempenho desejado, se a situação é relevante e é possível de se resolver, e o rótulo do problema (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Contexto decisório para Avaliação do Impacto

<b>Contexto Decisório</b>	
Decisores	Profissionais de engenharia de produto
Insatisfação	Incertezas nas decisões de projeto relacionadas ao impacto de tecnologias.
Desempenho Desejado	Minimizar os riscos e potencializar o impacto positivo da inovação tecnológica de produto.
Situação Relevante	A situação atual é determinante para o sucesso do projeto, e conseqüente, para a lucratividade de empresa.
Deve ser possível de resolver a Situação	O problema pode ser resolvido por meio da criação de uma sistemática para avaliar as tecnologias disponíveis.
Rótulo	Avaliar o impacto da inovação tecnológica de produtos e minimizar riscos do desenvolvimento.

##### **Identificação de Elementos Primários de Avaliação (EPA's) e Conceitos**

Para ampliar o entendimento do problema, foi elaborado um questionário de perguntas abertas com base nos métodos de avaliação encontrados na literatura. O questionário foi encaminhado a dez especialistas em projeto da indústria de linha branca. O questionário e a síntese das respostas estão disponíveis no Apêndice II. Por meio do questionário foi possível identificar as principais preocupações e objetivos em relação ao problema que guiaram a construção dos Elementos Primários de Avaliação (EPA's).

As respostas foram analisadas de forma a expor critérios, ações, alternativas e aspectos mais importantes a serem considerados no contexto decisório. As respostas, combinadas aos critérios identificados na literatura, deram origem à lista dos Elementos Primários de Avaliação (EPA's). A Tabela 4.2 apresenta alguns dos EPAs e conceitos criados. A lista completa dos conceitos pode ser observada no Apêndice III.

A partir de cada EPA foi construído um **conceito**. Para isso, os EPAs são orientados à ação por meio da adição de um verbo no infinitivo, fornecendo assim o primeiro pólo (**pólo presente**) do conceito. O **pólo oposto** é definido perguntando-se ao decisor qual é o oposto do primeiro pólo. O pólo oposto é importante na medida em que o conceito só tem sentido quando existe o contraste entre dois pólos (ENSSLIN, 2001). A construção dos pólos partiu da entrevista inicial com os especialistas em projeto e complementada com conversas rápidas durante preparação dos conceitos.

Os pólos presente e oposto podem ser associados com os níveis extremos (máximo e mínimo) de uma escala de pontuação, e serão usados na seqüência para construir os níveis de pontuação dos critérios. Neste caso, o pólo presente representa a direção de preferencial da escala, enquanto que o pólo oposto contém o nível mínimo abaixo do qual nenhum outro resultado é aceitável.

Tabela 4.2 – Lista parcial dos EPAs e Conceitos criados

EPA	CONCEITO	
	POLO PRESENTE	POLO OPOSTO
Maturidade da tecnologia	Tecnologia ser madura, com aprovação técnica concluída.	Tecnologia estar em fase de desenvolvimento inicial, ainda não foi submetida aos testes exigidos.
Expectativa de vida	Tecnologia estar na fase de crescimento, com grande expectativa de vida.	Tecnologia estar na fase de obsolescência.
Elasticidade / flexibilidade tecnológica	Tecnologia possuir grandes oportunidades para desenvolvimento de novos produtos.	Tecnologia possuir grande número de produtos no mercado, tecnologia bastante explorada.
Tempo para colocação no mercado	Tecnologia ter tempo de colocação no mercado imediato.	Tecnologia ter tempo de desenvolvimento superior a dois (2) anos.
Engenharia simultânea	Tecnologia ter com desenvolvimento concluído antes do planejamento do produto.	Desenvolvimento da tecnologia ser paralelo ao desenvolvimento do produto.
Disponibilidade da tecnologia	Tecnologia estar disponível no mercado para compra ou fabricação.	Tecnologia ainda não ser comercializada, processos de fabricação ainda em desenvolvimento.

### ***Estrutura de Critérios de Avaliação (Árvore de Pontos de Vista)***

Os pontos de vista fundamentais (critérios de avaliação) são aqueles aspectos considerados como fundamentais pelos decisores para avaliar as alternativas de solução. Eles explicitam a opinião dos decisores, ou seja, o que os decisores consideram mais importantes em dado contexto e, ao mesmo tempo, definem as características das alternativas que são de interesse do decisor (ENSSLIN, 2001).

Para sua identificação, procura-se levantar os conceitos que contenham as seguintes propriedades: ser essencial, controlável, completo, mensurável, operacional, isolável, não-redundante, conciso e compreensível.

Uma vez definido o conjunto de critérios de avaliação, o processo de organização do problema deve evoluir para a construção de uma estrutura que represente todos os aspectos do modelo. Nessa representação, os critérios de avaliação devem ser agrupados em áreas de interesse, ou áreas de preocupação, que por sua vez vão formar o objetivo global do processo decisório (CORRÊA, 1996). A Figura 4.1 detalha a estrutura de critérios de avaliação do modelo multicritério.

### ***Níveis de Pontuação dos Critérios (Descritores)***

Um descritor pode ser definido como um conjunto de níveis de pontuação associado ao ponto de vista (critério de avaliação)  $j$ , denotado por  $N_j$  (BANA E COSTA, 1992), e representa os possíveis desempenhos de uma alternativa de solução em relação a um critério em estudo. Os níveis de pontuação dos critérios devem ter um significado claro para os decisores, estando definido de uma forma menos ambígua possível (ENSSLIN, 2001).

Uma condição para que um critério  $j$  seja operacional é que esteja associado a ele um conjunto de níveis de pontuação ordenados em termos de preferência segundo a opinião dos decisores. O nível mais atrativo é aquele que corresponde a melhor performance possível para uma alternativa, enquanto que o nível menos atrativo corresponde a pior performance aceitável.

Os critérios do modelo não necessitam possuir o mesmo número de níveis. A quantidade de níveis pode variar de um critério para outro, devendo representar todos os desempenhos possíveis em cada critério.

Os patamares de referência Bom e Neutro são importantes para verificar quais alternativas, segundo a percepção do decisor, estão em nível de excelência (acima do bom), nível de mercado (entre Bom e Neutro), e em nível comprometedor (abaixo do Neutro). O modelo também permite a utilização de níveis acima do Bom e abaixo do Neutro, desde que sejam níveis aceitáveis para o critério.

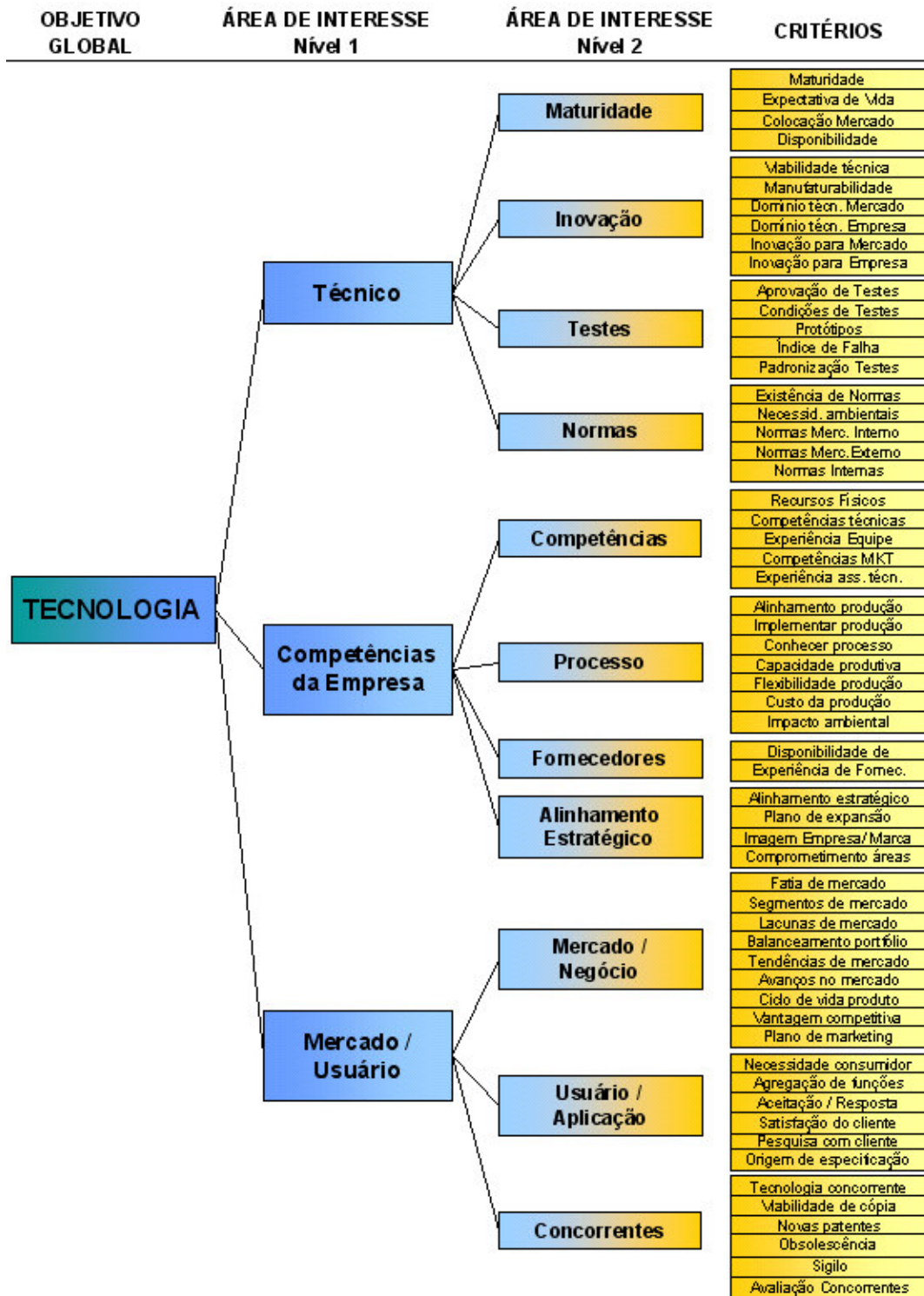


Figura 4.1 – Estrutura de critérios de avaliação do modelo de avaliação de impacto de tecnologias

Bana e Costa (1992) propõem diferentes dimensões para a classificação de níveis de pontuação dos critérios. Eles podem ser quantitativos ou qualitativos; e

discretos ou contínuos. As duas primeiras dimensões de classificação são bastante óbvias. Caso um critério possa ser adequadamente descrito somente por números, seus níveis de pontuação são classificados como quantitativo. Caso contrário, é dito qualitativo. Da mesma maneira, se um critério for descrito por uma função matemática contínua, seus níveis de desempenho são classificados como contínuo, caso o critério seja formado por um número finito de níveis é dito discreto (CORRÊA, 1996).

Três propriedades são exigidas dos níveis de pontuação dos critérios: mensurabilidade, que é a capacidade de quantificar a performance de uma alternativa de forma clara; a operacionalidade, que é a capacidade de definir como e quais dados coletar; e a compreensibilidade, que é a capacidade de descrever e interpretar a performance de uma alternativa de forma não ambígua (ENSSLIN, 2005).

A partir dos conceitos e de entrevistas com profissionais de desenvolvimento de produtos (resumidas no Apêndice II) foram construídos níveis de pontuação apropriados para cada critério identificado na Figura 4.1. Os níveis de pontuação estão ilustrados na Tabela 4.3, onde o nível neutro está indicado nas células em cinza claro e o nível bom nas células em cinza escuro. Devido à natureza qualitativa dos critérios propostos, a classificação dos níveis dos critérios mais adequada foi a seguinte: níveis de performance qualitativos e discretos.

Tabela 4.3 – Níveis de pontuação dos critérios da avaliação do impacto tecnológico

Critério	Níveis de Pontuação			
	N1	N2	N3	N4
<b>TÉCNICO</b>				
<b>Maturidade</b>				
<i>Maturidade</i>	Tecnologia está na fase de desenvolvimento inicial, ainda não foi submetida aos testes exigidos.	Tecnologia na fase final de desenvolvimento, já submetida aos primeiros testes e aprovada.	Tecnologia já usada pelo mercado.	Tecnologia é madura, com aprovação técnica concluída.
<i>Expectativa de vida</i>	Tecnologia bastante explorada, já na fase de obsolescência.	Tecnologia amplamente utilizada pelo mercado, com grande número de produtos no mercado.	Tecnologia na fase inicial de crescimento, com grande expectativa de vida e oportunidades para desenvolvimento de novos produtos.	
<i>Tempo para colocação no mercado</i>	Tecnologia com previsão de desenvolvimento superior à expectativa de desenvolvimento do produto.	Desenvolvimento da tecnologia paralela ao desenvolvimento do produto, com previsão de conclusão depois da fase de Projeto Preliminar.	Desenvolvimento da tecnologia paralela ao desenvolvimento do produto, com previsão de conclusão antes da fase de Projeto Preliminar.	Tecnologia com tempo de colocação no mercado imediato.
<i>Disponibilidade e da tecnologia</i>	Tecnologia ainda não é comercializada,	Tecnologia é comercializada, processos de	Tecnologia está disponível no mercado para	

	processos de fabricação ainda em desenvolvimento.	fabricação em desenvolvimento.	compra ou fabricação.	
--	---	--------------------------------	-----------------------	--

<b>Inovação</b>				
<i>Viabilidade Técnica</i>	O desenvolvimento técnico é inviável.	O desenvolvimento do produto e da tecnologia é viável, mas com alta complexidade e riscos de falha.	O desenvolvimento do produto e da tecnologia é viável, mas com complexidade média.	O desenvolvimento do produto e da tecnologia é viável, com baixa complexidade.
<i>Manufaturabilidade</i>	Manufatura complexa, não atende a especificação do projeto.	Manufatura complexa, mas atende a especificação do projeto.	Manufatura é viável, com média complexidade.	Manufatura é viável, com baixa complexidade, atendendo com folga a especificação do projeto.
<i>Domínio tecnológico para o mercado</i>	Não há domínio da tecnologia no mercado, ou é inexpressivo.	Domínio tecnológico do mercado em crescimento.	Mercado possui conhecimento difundido da tecnologia.	
<i>Domínio tecnológico para a empresa</i>	Empresa possui nenhum conhecimento sobre a tecnologia e não possui capacidade técnica para adquirir o conhecimento, desenvolvimento fora dos limites de competência da empresa.	Tecnologia não dominada pela empresa, mas possui capacidade técnica para adquirir o conhecimento, desenvolvimento dentro dos limites de competência da empresa.	Tecnologia parcialmente dominada pela empresa, desenvolvimento dentro dos limites de competência da empresa.	Tecnologia dominada pela empresa, empresa possui bom conhecimento sobre a tecnologia.
<i>Grau de inovação do conceito para o mercado</i>	Tecnologia já existe em produtos disponíveis no mercado.	Tecnologia com pequena inovação e baseada em produtos disponíveis no mercado.	Tecnologia com pequena inovação, mas apresenta grande diferenciação quando comparada aos produtos do mercado.	Tecnologia oferece grande inovação para o mercado, tecnologia de ponta, grande diferenciação quando comparada aos produtos do mercado.
<i>Grau de inovação do conceito para a organização</i>	Tecnologia já existe em produtos do portfólio.	Tecnologia com pequena inovação e baseada em produtos do portfólio.	Tecnologia com pequena inovação para o portfólio, mas apresenta grande diferenciação quando comparada aos produtos atuais da empresa.	Tecnologia oferece grande inovação para o portfólio da empresa, grande diferenciação quando comparada aos produtos atuais do portfólio.

<b>Testes</b>				
<i>Aprovação de Testes</i>	Testes da tecnologia não realizados.	Tecnologia testada e reprovada para as normas existentes.	Tecnologia testada e aprovada atendendo parcialmente as normas existentes (performance, funcionamento, segurança, elétricos, transporte, carregamento, ruído, montagem).	Tecnologia testada e aprovada atendendo todas as normas existentes (performance, funcionamento, segurança, elétricos, transporte, carregamento, ruído, montagem).

<i>Condições de Testes</i>	Testes da tecnologia não realizados.	Testes realizados em algumas condições ambientais de uso e durante parte do ciclo de vida (variação de temperatura e umidade, fornecimento de energia, manuseio, estocagem e transporte, etc.).	Testes realizados em todas as condições ambientais de uso e durante todo o ciclo de vida e testes destrutivos simulando o desgaste dos componentes.	
<i>Protótipos</i>	Não prototipado.	Protótipo funcional desenvolvido em nível de componente.	Protótipo funcional desenvolvido até o nível de produto.	
<i>Índice de Falha</i>	Índice de falha em campo é desconhecido e modos de falha desconhecidos / não entendidos.	Índice de falha em campo é desconhecido ou modos de falha desconhecidos / não entendidos.	Índice de falha em campo é conhecido e modos de falha conhecidos e entendidos.	
<i>Padronizar Testes</i>	Ensaio e métodos de aprovação ainda não definidos.	Ensaio definidos, procedimentos para aprovação e validação ainda não realizados.	Ensaio padronizados, testes para aprovação validados, normalizados e com método de aprovação bem definido.	

<b>Normas</b>			
<i>Existência de Normas</i>	Categoria da tecnologia não possui regulamentação específica.	Normas antigas - precisam ser atualizadas, necessidade de desenvolver novas normas.	Regulamentação existente para a categoria.
<i>Necessidade ambiental</i>	Tecnologia não atende as necessidades ambientais.	Etapas do ciclo de vida estão parcialmente alinhadas com as necessidades ambientais.	Todas as etapas do ciclo de vida estão alinhadas com as necessidades ambientais, desde a extração matéria-prima até o descarte.
<i>Normas Mercado interno</i>	Não atende regulamentações relativas ao mercado externo.	Tecnologia parcialmente enquadrada em regulamentações relativas ao mercado externo.	Tecnologia enquadrada em regulamentações relativas ao mercado externo (performance, funcionamento, segurança, consumo de energia, lista de materiais restritos, nível de ruído admissível, elétricos, transporte, carregamento, montagem, etc).
<i>Normas Mercado externo</i>	Não atende regulamentações relativas ao mercado interno.	Tecnologia parcialmente enquadrada em regulamentações relativas ao mercado interno.	Tecnologia enquadrada em regulamentações relativas ao mercado interno (performance, funcionamento, segurança, consumo de energia, lista de materiais restritos, nível de ruído admissível, elétricos, transporte, carregamento, montagem, etc).



<i>Normas Internas da empresa</i>	Não atende normas internas da empresa.	Tecnologia parcialmente enquadrada em normas internas da empresa.	Tecnologia enquadrada em normas internas da empresa.
-----------------------------------	--	---	--

<b>EMPRESA</b>			
<b>Competências</b>			
<i>Recursos físicos atuais</i>	Nenhum aproveitamento dos recursos atuais da empresa, novos recursos requeridos fora dos limites de competência da empresa.	Empresa possui parte dos recursos (laboratórios, infra-estrutura, instalações, equipamentos) necessários para a tecnologia. Novos recursos requeridos dentro dos limites de competência da empresa.	Empresa possui todos recursos (laboratórios, infra-estrutura, instalações, equipamentos) necessários para o desenvolvimento da tecnologia.
<i>Competências técnicas de engenharia e projeto</i>	Desenvolvimento de produto pouco estruturado, incapaz de desenvolver tal tecnologia. Nenhum aproveitamento das competências chave, novas habilidades e conhecimentos requeridos.	Habilidades técnicas de engenharia / projeto e conhecimentos parciais para a tecnologia. Metodologias de desenvolvimento de produto pouco estruturadas, com dificuldades para desenvolver tal tecnologia. Alguns novos conhecimentos requeridos (necessidade parcial de treinamento).	Empresa possui experiência, habilidades técnicas de engenharia / projeto e conhecimentos para a tecnologia. Empresa dispõe de metodologias de desenvolvimento de produto bem estruturadas capaz de integrar a tecnologia. Sem necessidade de treinamento.
<i>Experiência da Equipe de Projeto</i>	Equipe de projeto incompleta e sem experiência em projetos com tecnologias similares.	Nova equipe de projetistas experientes com alguma experiência em projetos com tecnologias similares.	Empresa possui equipe de projeto firmada com experiência em projetos com tecnologias similares.
<i>Competências de Marketing e Vendas</i>	Nenhum aproveitamento das competências de <i>Marketing</i> e Vendas, novas habilidades e conhecimentos requeridos fora dos limites de competência da empresa. Canal de Vendas e Distribuição não desenvolvido.	Aproveitamento parcial das competências de <i>Marketing</i> e Vendas, alguns novos conhecimentos requeridos. Canal de Vendas e Distribuição em desenvolvimento para tal tecnologia.	Permitir o aproveitamento total das competências de <i>Marketing</i> e Vendas, sem necessidade de novos conhecimentos. Existência de Canal de Vendas e Distribuição.
<i>Experiência de assistência técnica e pós-venda</i>	Equipe de assistência técnica e pós-venda sem conhecimentos para manutenção da tecnologia em campo, treinamento completo requerido.	Equipe de assistência técnica e pós-venda sem experiência com a tecnologia, com conhecimentos parciais para manutenção da tecnologia em campo, algum conhecimento requerido.	Equipe de assistência técnica e pós-venda capacitada e com experiência para manutenção da tecnologia em campo.

<b>Processo de Produção</b>			
<i>Alinhamento com processos de produção</i>	Processos de fabricação requeridos pela tecnologia sem sinergia com outros processos da empresa, trazendo maior complexidade à produção.	Processos de produção requeridos para a tecnologia parcialmente alinhados com os processos de produção e habilidades ( <i>know-how</i> ) da própria empresa.	Alinhamento entre os processos de produção requeridos para a tecnologia e os processos de produção e habilidades ( <i>know-how</i> ) da própria empresa.
<i>Implementação da produção</i>	Necessidade de novos equipamentos, novo processo de fabricação, ampliar a estrutura atual para permitir a produção da	Empresa possui capacidade de implementar parcialmente a produção da tecnologia. Demanda alguns investimentos na unidade	Empresa possui capacidade de implementar a produção da tecnologia sem investimentos, processo

	tecnologia.	fábrica.	atual é capaz de atender as especificações dessa nova tecnologia, é manufaturável dentro das capacidades da fábrica.
<i>Conhecimento do processo</i>	Necessidade de estudar e dominar processo produtivo, novas habilidades e conhecimentos requeridos.	Conhecimento parcial do processo produtivo, alguns conhecimentos requeridos.	Total conhecimento sobre o processo de fabricação, processo dominado.
<i>Capacidade produtiva</i>	Tecnologia reduz a capacidade produtiva atual.	Tecnologia mantém a capacidade produtiva atual.	Tecnologia é capaz de aumentar a capacidade produtiva atual.
<i>Flexibilidade da produção</i>	Tecnologia reduz a flexibilidade da produção atual.	Tecnologia mantém a flexibilidade da produção atual.	Tecnologia é capaz de melhorar a flexibilidade da produção atual, aumento no <i>mix</i> de produção.
<i>Custo da produção</i>	Tecnologia traz aumento do custo do processo produtivo (consumo de energia, matéria-prima, mão-de-obra).	Tecnologia mantém o custo atual do processo produtivo (consumo de energia, matéria-prima, mão-de-obra).	Tecnologia traz redução do custo do processo produtivo (consumo de energia, matéria-prima, mão-de-obra).
<i>Impacto ambiental da produção</i>	Tecnologia traz aumento ao impacto ambiental do processo de fabricação e aspectos ligados à saúde e segurança.	Tecnologia mantém os níveis atuais de impacto ambiental do processo de fabricação e aspectos ligados à saúde e segurança.	Tecnologia permite reduzir do impacto ambiental do processo de fabricação e aspectos ligados à saúde e segurança.

<b>Fornecedores</b>				
<i>Disponibilidade de Fornecedor</i>	Inexistência de fornecedores.	Fornecedores disponíveis, mas com baixa avaliação, reprovados segundo os requisitos da empresa.	Fornecedores disponíveis, com bom potencial de desenvolvimento.	Fornecedores desenvolvidos, sendo parceiros comerciais competitivos que participem ativamente contribuindo com o projeto do produto.
<i>Experiência de Fornecedor</i>	Fornecedores não atende a especificação. Necessidade de melhoria de qualidade e atualização tecnológica dos processos dos fornecedores. Investimentos no fornecedor serão necessários.	Fornecedores atendem parcialmente a especificação, algumas melhorias necessárias no processo do fornecedor.	Fornecedores capazes de atender a especificação necessária, possuem know-how necessário à fabricação da nova tecnologia.	

<b>Alinhamento Estratégico</b>			
<i>Alinhamento Estratégico</i>	Tecnologia não alinhada com estratégia tecnológica, plano de negócios e metas da empresa.	Tecnologia parcialmente alinhada com estratégia tecnológica, plano de negócios e metas da empresa.	Tecnologia possui grande alinhamento com estratégia tecnológica, plano de negócios e metas da empresa.
<i>Plano de expansão</i>	Investimentos, aumento de vendas e produção fora do plano de expansão da empresa.	Investimentos, aumento de vendas e produção parcialmente enquadrados no plano de expansão da empresa.	Tecnologia respeita o plano de expansão da empresa.
<i>Imagem da Empresa /</i>	Tecnologia possui potencial de contribuição para a	Tecnologia possui potencial de contribuição para a	Tecnologia possui potencial de contribuição

<i>Marca</i>	imagem da empresa e da força da marca abaixo da média das inovações tecnológicas.	imagem da empresa e da força da marca na média das inovações tecnológicas.	para a imagem da empresa e da força da marca (empresa inovadora, diversificação de portfólio, marca relacionada com produtos inovadores e de qualidade) acima da média das inovações tecnológicas.
<i>Comprometimento das áreas envolvidas</i>	Barreiras levantadas pelas áreas envolvidas.	Comprometimento parcial das áreas envolvidas no desenvolvimento da tecnologia.	Grande comprometimento das áreas envolvidas no desenvolvimento da tecnologia (compras, processo, <i>marketing</i> , etc).

<b>MERCADO</b>				
<b>Mercado / Negócio</b>				
<i>Fatia de mercado</i>	Risco de reduzir a fatia atual de mercado.	Manutenção da fatia atual de mercado.	Potencial de ampliar fatia de mercado por meio da tecnologia de 0 a 5%.	Potencial de ampliar fatia de mercado por meio da tecnologia acima de 5%.
<i>Segmento de mercado</i>	Tecnologia atende segmentos de mercado já existentes e dentro da área de atuação da empresa.	Tecnologia atende segmentos de mercado já existentes, mas fora da área de atuação da empresa.	Tecnologia promove abertura de novos segmentos de mercado, novas aplicações.	
<i>Lacunas de mercado</i>	Tecnologia não preenche lacunas de mercado, oferece produtos similares aos atuais.	Tecnologia ajuda no preenchimento de lacunas de mercado e tecnológicas identificadas no portfólio atual da empresa, nichos não explorados.		
<i>Balaceamento do portfólio</i>	Tecnologia mantém o balanceamento do portfólio atual e gama de produtos ofertados.	Tecnologia mantém o balanceamento do portfólio atual, mas amplia a gama de produtos ofertados.	Tecnologia melhora significativamente o balanceamento do portfólio, permite a ampliação da gama de produtos ofertados.	
<i>Tendências de mercado</i>	Tecnologia alinhada com tendências ultrapassadas de mercado.	Tecnologia conservadora.	Tecnologia alinhada com novas tendências de mercado.	
<i>Avanços no mercado</i>	Tecnologia mantém o potencial de mercado, perspectivas de crescimento atuais.	Tecnologia cria avanços no mercado atual, grandes possibilidades de expansão, melhoria na taxa de crescimento do mercado.		
<i>Ciclo de vida do produto</i>	Tecnologia mantém a expectativa de vida atual do produto.	Tecnologia permite ampliar o ciclo de vida do produto, aumento do tempo de permanência do	Tecnologia permite ampliar o ciclo de vida do produto, aumento do tempo de permanência do produto no mercado	

		produto no mercado em até dois (2) anos.	superior a dois (2) anos.	
<i>Vantagem competitiva do produto</i>	Tecnologia reduz níveis atuais da vantagem competitiva do produto.	Tecnologia mantém níveis atuais da vantagem competitiva do produto.	Tecnologia aumenta vantagem competitiva do produto (redução de custo / preço ou consumo de energia, melhoria de qualidade, performance, segurança, atendimento a normas).	
<i>Plano de marketing</i>	Nenhum apelo de <i>marketing</i> . Não existe plano para familiarizar o usuário à nova tecnologia.	Pequeno apelo de <i>marketing</i> . Plano para familiarizar o usuário à nova tecnologia em desenvolvimento.	Plano de <i>marketing</i> permite familiarizar o usuário à nova tecnologia, grande capacidade da empresa de realizar abordagens de propaganda e promoções para melhorar o aproveitamento da tecnologia no mercado.	

<b>Usuário / Aplicação</b>				
<i>Necessidade do consumidor</i>	Não atende completamente a necessidade do consumidor.	Tecnologia atende necessidade do consumidor-alvo do produto no nível inferior aos produtos concorrentes.	Tecnologia atende necessidade do consumidor-alvo do produto no mesmo nível de produtos concorrentes.	Tecnologia atende completamente necessidade do consumidor-alvo, em nível melhor do que produtos concorrentes, esta alinhada com os desejos do consumidor.
<i>Benefícios Únicos / Agregação de funções</i>	Tecnologia entrega benefícios / funções atuais, sem diferencial frente aos concorrentes.	Tecnologia cria mais valor ao produto e entrega novos benefícios / funções ao produto. Tecnologia traz grande diferenciação para o produto (produtos competitivos e únicos, diferenciados, exclusivos, inovadores).		
<i>Aceitação / Resposta do consumidor</i>	Inovação entrega benefícios não percebidos pelo consumidor-alvo, sem valor agregado para o consumidor. Fraca resposta do consumidor.	Benefícios da inovação percebidos, mas não desejados pelo consumidor-alvo, pequena aceitação. Consumidor não está disposto a pagar mais pelo valor entregue.	Benefícios da inovação percebidos e desejados pelo consumidor-alvo, grande aceitação do consumidor. Captura de valor, consumidor aceita pagar mais pelo valor agregado. Grande impacto para os consumidores.	
<i>Satisfação de clientes</i>	Tecnologia não explora o atendimento de sugestões ou reclamações de clientes provenientes de dados de campo, sem influência na	Tecnologia explora o atendimento de sugestões ou reclamações de clientes provenientes de dados de campo, possui grande influência na melhora do nível de satisfação		

	melhora do nível de satisfação de produtos.	de produtos.		
<i>Pesquisa com cliente</i>	Nenhuma pesquisa realizada, atributos do usuário determinados pela equipe interna.	Requisitos, necessidade e benefício da função cumprida pela tecnologia identificada em pesquisas de produtos similares.	Requisitos, necessidade e benefício da função cumprida pela tecnologia identificada em atividades de pesquisa com o usuário final (questionários, atividades práticas com protótipos).	
<i>Origem da Especificação</i>	Nova especificação de <i>design</i> e performance em um novo segmento de mercado.	Nova especificação de <i>design</i> e performance em um segmento de mercado existente.	Especificação de <i>design</i> e performance da tecnologia é extensão de produtos existentes, baseada em hábitos e necessidades do consumidor.	

<b>Concorrentes</b>			
<i>Tecnologia concorrente</i>	Concorrência oferece tecnologia similar, com qualidade superior.	Concorrência oferece tecnologia similar, mas qualidade inferior.	Produtos concorrentes não possuem tecnologia similar, representa uma inovação em relação aos produtos concorrentes.
<i>Viabilidade de cópia</i>	Tecnologia fácil de ser copiada. É possível que algum concorrente com algumas adaptações entregue o mesmo benefício sem caracterizar cópia.	Cópia simples, mas protegida por patentes.	Cópia complexa, proteção de patentes.
<i>Novas patentes</i>	Nova patente inviável.	Nova patente da aplicação da tecnologia viável e gera diferencial para o negócio.	
<i>Obsolescência de concorrentes</i>	Mantém estímulo de vendas atual de produtos concorrentes.	Tecnologia leva a obsolescência forçada de produtos concorrentes, potencial de substituir produtos concorrentes.	
<i>Sigilo</i>	Canal de comunicação inseguro com fornecedores e parceiros comerciais, riscos de vazamento de informações no desenvolvimento.	Desenvolvimento da idéia mantida em total sigilo, sem riscos de cópia por concorrentes.	
<i>Avaliação de concorrentes</i>	Nenhum conhecimento sobre desempenho da tecnologia de produtos concorrentes.	Tecnologia de produtos concorrentes avaliada e comparada.	

### **Escala de Valor**

Uma escala de valor é uma ferramenta usada para ordenar a intensidade de preferência dos decisores (diferença de atratividade) entre pares de níveis de desempenho (ENSSLIN, 2001).

Nesta atividade faz-se necessário aplicar uma técnica de avaliação multicritério, seja Electre, Promethe ou MACBETH. Ensslin (1995) recomenda a utilização da

técnica MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evolution Technique*), desenvolvido por Carlos A. Bana e Costa e J. C. Vansnisck na década de 90 (SCHMIDT, 1995) e implementada em software. O Apêndice I comenta sobre a técnica MACBETH.

Nesta técnica, a escala de valor é obtida por meio da comparação par-a-par entre níveis de um critério (ENSSLIN, 2001). Para aplicar a técnica MACBETH, questionam-se os decisores para expressarem a diferença de atratividade entre dois níveis (a e b) de um critério, escolhendo entre as seguintes categorias: C0 (nula), C1 (muito fraca), C2 (fraca), C3 (moderada), C4 (forte), C5 (muito forte), C6 (extrema).

Com base nas diferenças de atratividade entre todos os pares de níveis de critérios, constrói-se uma matriz de comparação que contém esquematicamente as respostas dos decisores.

A construção das escalas de valor partiu de conversas com os especialistas em projeto que participaram da entrevista apresentada no Apêndice II. A partir da matriz, encontra-se por programação linear a escala de valor que melhor represente os julgamentos dos decisores em relação às diferenças de atratividade.

Para facilitar a construção das escalas de valor utilizou-se o software MACBETH Versão 1.1® Demo (1997) disponível na World Wide Web em <http://www.cised.pt/macbeth.htm>. Com o auxílio do software criou-se as escalas de valor que representam os julgamentos dos decisores para cada critério. O preenchimento da matriz foi baseado em entrevistas com os profissionais que responderam o questionário inicial (Apêndice II).

A Figura 4.2 apresenta um dos critérios processados no software. Na figura, as linhas N1, N2, N3 e N4 indicam os níveis de pontuação dos critérios da avaliação, enquanto que a matriz de julgamentos mostra a intensidade de preferência entre os níveis (mt. forte; forte; fraca). A escala de valor construída é exibida na coluna “Escala actual”. Valores negativos na escala, como é o caso do nível N1, indicam que o nível é comprometedor (abaixo do Neutro), e apesar de serem aceitáveis para o critério, esses níveis prejudicam o índice global do modelo.

### ***Taxas dos Critérios e das Áreas de Interesse (Taxas de Substituição)***

Para concluir a avaliação das alternativas é necessário atribuir taxas aos critérios de avaliação e áreas de interesse (taxas de substituição).

Para determinar as taxas, o método MCDA utiliza a técnica MACBETH, que compara par-a-par os critérios do modelo e calcula os pesos de cada critério de forma semelhante à utilizada para determinar as escalas de valor (ENSSLIN, 2001).



Figura 4.2 – Escala de Valor para o critério “tempo para colocação no mercado”

Em uma primeira etapa, a comparação par-a-par visa a ordenação preferencial de um conjunto de critérios de avaliação. Em seguida os decisores definem qualitativamente, por meio de diferença de atratividade, a intensidade de preferência entre os pares de critérios (ENSSLIN, 2001). Nesta atividade os julgamentos foram obtidos das entrevistas com profissionais de desenvolvimento de produtos (resumidas no Apêndice II).

Finalmente, a partir da matriz de comparação o software MACBETH calcula os pesos dos critérios. A Figura 4.3 apresenta as taxas para área de interesse “Maturidade”. Na figura, as colunas N1, N2, N3 e N4 indicam as área de interesse e estão ordenadas conforme a intensidade de preferência (N1, N4, N3, N2), enquanto que a matriz de julgamentos mostra a intensidade de preferência entre as área de interesse (fraca, moderada; forte).

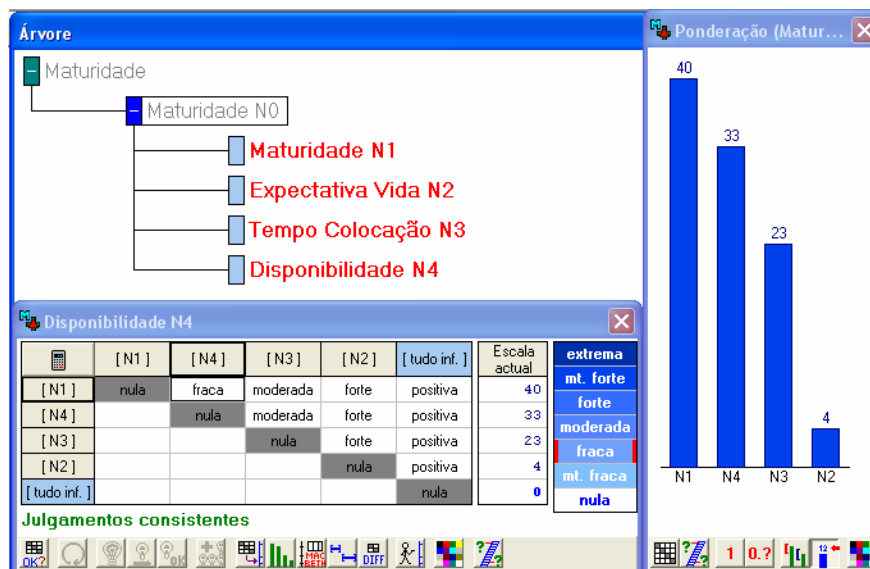


Figura 4.3 – Pesos dos critérios para área de interesse “Maturidade”

### **Modelo Global**

Finalizando a estruturação do modelo, construiu-se por meio da combinação dos critérios, os níveis dos critérios, a escala de valor e os pesos dos critérios o Modelo Global de Avaliação.

A Figura 4.4 detalha a estrutura do modelo, indicando os critérios, as taxas dos critérios, as áreas de interesse e as taxas das áreas de interesse. Adicionalmente, a Tabela 4.4 apresenta o modelo global na forma matricial, onde são exibidas as áreas de interesse, os critérios e as taxas resultantes para cada critério, dada pelo produto da taxa do critério pelas taxas das áreas de interesse nas quais o critério está inserido. Na tabela também são apresentados os níveis dos critérios (N1, N2, N3, N4) e as escalas de valor.

O modelo criado será inserido na sistemática no item 4.4.

#### **4.1.2 Modelo Multicritério para Avaliação Financeira**

A criação do modelo multicritério de avaliação financeira partirá do detalhamento do modelo MCDA descrito no item anterior, portanto será realizado de forma resumida. Adicionalmente, far-se-á uso dos indicadores financeiros descritos no item 3.2.4 - Métodos de avaliação e seleção baseados em análise financeira.

A caracterização do contexto decisório apresentada no item 4.1.1 igualmente se aplica à avaliação financeira, com exceção do rótulo que deve ser alterado para:

<b>Rótulo</b>	Avaliar financeiramente a inovação tecnológica de produtos e maximizar o retorno do investimento do desenvolvimento.
---------------	--

A lista completa dos conceitos pode ser observada no Apêndice III. A estrutura de critérios está disponível na Figura 4.5, enquanto que os critérios de avaliação financeira na Tabela 4.5 .

Com o auxílio do software MACBETH, criou-se a escala de valor que representa os julgamentos dos decisores para cada critério. Sendo os critérios compostos por valores numéricos foi possível utilizar a base de comparação quantitativa contínua e criar funções lineares para representar os possíveis níveis de desempenho.



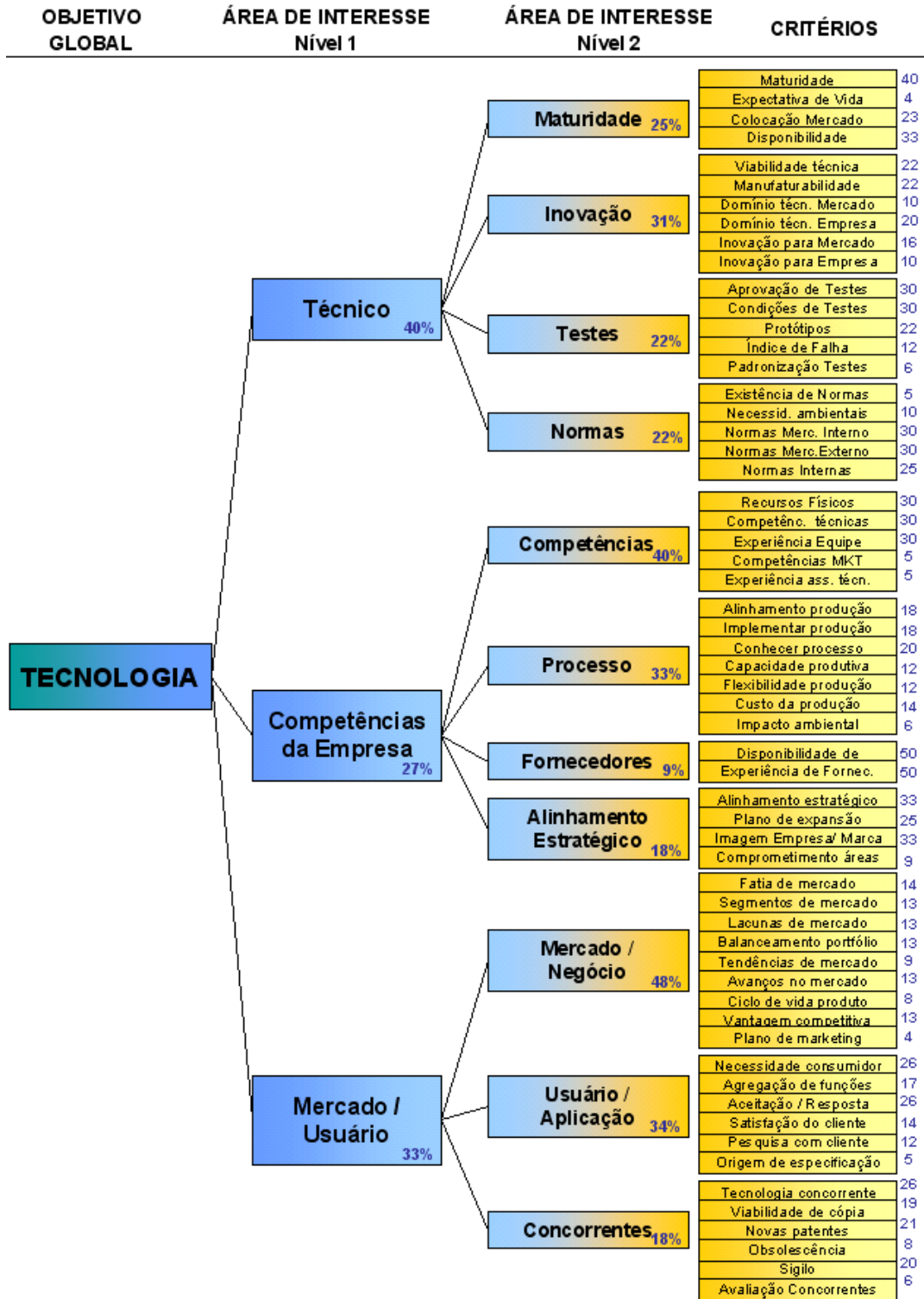


Figura 4.4 – Estrutura do modelo global de avaliação do impacto de tecnologias

Tabela 4.4 – Modelo global de avaliação de tecnologias

Área	Critério	Taxa	Taxa Resultante	Escala de Valor			
				N1	N2	N3	N4
<b>Técnico</b>		<b>40%</b>					
<b>Maturidade</b>		<b>25%</b>					
	Maturidade	40%	4%	-63%	0%	38%	100%
	Expectativa de Vida	4%	0,4%	0%	20%	100%	
	Colocação no Mercado	23%	2%	-44%	0%	22%	100%
	Disponibilidade	33%	3%	0%	67%	100%	
<b>Inovação</b>		<b>31%</b>					
	Viabilidade Técnica	22%	3%	-60%	0%	80%	100%
	Manufaturabilidade	22%	3%	-67%	0%	33%	100%
	Domínio Tecn. Mercado	10%	1%	0%	57%	100%	
	Domínio Tecn. Empresa	20%	2%	-66%	0%	67%	100%
	Inovação para Mercado	16%	2%	0%	25%	100%	150%
	Inovação para Empresa	10%	1%	0%	25%	100%	150%
<b>Testes</b>		<b>22%</b>					
	Aprovação de Testes	30%	3%	0%	11%	67%	100%
	Condições de Testes	30%	3%	0%	80%	100%	
	Protótipos	22%	2%	0%	80%	100%	
	Índice de Falha	12%	1%	0%	100%	150%	
	Padronizar Testes	6%	1%	0%	50%	100%	
<b>Normas</b>		<b>22%</b>					
	Existência de Normas	5%	0,4%	0%	80%	100%	
	Necessidade ambiental	10%	1%	0%	50%	100%	
	Normas Mercado Interno	30%	3%	0%	50%	100%	
	Normas Mercado Externo	30%	3%	0%	50%	100%	
	Normas Internas	25%	2%	0%	50%	100%	
<b>Empresa</b>		<b>27%</b>					
<b>Competências</b>		<b>40%</b>					
	Recursos físicos	30%	3%	0%	67%	100%	
	Competências técnicas	30%	3%	-70%	0%	100%	
	Experiência da Equipe	30%	3%	0%	70%	100%	
	Competências Marketing	5%	1%	0%	50%	100%	
	Experiência ass.técnica	5%	1%	0%	50%	100%	
<b>Processo de Produção</b>		<b>33%</b>					
	Alinhamento produção	18%	2%	0%	67%	100%	
	Implementar produção	18%	2%	0%	50%	100%	
	Conhecer processo	20%	2%	0%	50%	100%	
	Capacidade produtiva	12%	1%	0%	100%	130%	
	Flexibilidade da produção	12%	1%	0%	67%	100%	
	Custo da produção	14%	1%	0%	100%	140%	
	Impacto ambiental	6%	1%	0%	67%	100%	
<b>Fornecedores</b>		<b>9%</b>					
	Disponibilidade Fornecedor	50%	1%	0%	11%	80%	100%
	Experiência Fornecedor	50%	1%	0%	67%	100%	
<b>Alinhamento Estratégico</b>		<b>18%</b>					
	Alinhamento Estratégico	33%	2%	0%	50%	100%	
	Plano de expansão	25%	1%	0%	50%	100%	
	Imagem Empresa / Marca	33%	2%	0%	67%	100%	
	Comprometimento áreas	9%	0,4%	0%	33%	100%	
<b>Mercado</b>		<b>33%</b>					
<b>Mercado / Negócio</b>		<b>48%</b>					
	Fatia de mercado	14%	2%	-50%	0%	80%	100%
	Segmento de mercado	13%	2%	0%	67%	100%	
	Lacunas de mercado	13%	2%	0%	100%		
	Balanceamento portfólio	13%	2%	0%	50%	100%	
	Tendências de mercado	9%	1%	0%	17%	100%	
	Avanços no mercado	13%	2%	0%	100%		
	Ciclo de vida do produto	8%	1%	0%	80%	100%	
	Vantagem competitiva	13%	2%	0%	67%	100%	
	Plano de marketing	4%	1%	0%	50%	100%	
<b>Usuário / Aplicação</b>		<b>34%</b>					
	Necessidade consumidor	26%	3%	0%	11%	67%	100%
	Agregação de funções	17%	2%	0%	100%		
	Aceitação / Resposta	26%	3%	0%	33%	100%	
	Satisfação de clientes	14%	2%	0%	100%		
	Pesquisa com cliente	12%	1%	0%	80%	100%	
	Origem da Especificação	5%	1%	0%	40%	100%	
<b>Concorrentes</b>		<b>18%</b>					
	Tecnologia concorrente	26%	2%	0%	80%	100%	
	Viabilidade de cópia	19%	1%	0%	67%	100%	
	Novas patentes	21%	1%	0%	100%		
	Obsolescência	8%	0,5%	0%	100%		
	Sigilo	20%	1%	0%	100%		
	Avaliação de concorrente	6%	0,4%	0%	100%		
<b>Índice do Impacto Tecnológico (IT)</b>			<b>100</b>				

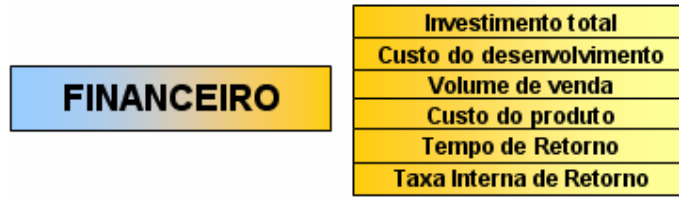


Figura 4.5 – Estrutura de critérios do modelo de avaliação financeira de tecnologias

Tabela 4.5 - Níveis de pontuação dos critérios da avaliação financeira

Critérios	Níveis de Desempenho			
	N1	N2	N3	N4
<b>FINANCEIRO</b>				
<i>Investimento Total</i>	R\$ 700.000	R\$ 500.000	R\$200.000	R\$ 10.000.
<i>Custo total do desenvolvimento</i> (testes, especialistas, recursos da empresa)	R\$ 150.000	R\$120.000.	R\$70.000	R\$20.000.
<i>Incremento no Volume de vendas</i>	0%	0,5%	3%	5%.
<i>Incremento no Custo do produto</i>	1%	0,5%	0 %	-1%
<i>Tempo de Retorno de investimento (Payback)</i>	4 anos.	2 anos.	1 ano.	1/2 ano.
<i>TIR / TMA</i>	0,9	1	1,2	

A Figura 4.6 apresenta a escala de valor para o critério “Investimento” obtido no software. Na figura os valores 10.000, 200.000, 500.000 e 700.000 são os níveis de pontuação do critério, e a comparação entre níveis dos critérios mostra a intensidade de preferência entre os níveis (fraca, moderada). A escala de valor construída é exibida na coluna “Escala actual” e no gráfico apresentado na figura.

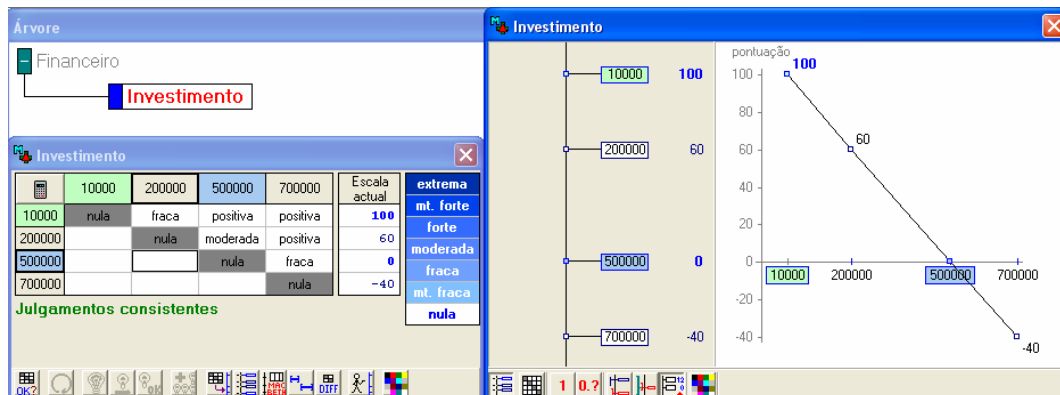


Figura 4.6 – Escala de Valor para o critério “Investimento”

Para representar o intervalo de análise de cada critério, foram criadas funções lineares que definem de forma contínua todos os intervalos dos níveis de desempenho. As funções estão detalhadas na Tabela 4.6.

A Figura 4.7 nos mostra as taxas dos critérios do modelo, onde as colunas A1, A2, A3, A4, A5 e A6 indicam as área de interesse e estão ordenadas conforme a intensidade de preferência (A6, A5, A1, A4, A3, A2) e a matriz de julgamentos mostra a intensidade de preferência entre as área de interesse (mt fraca, moderada, nula). As taxas calculadas estão apresentadas na coluna “Escala actual” e no gráfico da figura.

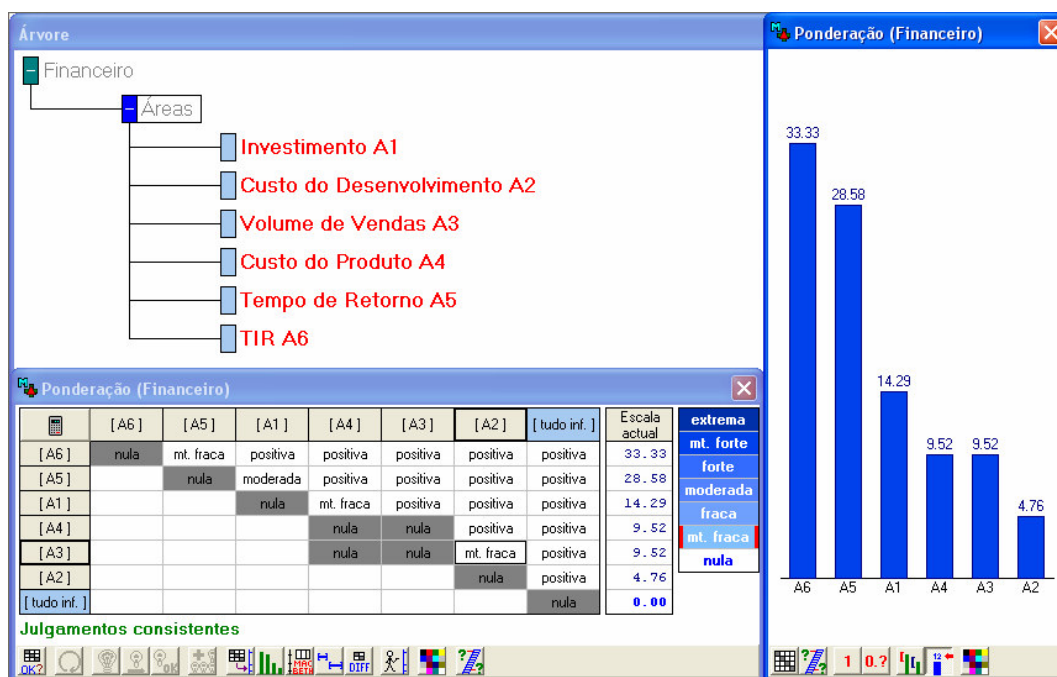


Figura 4.7 – Taxas dos critérios para Avaliação Financeira

A Tabela 4.6 representa o modelo global de avaliação, contendo os critérios, as taxas e os níveis dos critérios e as funções de valor que definem de forma contínua todos os intervalos dos níveis de desempenho. O modelo criado será inserido na sistemática no item 4.5.

Sumarizando, os modelos globais de avaliação desenvolvidos são constituídos pela Tabela 4.4 e Tabela 4.6. Na seqüência os modelos serão inseridos nas atividades da sistemática como ferramentas do processo de avaliação.

Tabela 4.6 – Modelo global para Avaliação Financeira

Área	Critério	Taxas	Nível	Nível	Taxa	Função de Valor
<b>Financeiro</b>						
<b>Financeiro</b>		<b>100%</b>				
Investimento	14,3%	N4	R\$ 10.000	100	Y = -0,0002*N + 101,35	
		N3	R\$ 200.000	60		
		N2	R\$ 500.000	0		
		N1	R\$ 700.000	-40		
Custo desenvolvimento	4,8%	N4	R\$ 20.000	100	Y = -0,0005*N + 110, para N ≤ R\$70.000 Y = -0,0016*N + 184,69, para N > R\$70.000	
		N3	R\$ 70.000	75		
		N2	R\$ 120.000	0		
		N1	R\$ 150.000	-50		
Volume de vendas	9,5%	N4	5	150	Y = 25*N + 25, para N ≥ 3% Y = 40*N - 20, para 0,5% < N ≤ 3% Y = 100*N - 50, para N ≤ 0,5%	
		N3	3	100		
		N2	0,5	0		
		N1	0	-50		
Custo do produto	9,5%	N4	-1	125	Y = -25*N + 100, para N < 0% Y = -200*N + 100, para 0% ≤ N < 0,5% Y = -50*N + 25, para N ≥ 0,5%	
		N3	0	100		
		N2	0,5	0		
		N1	1	-25		
Tempo de Retorno	28,6%	N4	0,5	100	Y = -66,667*N + 133,34, para N < 2 anos Y = -33,335*N + 66,67, para N ≥ 2 anos	
		N3	1	66,67		
		N2	2	0		
		N1	4	-66,67		
TIR / TMA	33,3%	N3	1,2	100	Y = 500*N - 500	
		N2	1	0		
		N1	0,9	-50		

## 4.2 SISTEMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

A sistemática proposta apresenta a organização de atividades relacionadas à avaliação das tecnologias na fase de Avaliação e Seleção de Idéias do Planejamento de Produtos e na fase de Seleção da Concepção do Projeto Conceitual.

A sistematização do conhecimento envolvido na avaliação tecnológica baseou-se no estudo e organização das informações relacionadas à seleção de tecnologias e avaliação de riscos, resultando no seqüenciamento de atividades e na proposta de métodos e ferramentas de apoio para a execução destas atividades.

A representação geral da sistemática proposta foi baseada em um estudo realizado por Romano (2003), onde o autor desenvolveu uma representação gráfica genérica para o desenvolvimento de um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas. A representação expõe de forma sintética o processo, suas macro-fases, fases, pontos de avaliação e as saídas desejadas.

As atividades da sistemática estão compreendidas nas atividades de avaliação e seleção de idéias e conceitos que compõe as fases de Planejamento de Produtos e Projeto Conceitual, de acordo com o modelo do processo de desenvolvimento de produtos. A visão geral para contextualização da sistemática está apresentada na

Figura 4.8. Essa escolha de posicionamento da sistemática se deve ao fato da avaliação do impacto da inovação estar fortemente relacionada à avaliação e seleção de idéias e conceitos. Desta forma, as conclusões da aplicação da sistemática contribuirão para as decisões requeridas nessas atividades.



Figura 4.8 – Visão de contexto da sistemática de avaliação do impacto tecnológico no processo de desenvolvimento de produtos

A apresentação e o seqüenciamento das atividades da sistemática estão mostrados na Figura 4.9, contendo (i) Classificação da Inovação e Filtro, (ii) Avaliação do Impacto da Inovação, (iii) Avaliação Financeira, (iv) Índice Global, (v) Identificar Riscos que necessitam de Resposta, (vi) Planejar Resposta e (vii) Avaliar Ação. Os métodos de avaliação e seleção de tecnologias que auxiliaram na elaboração de cada atividade estão listados em “Ferramentas”. O detalhamento das atividades e suas saídas são apresentados no próximo item.

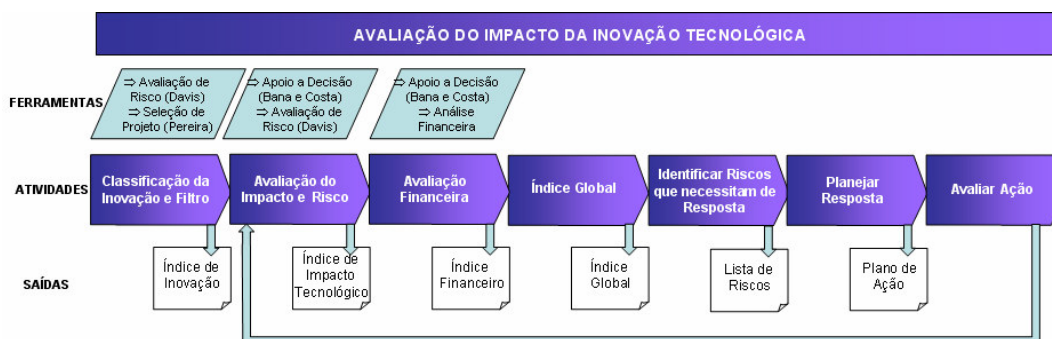


Figura 4.9 – Fases da sistemática de avaliação do impacto da inovação tecnológica

### 4.3 ATIVIDADE DA CLASSIFICAÇÃO DA INOVAÇÃO E FILTRO

A primeira atividade da sistemática é a classificação da inovação quanto a categoria de produto a ser desenvolvido e quanto ao mercado, seguida pelo filtro inicial. Adicionalmente, o índice de inovação deve ser utilizado como um filtro inicial para comparação e seleção de tecnologias de acordo com a estratégia de inovação da empresa (Figura 4.10).

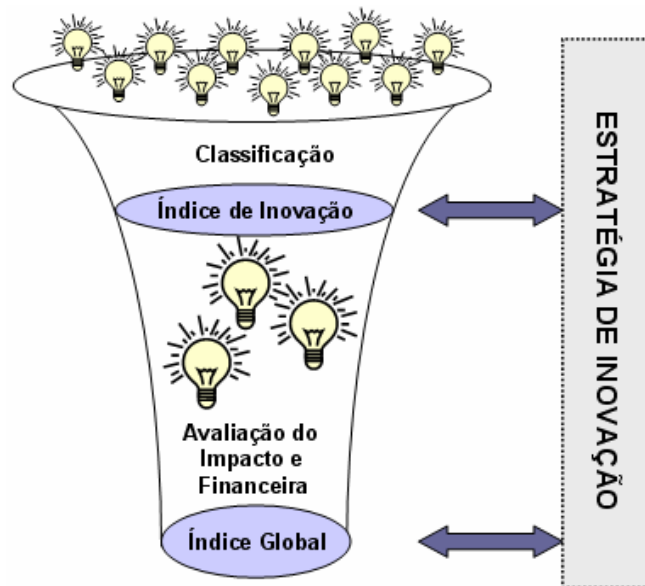


Figura 4.10 – Representação da atividade de classificação da inovação e filtro

Para determinar categoria de produto foi usada a classificação proposta por Davis (2003), onde o portfólio de desenvolvimento de produto é dividido em quatro categorias classificadas em função de risco de mercado, risco do produto.

**Novos Negócios:** são produtos novos para o mundo, representando o primeiro do seu tipo e criando um mercado inteiramente novo.

**Novas Categorias:** são produtos novos para a empresa e incluem novas linhas de produtos que almejam um determinado mercado, no qual a empresa ainda não compete.

**Novas Plataformas:** são freqüentemente adições nas linhas de produtos existentes, embora os produtos possam ser relativamente inovativos.

**Novos Produtos:** são melhorias e revisões de produtos existentes.

Para classificação da categoria de inovação quanto ao mercado, optou pela seguinte divisão:

**Inovação para Mercado:** tecnologia cujas características fundamentais (especificações técnicas, usos pretendidos) diferem significativamente de todas as tecnologias previamente comercializadas no mercado em geral.

**Inovação para Cliente:** tecnologia cujas características fundamentais (especificações técnicas, usos pretendidos) diferem significativamente de todas as tecnologias previamente comercializadas no segmento de mercado em estudo, mas utilizada em outros segmentos.

**Significativo aperfeiçoamento tecnológico para Cliente:** refere-se a tecnologia previamente existente no segmento de mercado em estudo, cujo desempenho foi substancialmente aumentado ou aperfeiçoado no produto em desenvolvimento. Uma tecnologia simples pode ser aperfeiçoada (no sentido de se obter um melhor desempenho ou um menor custo) por meio da utilização de matérias-primas ou componentes de maior rendimento. Uma tecnologia complexa, com vários componentes ou subsistemas integrados, pode ser aperfeiçoado via mudanças parciais em um dos componentes ou subsistemas.

**Não Inovador:** mudanças puramente estéticas ou de estilo.

Após a classificação é possível posicionar a tecnologia no gráfico de Balanceamento da Inovação. Esta é uma adaptação da matriz proposta por Pereira (2002). A matriz relaciona categoria do produto com inovação do produto para o mercado. A Figura 4.11 representa graficamente esta matriz.

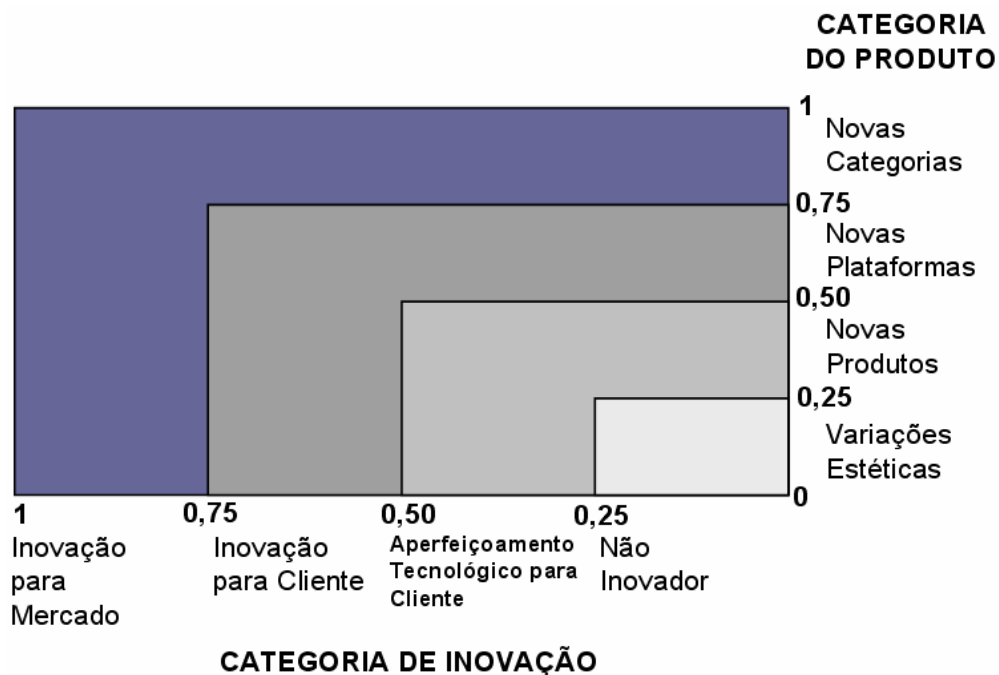


Figura 4.11 – Balanceamento da Inovação (adaptado de PEREIRA, 2002)



Por meio da matriz de Balanceamento da Inovação determina-se o índice de inovação, calculado pelo produto da categoria de produto e categoria de inovação (Equação 4.1). O valor do índice varia entre zero e um, sendo a pontuação igual um (1) reservada para tecnologias muito inovadoras tanto para o mercado quanto para a empresa.

$$\text{Inovação} = \text{CI (Categoria de Inovação)} \times \text{CP (Categoria de Produto)} \quad \text{Equação 4.1}$$

As próximas atividades da sistemática avaliam as tecnologias de forma mais abrangente, envolvendo todos os aspectos relevantes para determinar seu impacto.

#### 4.4 ATIVIDADE DE AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA INOVAÇÃO

A atividade avaliação do impacto da inovação envolverá a aplicação do modelo multicritério desenvolvido no item 4.1.1. Inicialmente, submete-se ao modelo multicritério as tecnologias em estudo determinando o desempenho dos critérios. Para isso, associa-se a resposta de cada critério ao nível de pontuação, obtendo assim o desempenho dos critérios. Ao final, calcula-se índice do impacto tecnológico<sup>6</sup> (IT) para a tecnologia em estudo.

Para auxiliar no entendimento da atividade, a Tabela 4.7 traz um exemplo de avaliação da tecnologia qualquer A. O critério “Disponibilidade”, destacado em cinza na tabela, representa 33% de Maturidade, que por sua vez representa 25% da área de interesse Impacto Técnico. Adicionalmente, o Impacto Técnico representa 40% do índice global. Multiplicando as taxas, encontra-se a taxa de 3% para Disponibilidade indicada na coluna “Taxa Resultante” da tabela.

Supondo que a Tecnologia A já está disponível no mercado para compra e fabricação, faz-se a leitura na Tabela 4.3 encontra-se a escala de valor igual a N3. Já Tabela 4.4 indica para nível de “Disponibilidade” igual a N3 desempenho de 100%. Multiplicando o desempenho pela taxa de Disponibilidade (3%) encontra-se a pontuação de Disponibilidade para a Tecnologia A igual a 3%.

---

<sup>6</sup> O conceito de impacto tecnológico na sistemática está relacionado com aspectos positivos da inovação tecnológica. Assim, quanto maior o índice de impacto tecnológico, maiores serão os benefícios de incluir a tecnologia ao projeto de produto.



Repetindo o procedimento para os demais critérios, encontra-se o índice do impacto tecnológico (IT) através do somatório da pontuação de cada critério. No caso da Tecnologia A, o índice calculado é igual a 59.

A Figura 4.12 apresenta o gráfico de perfil desempenho do exemplo (Tecnologia A), onde é traçada a curva contendo e o desempenho de cada critério do modelo para o exemplo da Tecnologia A.

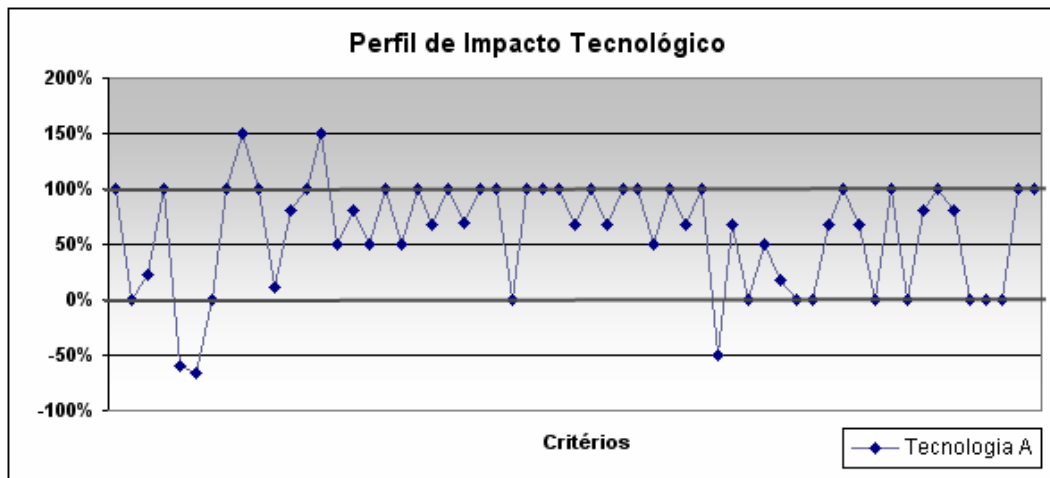


Figura 4.12 – Exemplo de gráfico do perfil de desempenho dos critérios em relação ao Impacto Tecnológico

O método de apoio à decisão prevê que índices entre 0 e 100 são considerados níveis de mercado (ENSSLIN, 2005) - predomínio das pontuações dos critérios entre os níveis 0 e 100 -, enquanto que valores acima de 100 são níveis de excelência atribuídos à tecnologia com grande impacto tecnológico positivo ao projeto - predomínio das pontuações dos critérios acima da linha 100. Já valores abaixo de 0 são considerados comprometedores, associados a tecnologias com pequeno impacto tecnológico positivo ao projeto.

#### 4.5 ATIVIDADE DE AVALIAÇÃO FINANCEIRA

Nesta atividade da sistemática será aplicado o modelo multicritério desenvolvido no item 4.1.2. Para isso, far-se-á uso dos indicadores financeiros descritos no item 3.2.4 – Métodos de avaliação e seleção baseados em análise financeira.

O seqüenciamento da atividade acompanha as mesmas tarefas da Avaliação do Impacto da Inovação. Desta forma, submete-se ao modelo multicritério as

tecnologias em estudo determinando o desempenho dos critérios. Para isso, associa-se a resposta de cada critério ao nível de pontuação, obtendo assim o desempenho da alternativa de solução.

Para auxiliar no entendimento da atividade, a Tabela 4.8 traz um exemplo de avaliação da tecnologia qualquer A. O critério Custo do Desenvolvimento, destacado em cinza na tabela, representa 4,8% do Impacto Financeiro.

Supondo que a Tecnologia A possui custo de desenvolvimento igual a R\$100.000, a função que determina o desempenho é  $Y = -0,0016*N + 184,69$ , para  $N > R\$70.000$ . Conseqüentemente seu desempenho é 24,69. Multiplicando o desempenho pela taxa de Custo do Desenvolvimento (4,8) encontra-se a pontuação de Custo do desenvolvimento para a Tecnologia A igual a 1,19%. Repetindo o procedimento para os demais critérios, encontra-se o índice do impacto financeiro (IF) através do somatório da pontuação de cada critério. No caso da Tecnologia A, o índice calculado foi 38,47.

Tabela 4.8 - Exemplo de perfil de desempenho (Impacto Financeiro)

Área	Critério	Taxas	Nível	Nível	Taxa	Função de Valor	TECNOLOGIA A			
							Nível	Desemp.	Valorção	
Financeiro	Investimento	14,3%	N4	R\$ 10.000	100	$Y = -0,0002*N + 101,35$	R\$ 450.000	11,35	1,62	
			N3	R\$ 200.000	60					
			N2	R\$ 500.000	0					
			N1	R\$ 700.000	-40					
	Custo desenvolvimento	4,8%	R\$ 20.000	N4	100	$Y = -0,0005*N + 110$ , para $N \leq R\$70.000$ $Y = -0,0016*N + 184,69$ , para $N > R\$70.000$	R\$ 100.000	24,69	1,19	
				N3	R\$ 70.000					75
				N2	R\$ 120.000					0
				N1	R\$ 150.000					-50
	Volume de vendas	9,5%		N4	5	$Y = 25*N + 25$ , para $N > 3\%$ $Y = 40*N - 20$ , para $0,5\% < N \leq 3\%$ $Y = 100*N - 50$ , para $N \leq 0,5\%$	1	20	1,90	
				N3	3					
				N2	0,5					
				N1	0					
	Custo do produto	9,5%		N4	-1	$Y = -25*N + 100$ , para $N < 0\%$ $Y = -200*N + 100$ , para $0\% \leq N < 0,5\%$ $Y = -50*N + 25$ , para $N \geq 0,5\%$	-0,2	140	13,30	
				N3	0					
				N2	0,5					
				N1	1					
	Tempo de Retorno	28,6%		N4	0,5	$Y = -66,667*N + 133,34$ , para $N < 2$ anos $Y = -33,335*N + 66,67$ , para $N \geq 2$ anos	1,8	13,34	3,82	
				N3	1					
				N2	2					
				N1	4					
	TIR / TMA	33,3%		N3	1,2	$Y = 500*N - 500$	1,1	50	16,65	
				N2	1					
N1				0,9						
<b>Índice Financeiro (IF)</b>							<b>38,47</b>			

A Figura 4.13 apresenta o gráfico de perfil desempenho dos critérios do modelo para a Tecnologia A do exemplo.

O método de apoio à decisão prevê que índices entre 0 e 100 são considerados níveis de mercado (ENSSLIN, 2005) - predomínio das pontuações dos critérios entre os níveis 0 e 100 -, enquanto que valores acima de 100 são níveis de excelência atribuídos à tecnologia com grande rentabilidade - predomínio das pontuações dos critérios acima da linha 100. Já valores abaixo de 0 são considerados comprometedores, associados a tecnologias com pequeno rentabilidade ao projeto.

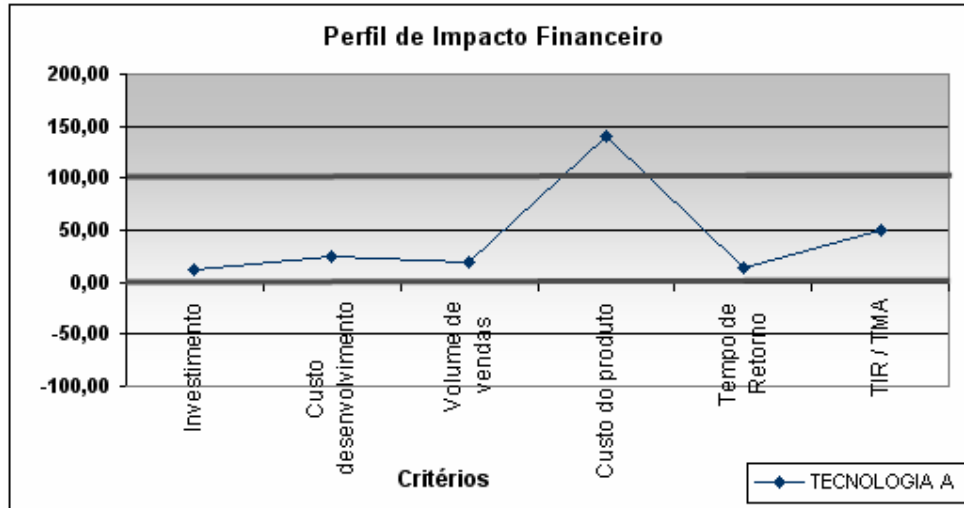


Figura 4.13 - Exemplo de gráfico do perfil de desempenho dos critérios em relação ao Impacto Financeiro

#### 4.6 CÁLCULO DO ÍNDICE GLOBAL

O cálculo do índice global será baseado na proposta de Davis (2003), que relaciona fatores críticos de risco com modelos tradicionais de avaliação financeira com o propósito de solucionar uma lacuna no julgamento de projetos.

Na abordagem a ser usada pela sistemática, a variável VPL da proposta de Davis foi alterada para índice financeiro (IF), enquanto que as demais variáveis de avaliação de risco foram substituídas pelo índice do impacto tecnológico (IT).

O índice global (IG) é calculado da seguinte forma (Equação 4.2):

$$IG = IT \times IF \quad \text{Equação 4.2}$$

O cálculo do índice global potencializa a avaliação financeira de uma tecnologia por meio de aspectos positivos relacionadas à inovação, capacidades da empresa e mercado / usuário. Desta forma é possível comparar tecnologias e tomar decisões relacionadas a alocações de recursos e investimentos com critérios mais transparentes.

Após o cálculo dos índices, é importante representar graficamente os resultados e comparar diferentes tecnologias conforme demonstrado na Figura 4.14. O gráfico é necessário, pois permite aos decisores avaliarem as tecnologias conforme estratégia de inovação da empresa por meio do posicionamento Tecnológico e Financeiro, e não apenas em relação ao índice global.

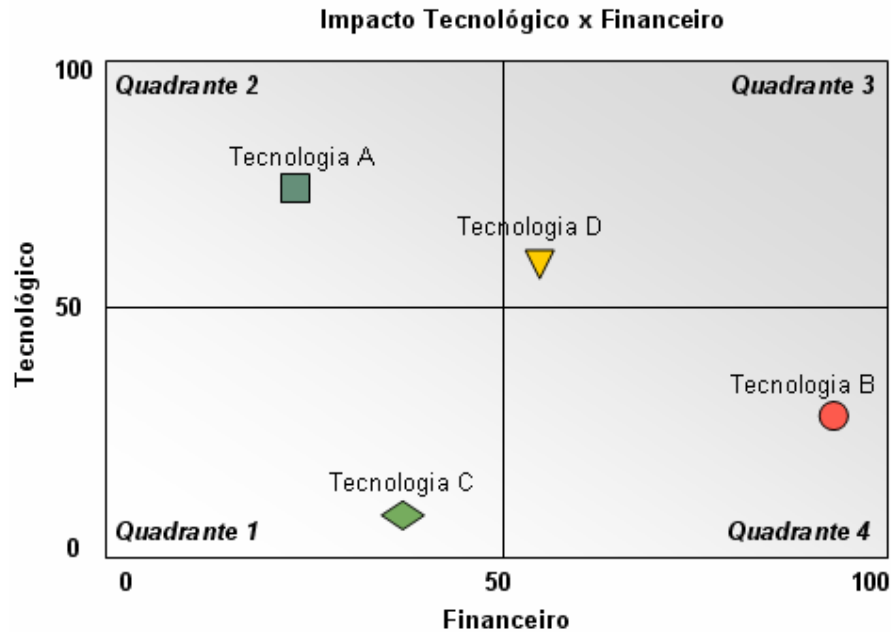


Figura 4.14 – Exemplo de gráfico impacto tecnológico x financeiro

O quadrante 1 do gráfico contém tecnologias com baixo índice de impacto tecnológico e baixo índice financeiro. Essas tecnologias, como o caso da Tecnologia C do exemplo, não devem ser adicionadas ao projeto até que, por meio do planejamento de ações para reduzir riscos, consiga-se transportá-la para os outros quadrantes do gráfico. No caso de ser inviável incrementar o índice de impacto tecnológico ou índice financeiro, a tecnologia deve ser desconsiderada.

O quadrante 2 do gráfico envolve tecnologias com alto índice de impacto tecnológico e baixo índice financeiro. Nesses casos, como o da Tecnologia A do exemplo, é desejável que se realize o planejamento de ações voltado à redução de riscos financeiros.

O quadrante 3 do gráfico envolve tecnologias com alto índice de impacto tecnológico e alto índice financeiro. Apesar de ser este o melhor posicionamento de tecnologias, sugere-se a execução das atividades de identificação e planejamento de riscos de forma a minimizar problemas não somente durante o desenvolvimento do produto, mas também após o lançamento no mercado.

O quadrante 4 do gráfico envolve tecnologias com baixo índice de impacto tecnológico e alto índice financeiro. Sugere-se nesses casos, como o da Tecnologia B do exemplo, que se realize o planejamento de ações voltado à redução de riscos da inovação tecnológica.

#### 4.7 ATIVIDADE DE IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS QUE NECESSITAM RESPOSTA

A identificação dos riscos envolve determinar quais riscos poderiam afetar o projeto. Para a identificação dos riscos sugere-se utilizar a pontuação dos critérios no modelo global de desempenho, listando os critérios com maior peso para o índice tecnológico e identificando na lista resultante os critérios com desempenho insatisfatório.

Para a identificação dos riscos para Inovação Tecnológica e Financeiros procurou-se identificar os grupos de critérios com maior peso do índice tecnológico. A Tabela 4.9 lista as taxas resultantes para cada grupo de critérios e os grupos selecionadas representando aproximadamente 50 % do peso total.

Tabela 4.9 – Critérios com potencial de risco

##### Riscos de Inovação Tecnológica

Área de Interesse 1	Taxa	Área de Interesse 2	Taxa	Taxa Resultante	Potenciais Riscos
Técnico	40%	Maturidade	25%	10%	
		Inovação	31%	12%	12%
		Testes	22%	9%	
		Normas	22%	9%	
Empresa	27%	Competências	40%	11%	11%
		Processo de Produção	33%	9%	
		Fornecedores	9%	2%	
		Alinhamento Estratégico	18%	5%	
Mercado	33%	Mercado / Negócio	48%	16%	16%
		Usuário / Aplicação	34%	11%	11%
		Concorrentes	18%	6%	
				<b>100%</b>	<b>50%</b>

##### Riscos Financeiros

Área de Interesse	Taxa	Potenciais Riscos
Investimento	14%	
Custo desenvolvimento	5%	
Volume de vendas	10%	
Custo do produto	10%	
Tempo de Retorno	29%	29%
TIR / TMA	33%	33%
	<b>100%</b>	<b>62%</b>

A seleção de riscos deve considerar todos os critérios que estão contidos na lista e possuem desempenho zero ou negativo, ou seja, igual ou inferior ao nível Neutro do critério.

Recomenda-se criar um plano de resposta para todos os critérios que representem risco ao projeto. Uma vez que o risco seja identificado, podem ser desenvolvidas respostas simples e eficazes para reduzi-lo.

#### 4.8 ATIVIDADE DE PLANEJAMENTO DA RESPOSTA A RISCOS

O planejamento de respostas a riscos é o processo pelo qual se desenvolvem opções e se determinam ações que venham a realçar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do projeto. Esse processo garante que os riscos identificados sejam tratados adequadamente. A eficácia do planejamento da resposta irá determinar diretamente se os riscos do projeto irão aumentar ou diminuir (PMI, 2000).

A estratégia de resposta a riscos deve ser selecionada de acordo com cada risco:

- Evitar: eliminar causa.
- Mitigar: reduzir impacto.
- Aceitar: viver com o risco.

Após selecionar a estratégia, devem ser desenvolvidas ações específicas para implementá-la. Para complementar o planejamento de resposta desenvolveu-se uma lista de recomendações (Tabela 4.10) para os potenciais riscos.

Tabela 4.10 – Lista de recomendações por área de interesse

Área de Interesse	Recomendação
<b>Maturidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avançar no desenvolvimento e aprovação técnica da tecnologia, mesmo que para isso seja necessário postergar o lançamento do produto a fim de possibilitar o aprendizado da nova tecnologia;</li> <li>- Realizar os testes exigidos para a aprovação, incluindo teste de vida dos componentes acelerado em laboratório;</li> <li>- Preparar protótipos funcionais e testá-los em todas as possíveis condições de uso;</li> <li>- Realizar a validação desde o nível de componente até o nível de produto;</li> <li>- Desenvolver processos de fabricação internamente ou em parceria com fornecedores.</li> </ul>



<b>Área de Interesse</b>	<b>Recomendação</b>
<b>Inovação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participação de especialistas de todas as áreas envolvidas para acumular bom nível de informações sobre o desenvolvimento;</li> <li>- Investir em pesquisa e capacitação dos profissionais para melhorar o conhecimento sobre a tecnologia;</li> <li>- Pesquisar detalhes sobre o processo de fabricação e uso da tecnologia, viabilidade e restrições;</li> <li>- Utilizar estratégia de desenvolvimento envolvendo projetos simultâneos ou paralelos;</li> <li>- Utilizar tecnologia em segmentos de mercado onde ela ainda não é largamente explorada;</li> <li>- Gerar diferenciação em relação aos concorrentes.</li> </ul>
<b>Competências</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Direcionar o desenvolvimento da tecnologia para o campo de competência da empresa, aproveitando os laboratórios e instalações da empresa;</li> <li>- Direcionar o lançamento da tecnologia para o campo de competência da empresa, aproveitando competências de <i>marketing</i>, vendas e canais de distribuição;</li> <li>- Estruturar o processo de desenvolvimento de produtos, por meio da aplicação de metodologia de projeto como QFD, lista de verificação, síntese de funções, métodos de criatividade, entre outras;</li> <li>- Investir em pesquisa e capacitação dos profissionais para melhorar o conhecimento sobre o processo de desenvolvimento de produto;</li> <li>- Investir em laboratórios para certificar as tecnologias desenvolvidas.</li> </ul>
<b>Processo de Produção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver a tecnologia direcionando para processos de fabricação e equipamentos disponíveis na empresa;</li> <li>- Durante o desenvolvimento da tecnologia, atentar para os produtos existentes de forma manter a flexibilidade de produção e evitar aumento excessivo no número de componentes na manufatura.</li> </ul>
<b>Mercado / Negócio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar técnicas de pesquisa de mercado para identificar oportunidades de mercado e necessidades potenciais para ampliar a fatia de mercado ou criar novos segmentos de mercado;</li> <li>- Utilizar técnicas de análise da concorrência, tais como “<i>Teardown</i>”, para criar conhecimento sobre os produtos concorrentes identificando boas práticas e pontos fracos;</li> <li>- Direcionar o desenvolvimento das tecnologias para as lacunas existentes no portfólio de produto;</li> <li>- Desenvolver um plano de <i>marketing</i> visando familiarizar o usuário à nova tecnologia.</li> </ul>

Área de Interesse	Recomendação
<b>Usuário / Aplicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realização de <i>workshops</i> e clínicas com os consumidores para entender o valor e benefício da idéia, bem como necessidades e requisitos dos consumidores;</li> <li>- Realizar teste de campo com produtos funcionais, buscando identificar pontos de melhoria na tecnologia em estudo;</li> <li>- Análise preliminar de Segurança e usabilidade;</li> <li>- Identificar reclamações e sugestões de clientes provenientes de dados de campo como o objetivo de explorar oportunidades de melhoria.</li> </ul>
<b>Financeiro (Tempo de Retorno / TIR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rever custos, investimentos, margem de lucro e preço de venda, identificando oportunidades para maximizar o resultado financeiro.</li> </ul>

#### 4.9 ATIVIDADE DE AVALIAÇÃO DA AÇÃO DE REDUÇÃO DE RISCOS

A atividade de avaliação da ação tem o objetivo de identificar o novo impacto que a tecnologia em estudo trará para o projeto e reexaminar os riscos identificados após a execução das respostas.

Após as ações, é necessário retornar à atividade de identificação do impacto tecnológico, calcular novo índice de impacto tecnológico, índice financeiro e índice global considerando as melhorias resultantes das ações de resposta. Desta forma é possível reposicionar a tecnologia no gráfico de impacto e tomar decisões em relação à continuidade do projeto.

#### 4.10 CONSIDERAÇÕES SOBRE A SISTEMÁTICA

A elaboração da sistemática apresentada nos itens anteriores resultou do embasamento teórico da revisão bibliográfica e nas recomendações de especialistas em projeto da indústria de linha branca. Os níveis de desempenho para avaliação financeira são valores de referência para indústria de linha branca para o ano 2007 e devem ser atualizados conforme tipo de negócio e período da avaliação da tecnologia.

Recomenda-se aplicar a sistemática nas atividades de avaliação e seleção de idéias e conceitos dentro do Planejamento de Produtos e Projeto Conceitual com o objetivo de avaliar impacto de tecnologias e selecionar tecnologias por meio da comparação entre os índices obtidos. Entretanto, os índices devem ser atualizados

sempre que ações relevantes alterem a situação da tecnologia ou o contexto de mercado.

O uso contínuo da sistemática possibilitará à empresa gerar um banco de dados de avaliações, que auxiliarão em decisões envolvendo tecnologias relacionadas aos futuros projetos.

No próximo capítulo será apresentado um estudo de caso com aplicação da sistemática para avaliar performance de tecnologias por meio de um problema da indústria de linha branca.

# **CAPÍTULO VI**

## **5 AVALIAÇÃO DA SISTEMÁTICA - ESTUDO DE CASO**

---

### **5.1 INTRODUÇÃO**

Uma vez feita uma apresentação da proposta da Sistemática para Avaliar Impacto da Inovação Tecnológica de Produtos, cabe avaliar o nível de aderência que a sistemática possui em relação a problemas reais encontrados na indústria. Assim, considerou-se indispensável incluir na pesquisa esta avaliação, a ser aplicada em uma indústria da linha branca.

Tendo em vista o objetivo desta pesquisa e o tema em questão decidiu-se utilizar a técnica de estudo de caso e, por meio da sistemática, avaliar o impacto de três tecnologias em estudo.

A apresentação das informações do estudo de caso buscou seguir a mesma estrutura existente na sistemática e é seguida pela validação da sistemática por meio da análise de sensibilidade e frente à percepção dos engenheiros de produto envolvidos durante seu desenvolvimento.

### **5.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA SELECIONADO PARA O ESTUDO DE CASO**

Durante o desenvolvimento deste trabalho de dissertação houve a oportunidade de aplicar o conhecimento adquirido no mestrado em uma empresa multinacional do segmento de eletrodomésticos da linha branca. Entende-se por linha branca equipamentos tais como, condicionadores de ar, lavadoras de louça, lavadoras de roupa, refrigeradores, fogões e fornos microondas.

Esta oportunidade consistia em aplicar a sistemática na fase de Projeto Conceitual do desenvolvimento de um fogão. O problema selecionado está relacionado com a avaliação do impacto de tecnologias para o painel de controle para um fogão.

Embora se considere muito mais conveniente para a validação desta sistemática, apresentar neste capítulo detalhadamente o conceito de cada tecnologia,

isto não será possível devido ao sigilo exigido pela empresa. Entretanto, pode-se definir resumidamente as tecnologias em estudo como sendo:

Tecnologia A - Controle mecânico sem mostrador digital;

Tecnologia B - Controle mecânico com mostrador digital;

Tecnologia C - Painel de controle com tela LCD e controle *Touch Screen*.

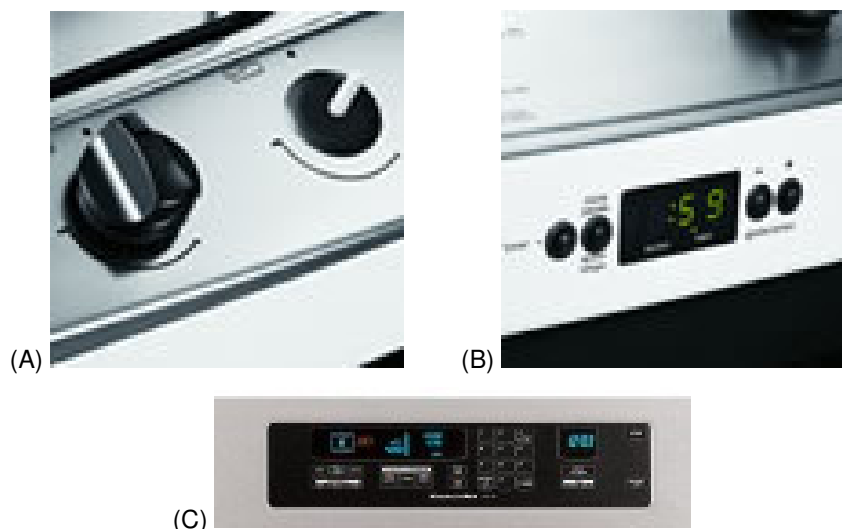


Figura 5.1 – Exemplo de Tecnologias para Painéis de Controle de Fogões

### 5.3 APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

A aplicação do modelo seguirá as atividades da sistemática proposta para comparar tecnologias de convecção para cavidade de forno.

#### ***Atividade de Classificação da Inovação***

Nesta atividade as tecnologias serão classificadas quanto à categoria de inovação de produto e inovação para o mercado. Para as tecnologias em estudo, a categoria de produto a ser considerada é a de novas plataformas, já que o projeto em desenvolvimento envolve a criação de uma plataforma de produto completamente nova para a empresa.

Em relação à categoria de inovação, a Tecnologia A é classificada como não inovadora, pois está disponível em outros produtos do mesmo segmento de mercado. A Tecnologia B recebe a classificação de “Significativo aperfeiçoamento tecnológico para Cliente” pois apesar de estar disponível em outros produtos do mesmo segmento de mercado, ela receberá funções adicionais que aumentarão seu desempenho. E finalmente a Tecnologia C é classificada como “Inovação para Cliente” já que ainda

não está disponível no segmento de mercado em estudo. A Tabela 5.1 apresenta a classificação das tecnologias.

Feita a classificação, pode-se posicionar as tecnologias A, B e C no gráfico de balanceamento de inovação (Figura 5.2) e determinar os índices CP e CI conforme sua proximidade das linhas de referência da escala do gráfico (0,25; 0,50; 0,75; 1).

Sendo as tecnologias em estudo relacionadas ao mesmo projeto, a categoria de produto é a mesma para os três conceitos, variando somente o tipo de inovação para o mercado. Em relação categoria de produto, a equipe de projeto optou por usar o índice CP igual a 0,6 já que todas as tecnologias se relacionam com um projeto envolvendo nova plataforma, entretanto bastante similar a plataforma já existente.

A partir dos índices CP e CI calcula-se o índice de inovação (Tabela 5.1).

Tabela 5.1– Classificação das tecnologias e índice de inovação

TECNOLOGIA	Categoria de produto	Categoria de Inovação	Índice de Inovação
Tecnologia A	Novas Plataformas (CP = 0,6)	Não Inovador (CI = 0,1)	Inovação <sub>A</sub> = 0,06
Tecnologia B	Novas Plataformas (CP = 0,6)	Aperfeiçoamento tecnológico para Cliente (CI = 0,4)	Inovação <sub>B</sub> = 0,24
Tecnologia C	Novas Plataformas (CP = 0,6)	Inovação para Cliente (CI = 0,7)	Inovação <sub>C</sub> = 0,42

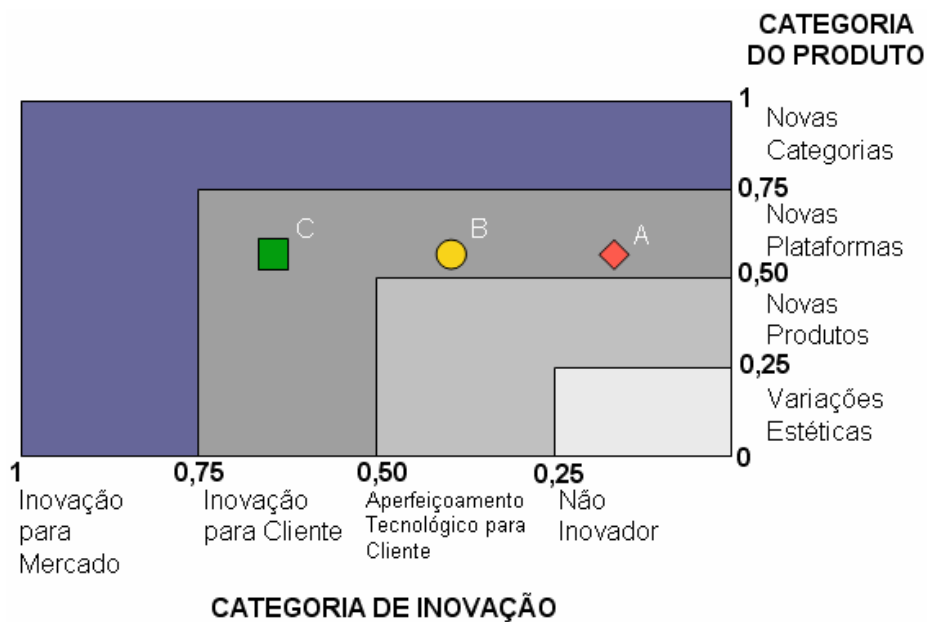


Figura 5.2 – Balanceamento da Inovação

O valor do índice indica melhor performance de inovação da tecnologia C em relação a A e B. Estrategicamente, o projeto em análise tem como requisito ser inovador em relação aos concorrentes. Portanto, a equipe de projeto decidiu filtrar nesta atividade somente conceitos com índice de inovação superior a 0,1, permanecendo no estudo somente os conceitos B e C. Na próxima atividade será avaliada em mais detalhes a diferença de impacto entre as duas tecnologias selecionadas.

### **Atividade de Avaliação do Impacto**

Para avaliar o impacto tecnológico, submete-se as tecnologias em estudo ao modelo global MCDA desenvolvido no item 4.1.1 do capítulo anterior.

A Tabela 5.2 apresenta o perfil de desempenho dos critérios das tecnologias na forma matricial. Na tabela, colunas compreendidas entre “Área” e “Escala de Valor” representam o modelo de avaliação criado, enquanto que as colunas “Tecnologia B” e “Tecnologia C” representam o desempenho das tecnologias em estudo.

Concluindo a valoração de cada critério (Tabela 5.2), encontrou-se o perfil de desempenho das duas tecnologias avaliadas e calculou-se o índice do impacto tecnológico (IT) para cada tecnologia, que resultou em:

$$IT_B = 72$$

$$IT_C = 81$$

Maiores valores do índice indicam grande impacto positivo ao projeto. O índice indica superioridade de impacto tecnológico da Tecnologia C em relação a B ( $IT_B = 72$ ;  $IT_C = 81$ ), mas com pequena diferença (inferior a 9%).

Conclui-se também que na avaliação da área de interesse “Mercado” a Tecnologia C mostrou-se bastante superior (24% contra 13%), fato que já era esperado por apresentar maior diferenciação a Tecnologia C. Pode-se relacionar este resultado com o alto índice de inovação da Tecnologia C, pois os critérios para Mercado envolvem a vantagem competitiva de um conceito em relação a outro. Em relação à área de interesse “Técnico” e “Empresa” a Tecnologia B apresentou pequena superioridade (35% contra 33% e 25% contra 24%).

A Figura 5.3 exhibe graficamente o perfil de desempenho dos critérios das tecnologias. A análise do gráfico indica a consistência do modelo, devido à concentração de pontos no nível de mercado (entre Bom e Neutro, ou seja, entre 0 e 100).

Tabela 5.2 – Perfil de desempenho das Tecnologias B e C (Impacto Tecnológico)

Área	Critério	Taxa	Taxa Resultante	Escala de Valor				TECNOLOGIA B			TECNOLOGIA C		
				N1	N2	N3	N4	Nível	Desemp.	Valoracao	Nível	Desemp.	Valoracao
<b>Técnico</b>		<b>40%</b>							<b>35</b>			<b>33</b>	
<b>Maturidade</b>		<b>25%</b>											
	Maturidade	40%	4%	-63%	0%	38%	100%	N4	100%	4,0	N3	38%	1,5
	Expectativa de Vida	4%	0,4%	0%	20%	100%		N2	20%	0,1	N3	100%	0,4
	Colocação no Mercado	23%	2%	-44%	0%	22%	100%	N4	100%	2,3	N3	22%	0,5
	Disponibilidade	33%	3%	0%	67%	100%		N3	100%	3,3	N3	100%	3,3
<b>Inovação</b>		<b>31%</b>											
	Viabilidade Técnica	22%	3%	-60%	0%	80%	100%	N4	100%	2,7	N4	100%	2,7
	Manufaturabilidade	22%	3%	-67%	0%	33%	100%	N3	33%	0,9	N3	33%	0,9
	Domínio Tecn. Mercado	10%	1%	0%	57%	100%		N3	100%	1,2	N2	57%	0,7
	Domínio Tecn. Empresa	20%	2%	-66%	0%	67%	100%	N4	100%	2,5	N3	67%	1,7
	Inovação para Mercado	16%	2%	0%	25%	100%	150%	N1	0%	0,0	N4	150%	3,0
	Inovação para Empresa	10%	1%	0%	25%	100%	150%	N1	0%	0,0	N4	150%	1,9
<b>Testes</b>		<b>22%</b>											
	Aprovação de Testes	30%	3%	0%	11%	67%	100%	N4	100%	2,6	N4	100%	2,6
	Condições de Testes	30%	3%	0%	80%	100%		N3	100%	2,6	N2	80%	2,1
	Protótipos	22%	2%	0%	80%	100%		N3	100%	1,9	N2	80%	1,5
	Índice de Falha	12%	1%	0%	100%	150%		N3	150%	1,6	N2	100%	1,1
	Padronizar Testes	6%	1%	0%	50%	100%		N3	100%	0,5	N3	100%	0,5
<b>Normas</b>		<b>22%</b>											
	Existência de Normas	5%	0,4%	0%	80%	100%		N3	100%	0,4	N3	100%	0,4
	Necessidade ambiental	10%	1%	0%	50%	100%		N2	50%	0,4	N2	50%	0,4
	Normas Mercado Interno	30%	3%	0%	50%	100%		N3	100%	2,6	N3	100%	2,6
	Normas Mercado Externo	30%	3%	0%	50%	100%		N3	100%	2,6	N3	100%	2,6
	Normas Internas	25%	2%	0%	50%	100%		N3	100%	2,2	N3	100%	2,2
<b>Empresa</b>		<b>27%</b>							<b>25</b>			<b>24</b>	
<b>Competências</b>		<b>40%</b>											
	Recursos físicos	30%	3%	0%	67%	100%		N3	100%	3,2	N3	100%	3,2
	Competências técnicas	30%	3%	-70%	0%	100%		N3	100%	3,2	N3	100%	3,2
	Experiência da Equipe	30%	3%	0%	70%	100%		N3	100%	3,2	N3	100%	3,2
	Competências Marketing	5%	1%	0%	50%	100%		N3	100%	0,5	N3	100%	0,5
	Experiência ass técnica	5%	1%	0%	50%	100%		N3	100%	0,5	N2	50%	0,3
<b>Processo de Produção</b>		<b>33%</b>							<b>0,0</b>				
	Alinhamento produção	18%	2%	0%	67%	100%		N3	100%	1,6	N3	100%	1,6
	Implementar produção	18%	2%	0%	50%	100%		N3	100%	1,6	N2	50%	0,8
	Conhecer processo	20%	2%	0%	50%	100%		N3	100%	1,8	N3	100%	1,8
	Capacidade produtiva	12%	1%	0%	100%	130%		N2	100%	1,1	N2	100%	1,1
	Flexibilidade da produção	12%	1%	0%	67%	100%		N2	67%	0,7	N2	67%	0,7
	Custo da produção	14%	1%	0%	100%	140%		N2	100%	1,2	N1	0%	0,0
	Impacto ambiental	6%	1%	0%	67%	100%		N2	67%	0,4	N2	67%	0,4
<b>Fornecedores</b>		<b>9%</b>											
	Disponibilidade Fornecedor	50%	1%	0%	11%	80%	100%	N4	100%	1,2	N4	100%	1,2
	Experiência Fornecedor	50%	1%	0%	67%	100%		N3	100%	1,2	N3	100%	1,2
<b>Alinhamento Estratégico</b>		<b>18%</b>											
	Alinhamento Estratégico	33%	2%	0%	50%	100%		N2	50%	0,8	N3	100%	1,6
	Plano de expansão	25%	1%	0%	50%	100%		N3	100%	1,2	N3	100%	1,2
	Imagem Empresa / Marca	33%	2%	0%	67%	100%		N2	67%	1,1	N3	100%	1,6
	Comprometimento áreas	9%	0,4%	0%	33%	100%		N3	100%	0,4	N3	100%	0,4
<b>Mercado</b>		<b>33%</b>							<b>13</b>			<b>24</b>	
<b>Mercado / Negócio</b>		<b>48%</b>											
	Fatia de mercado	14%	2%	-50%	0%	80%	100%	N2	0%	0,0	N3	80%	1,8
	Segmento de mercado	13%	2%	0%	67%	100%		N1	0%	0,0	N1	0%	0,0
	Lacunhas de mercado	13%	2%	0%	100%			N1	0%	0,0	N2	100%	2,1
	Balaceamento portfólio	13%	2%	0%	50%	100%		N2	50%	1,0	N3	100%	2,1
	Tendências de mercado	9%	1%	0%	17%	100%		N2	17%	0,2	N3	100%	1,4
	Avanços no mercado	13%	2%	0%	100%			N1	0%	0,0	N1	0%	0,0
	Ciclo de vida do produto	8%	1%	0%	80%	100%		N1	0%	0,0	N2	80%	1,0
	Vantagem competitiva	13%	2%	0%	67%	100%		N2	67%	1,4	N3	100%	2,1
	Plano de marketing	4%	1%	0%	50%	100%		N3	100%	0,6	N3	100%	0,6
<b>Usuário / Aplicação</b>		<b>34%</b>							<b>0,0</b>				
	Necessidade consumidor	26%	3%	0%	11%	67%	100%	N3	67%	2,0	N4	100%	2,9
	Agregação de funções	17%	2%	0%	100%			N1	0%	0,0	N2	100%	1,9
	Aceitação / Resposta	26%	3%	0%	33%	100%		N3	100%	2,9	N3	100%	2,9
	Satisfação de clientes	14%	2%	0%	100%			N1	0%	0,0	N1	0%	0,0
	Pesquisa com cliente	12%	1%	0%	80%	100%		N2	80%	1,1	N2	80%	1,1
	Origem da Especificação	5%	1%	0%	40%	100%		N3	100%	0,6	N3	100%	0,6
<b>Concorrentes</b>		<b>18%</b>							<b>0,0</b>				
	Tecnologia concorrente	26%	2%	0%	80%	100%		N2	80%	1,2	N3	100%	1,5
	Viabilidade de cópia	19%	1%	0%	67%	100%		N1	0%	0,0	N1	0%	0,0
	Novas patentes	21%	1%	0%	100%			N1	0%	0,0	N1	0%	0,0
	Obsolescência	8%	0,5%	0%	100%			N1	0%	0,0	N2	100%	0,5
	Sigilo	20%	1%	0%	100%			N2	100%	1,2	N2	100%	1,2
	Avaliação de concorrente	6%	0,4%	0%	100%			N2	100%	0,4	N2	100%	0,4
<b>Índice do Impacto Tecnológico (IT)</b>			<b>100</b>						<b>72</b>			<b>81</b>	



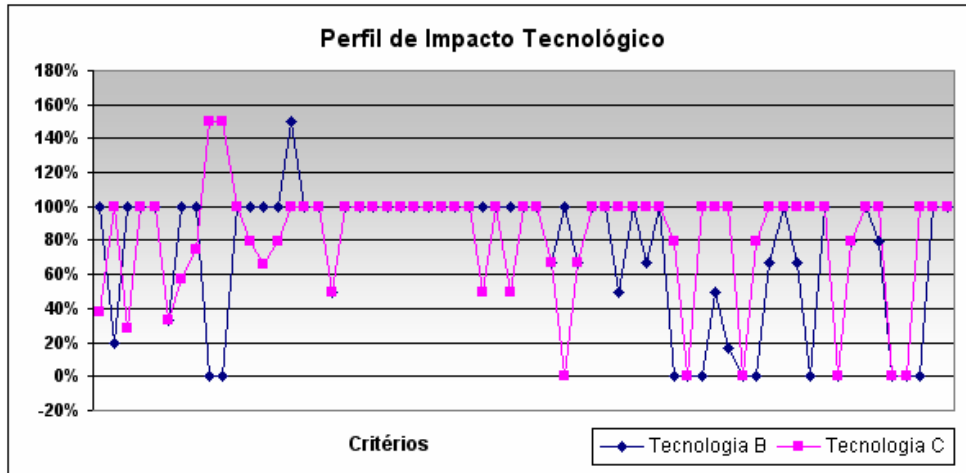


Figura 5.3 - Gráfico do perfil de desempenho das Tecnologias B e C em relação ao Impacto Tecnológico

**Atividade de Avaliação Financeira**

Nesta atividade faz-se necessário calcular inicialmente os indicadores financeiros para cada tecnologia. Devido a confidencialidade do projeto não será possível detalhar os valores envolvidos, somente serão apresentados os totais de cada critério. É importante ressaltar que os indicadores apresentados são referentes ao retorno esperado do uso da tecnologia, e não do projeto completo. Os indicadores financeiros estão apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Indicadores financeiros

<b>Critério</b>	<b>Tecnologia B</b>	<b>Tecnologia C</b>
Investimento Total	Compra de ferramenta para painel frontal = R\$ 250.000	Compra de ferramenta para painel frontal = R\$ 250.000
Custo total do desenvolvimento	RH, Laboratório, Protótipos = R\$ 19.000	RH, Laboratório, Protótipos = R\$ 31.000
Incremento no Volume de vendas	0,3%	1,5%
Incremento no Custo do produto	0,1%	0,8%
Tempo de Retorno de investimento	1,3 anos	1,5 anos
TIR / TMA	1,17	1,06

Em seguida, aplica-se os indicadores no modelo MCDA de avaliação financeira para gerar o perfil de desempenho e o índice financeiro (Tabela 5.4 e Figura 5.4).

Tabela 5.4 – Perfil de desempenho das Tecnologias B e C em relação à Avaliação Financeira

Área	Critério	TECNOLOGIA B			TECNOLOGIA C		
		Nível	Desemp.	Valoração	Nível	Desemp.	Valoração
Financeiro	Investimento	R\$ 250.000	51,35	7,3	R\$ 250.000	51,35	7,3
	Custo desenvolvimento	R\$ 19.000	100,5	4,8	R\$ 31.000	94,5	4,5
	Volume de vendas	0,3	-20	-1,9	1,5	40	3,8
	Custo do produto	0,1	80	7,6	0,8	-15	-1,4
	Tempo de Retorno	1,3	46,67	13,3	1,5	33,34	9,5
	TIR / TMA	1,17	85	28,3	1,06	30	10,0
	<b>Índice Financeiro (IF)</b>			<b>60</b>			<b>34</b>

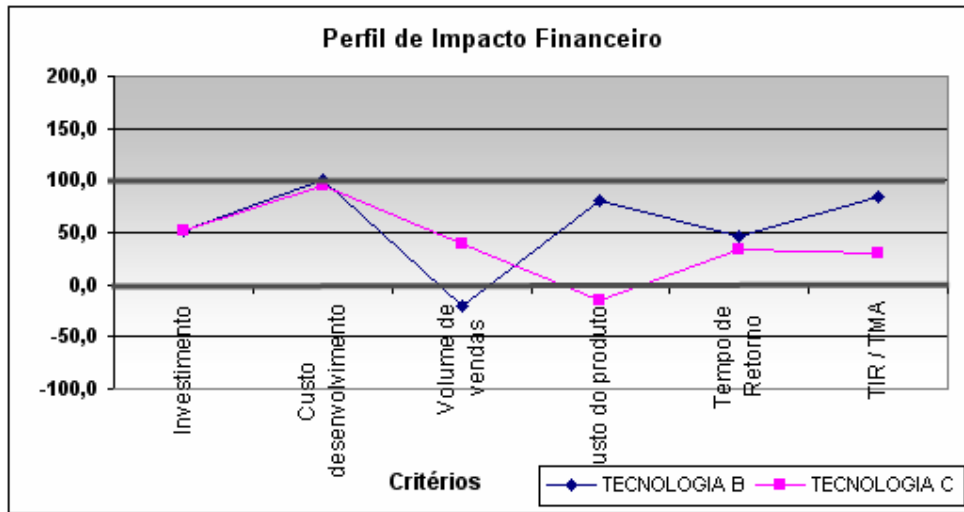


Figura 5.4 - Gráfico do perfil de desempenho das Tecnologias A e B em relação ao Impacto Financeiro

Os índices financeiros resultantes foram:

$$IF_B = 60$$

$$IF_C = 34$$

Os resultados dos índices indicam melhor performance financeira para Tecnologia B.

**Cálculo do Índice Global**

O índice global (IG) é calculado com o produto do índice de impacto tecnológico com índice financeiro, que resultou em:

$$IG_B = 43$$

$$IG_C = 28$$

Apesar da ampla diferença entre os índices, a empresa ainda pode optar pela tecnologia C, dependendo da estratégia tecnológica. Após o cálculo dos índices, é possível representar graficamente os resultados e comparar diferentes tecnologias conforme demonstrado na Figura 5.5.

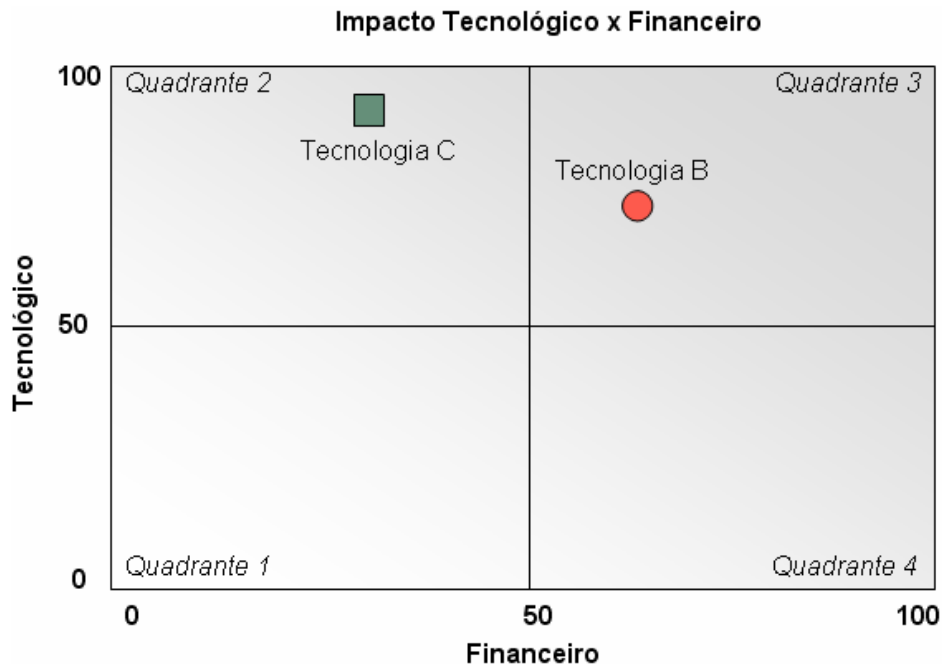


Figura 5.5 - Impacto tecnológico x financeiro das Tecnologias B e C

#### ***Atividade de identificação de riscos que necessitam resposta***

A identificação dos riscos envolve determinar quais riscos poderiam afetar o projeto. Inicialmente, lista-se os critérios do modelo MCDA com maior peso para o índice tecnológico em cada classe de projeto.

A Tabela 4.9 traz o grupo de critérios identificados para a classe “Novas Plataformas”, onde se enquadram as tecnologias em estudo. Para “Novas Plataformas”, os critérios com maior peso estão situados nos Pontos de Vista: (i) Inovação; (ii) Competências; (iii) Processo de Produção; (iv) Mercado / Negócio. Também devem ser considerados os critérios (i) TIR e (ii) Tempo de Retorno.

Em seguida, identifica-se no grupo selecionado, os critérios com desempenho insatisfatório. Considera-se para a pesquisa desempenho zero ou negativo, ou seja, igual ou inferior ao nível Neutro do critério. A Tabela 5.5 traz o resumo dos riscos.

Nota-se que os riscos identificados para a Tecnologia B estão relacionados com sua baixa inovação e pequena influência sobre a situação do mercado. Já para a Tecnologia C, destacam-se riscos relacionados a custo.

Na atividade seguinte será criado um plano de resposta para todos os critérios que representem risco ao projeto.

Tabela 5.5 - Lista de critérios que apresentam risco

<b>Critério</b>	<b>Tecnologia B</b>	<b>Tecnologia C</b>
Inovação para Mercado	Risco	
Inovação para Empresa	Risco	
Custo de Produção		Risco
Fatia de Mercado	Risco	
Segmento de Mercado	Risco	Risco
Lacunas de Mercado	Risco	
Avanços no Mercado	Risco	Risco
Ciclo de Vida do Produto	Risco	
Agregação de funções	Risco	
Satisfação de clientes	Risco	Risco
Volume de Vendas	Risco	
Custo do Produto		Risco

#### **Atividade de planejamento da resposta a riscos**

Baseado na lista de recomendações geradas no item 4.8, nesta atividade serão planejadas ações de resposta aos riscos para as tecnologias em estudo.

##### **Tecnologia B - Controle mecânico com mostrador digital**

- Gerar diferenciação no uso da tecnologia por meio de adição de controle mecânico do tipo *push-push*;
- Desenvolver conceitos paralelos para minimizar riscos relacionados a inviabilidade de aplicação da tecnologia;
- Reposicionar o produto no portfólio da empresa reduzindo seu preço de venda, e em relação aos concorrentes para ampliar a fatia de mercado.

**Tecnologia C - Painel de controle com tela LCD e controle *Touch Screen***

- Identificar fornecedores que oferecem a mesma tecnologia a preço reduzido;
- Realizar nova pesquisa de mercado para identificar oportunidades de mercado e necessidades potenciais para ampliar a fatia de mercado ou criar novos segmentos de mercado;
- Rever outros custos do produto identificando oportunidades para maximizar o resultado financeiro.

**Atividade de avaliação da ação de redução de riscos**

A atividade de avaliação da ação tem o objetivo de identificar o novo impacto que a tecnologia em estudo trará para o projeto considerando as melhorias resultantes das ações de resposta e reexaminar os riscos identificados.

Devido ao prazo de conclusão da dissertação, não foi possível acompanhar a conclusão de todas as ações de resposta ao risco. Portanto, parte das ações tiveram seu resultado simulado para se obter os novos índices das tecnologias.

Inicialmente foram identificados os critérios que teriam seus desempenhos alterados em função das ações planejadas. Os critérios que tiveram seu desempenho alterado estão destacados em cinza nas Tabela 5.7 e Tabela 5.6.

Para exemplificar a simulação pode-se citar o critério “Inovação para Mercado” que avaliação inicial teve desempenho de 0% (nível do critério igual a N1) para a Tecnologia B (Tabela 5.2) pois já existia em produtos disponíveis no mercado. Com a adição do controle do tipo *push-push* a tecnologia passa a ter pequena inovação e conseqüentemente o nível do critério é alterado para N2, conforme Tabela 4.3 que corresponde a 25%.

Com os novos níveis dos critérios foi possível calcular novos índices para as tecnologias.

Novo Índice de impacto tecnológico:

$$IT_B = 79$$

$$IT_C = 82$$

Novo Índice Financeiro:

$$IF_B = 97$$

$$IF_C = 59$$

Novo Índice Global:

$$IG_B = 77$$

$$IG_C = 48$$



Tabela 5.7 – Novo perfil de desempenho das Tecnologias B e C em relação à Avaliação Financeira

Área	Critério	TECNOLOGIA B			TECNOLOGIA C		
		Nível	Desemp.	Valoracao	Nível	Desemp.	Valoracao
Financeiro	Investimento	R\$ 250.000	51,35	7,3	R\$ 250.000	51,35	7,3
	Custo desenvolvimento	R\$ 19.000	100,5	4,8	R\$ 31.000	94,5	4,5
	Volume de vendas	1	50	4,8	1,9	56	5,3
	Custo do produto	0,15	70	6,7	0,7	-10	-1,0
	Tempo de Retorno	1,14	57,34	16,4	1,35	43,34	12,4
	TIR / TMA	1,34	170	56,6	1,18	90	30,0
	<b>Índice Financeiro (IF)</b>			<b>97</b>			<b>59</b>

A Figura 5.6 mostra o posicionamento das tecnologias para o novo índice global. A simulação de implementação das ações planejadas resultou em grande melhora nos índices das tecnologias, principalmente em relação à avaliação financeira. Apesar da tecnologia C apresentar desempenho financeiro muito inferior a Tecnologia B, as ações de resposta possibilitarão posicioná-la no quadrante 3 de impacto.

Concluindo a análise, a equipe de projeto decidiu dar continuidade ao desenvolvimento do produto selecionando a Tecnologia B.

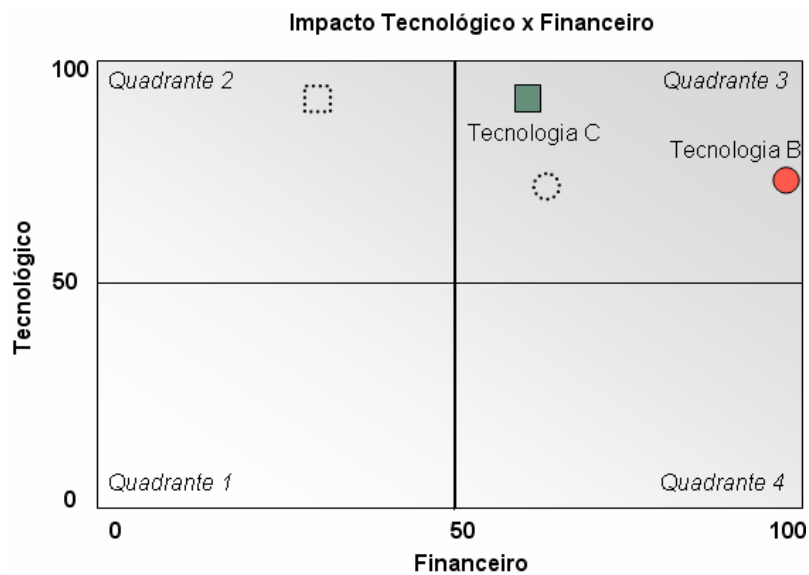


Figura 5.6 – Nova gráfico de impacto tecnológico x financeiro das Tecnologias B e C

#### 5.4 ANÁLISE DA VALIDADE DA SISTEMÁTICA

A análise da validade da sistemática pode ser realizada por meio de análise de sensibilidade do modelo multicritério de avaliação de tecnologias. Desta forma pode-se

determinar a robustez das respostas do modelo caso ocorram variações de seus parâmetros. A análise de sensibilidade procura validar os resultados obtidos com o modelo a partir de variações na taxa de substituição de um dos pontos de vista (CORRÊA, 1996).

Um dos parâmetros do modelo que mais pode influenciar o resultado final da avaliação é a taxa de substituição. Portanto, é aconselhável que o modelo seja estável a pequenas variações nas taxas de substituição dos critérios (variações em torno de 10%) (ENSSLIN, 2001).

A análise de sensibilidade baseada nas variações de taxas de substituição do modelo é feita alterando-se estes parâmetros e verificando as modificações que possam ocorrer na avaliação. Se o resultado sofrer grandes alterações devido a pequenas flutuações nas taxas de substituição, o modelo não é robusto em relação a este parâmetro.

O que se pretende com a análise de sensibilidade feita de forma gráfica é traçar retas que representem a avaliação global das alternativas em função da taxa de substituição de um dos critérios do modelo.

A Figura 5.7 mostra a análise de sensibilidade para "Maturidade". A linha vertical vermelha indica a taxa do critério, neste caso 25%. A variação da pontuação de cada tecnologia em função da variação a taxa do critério está plotada no gráfico.

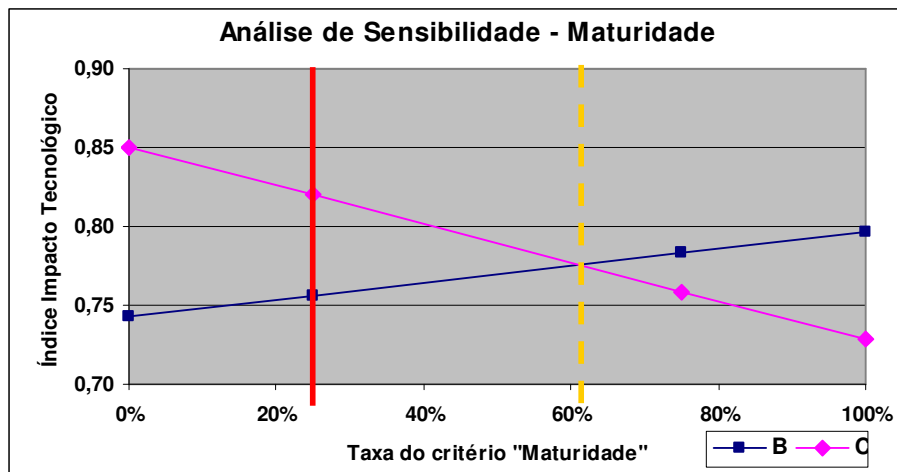


Figura 5.7 - Análise de Sensibilidade do modelo quando à taxa de Maturidade

As linhas na parte superior do gráfico revelam as opções mais atrativas com a variação da taxa do critério. Pode-se observar que para a taxa do critério variando entre 0 e 62% a tecnologia C é recomendada. Já para a taxa entre 62 e 100% a tecnologia B torna-se mais adequada. Apesar da inversão das curvas, o gráfico mostra



---

robustez do modelo em relação a variação da taxa de Maturidade, já que somente mudanças acima de 40% do valor trarão alterações na classificação das tecnologias. O Apêndice IV apresenta a análise de sensibilidade para os demais critérios. No apêndice pode-se perceber o mesmo comportamento robusto para todos os critérios.

# CAPÍTULO VII

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

---

### 6.1 CONCLUSÕES

Ao propor o desenvolvimento da sistemática na parte introdutória da pesquisa, demonstrou-se a necessidade de uma sistematização prática e flexível que avaliasse os futuros tecnológicos do mercado aliado aos objetivos estratégicos das empresas. O objetivo principal do trabalho era desenvolver uma sistemática para a avaliação do impacto da inovação tecnológica de produtos, integrando os estudos de previsão tecnológica e análise de futuros tecnológicos de produtos.

Para atender o objetivo geral foi inicialmente realizada uma revisão da literatura envolvendo projeto de produto, inovação tecnológica e metodologias de avaliação e seleção de tecnologias. Em relação aos métodos para seleção de projetos e/ou conceitos, algumas pesquisas apontaram problemas relacionados ao pequeno embasamento teórico ou dificuldade de aplicação. Além dos problemas mencionados, constata-se pouca importância em considerações tecnológicas entre os modelos, fato que dificulta sua utilização como método de avaliação de tecnologias.

Porém, os métodos estudados foram úteis para identificar as melhores práticas em seleção e avaliação de projetos, servindo como subsídios para elaboração da sistemática. Entre os métodos estudados, destacou-se a metodologia multicritério de apoio a decisão MCDA. Esta técnica, diferente dos modelos tradicionais, possibilita a comparação de conceitos seguindo critérios padronizados e com mínima ambigüidade.

O desenvolvimento da sistemática envolveu a aplicação da metodologia MCDA e várias entrevistas com especialistas em desenvolvimento de produtos. Durante as entrevistas, os decisores demonstraram o desejo de se estruturar a avaliação de tecnologias com critérios claros que facilitassem o processo de inovação tecnológica.

A sistemática resultante é composta de sete atividades principais: (i) classificação da inovação; (ii) avaliação do impacto da inovação; (iii) avaliação financeira; (iv) cálculo do índice global; (v) identificação dos riscos que necessitam resposta; (vi) planejamento da resposta aos riscos; e (vii) avaliação da ação.

As principais dificuldades na sua elaboração estavam relacionadas ao detalhamento dos critérios por meio de níveis, respeitando a opinião de todos os especialistas envolvidos.

O estudo de caso realizado traz importantes informações para a aplicação da sistemática. Por meio dele foi possível realizar a análise de sensibilidade do modelo, como também comprovar a importância da sistemática para as decisões de projeto. Conclui-se com o estudo de caso, que os índices gerados podem ser tratados de diferentes formas, dependendo da fase em que se encontra o projeto e também da estratégia tecnológica da organização.

De forma geral, foi possível responder as questões orientativas estabelecidas no Capítulo I. Por meio da sistemática será possível avaliar o impacto de uma nova tecnologia sobre o desenvolvimento do produto, como também avaliar o grau de maturidade de determinada tecnologia.

É importante ressaltar que para implantar o uso da sistemática em qualquer organização, faz-se necessário a atualização dos critérios financeiros. Adicionalmente, por ser direcionada a indústria de linha branca, caso empresas de outros segmentos desejem aplicá-la, estas deverão rever detalhadamente os critérios que compõem os modelos propostos.

O trabalho desenvolvido permitiu estruturar o processo de avaliação do impacto da inovação tecnológica, minimizando as incertezas e riscos de projeto, e potencializar as oportunidades no desenvolvimento de produto. Por meio da identificação do índice de impacto tecnológico e índice financeiro, pode-se interpretar a natureza da ameaça e da oportunidade, trazendo informações indispensáveis para as decisões de projeto.

## **6.2 RECOMENDAÇÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS**

Espera-se que o trabalho desenvolvido sirva de base para orientar pesquisas relacionadas à avaliação de tecnologias. Com esta finalidade, são propostas algumas recomendações para trabalhos futuros.

A primeira recomendação é a implementação da sistemática em software, de forma a automatizar suas atividades, agilizar o processo de avaliação e criar um banco de dados com tecnologias disponíveis para as empresas.

Sugere-se também a aplicação da sistemática em outros setores da indústria, acompanhada dos ajustes indispensáveis para estas novas condições.

Ao final deste trabalho, a pesquisadora espera ter contribuído para o processo de avaliação do impacto da inovação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCHER, N. **Project Selection and Management**. McMaster School of Business, 1999.
- BACK, N., OGLIARI, A., DIAS, A., SILVA, J.C. da. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. São Paulo. Editora Manole. (No prelo) 2008.
- BACK, N., OGLIARI, A. **Desenvolvimento do produto: Aspectos Gerais**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina: Apostila, 24p, 2000.
- BANA E COSTA, C. A. **Structuration, Construction et Exploitation d'un Modèle Multicritère d'Aide à la Décision**. Tese de Doutorado. Universidade Técnica de Lisboa, 1992.
- BURGELMAN, R. A. *et al.* **Strategic management of technology and innovation**. Boston: Irwin, 1988.
- BÜYÜKÖZKAN, G., FEYZIOGLU, O. **A fuzzy-logic-based decision-making approach for new product development**. Int. J. Production Economics 90, 27–45p, 2004.
- COLDRICK, S., LONGHURST P., IVEY, P., HANNIS, J. **An R&D options selection model for investment decisions**. Technovation 25, 185–193p, 2005.
- COOPER, R.G., KLEINSCHMIDT, E.J. **Benchmarking firms' new product performance and practices**. IEEE Engineering Management Review 23(3), 1995.
- COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT E. J. **Portfolio management for new products**. New York: Perseus Books, 1998.
- CORRÊA, E. C. **Construção de um modelo multicritério de apoio ao processo decisório**. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 1996.
- COTEC. **TEMAGUIDE: A Guide do Technology Management and Innovation for Companies**. Barcelona, 1998
- DOLL, W. J.; ZHANG, Q. **Clarifying the Fuzziness in the Concept of Front End Fuzziness: A Dual Theoretical Rationale**. International Journal of Project Management 20, 2001.
- DAVIS, C. R. **Calculated Risk: a framework for evaluating product development**. IEEE Engineering Management Review – First Quarter, 2003.

---

ENSSLIN, L. **Avaliação e perspectivas da Engenharia Econômica**. XIV ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v1, p IX-XX, 1994.

ENSSLIN, L., MONTIBELLER NETO, G., NORONHA, S. M. **Apoio a Decisão: Metodologias para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas**. Editora Insular, Florianópolis, 2001.

ENSSLIN, S. R. **A Estruturação no processo decisório de problemas multicritérios complexos**. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 1995.

ENSSLIN, S. R. **Metodologia de Apoio a Decisão MCDA**. Notas de aula - Disciplina do Programa de Mestrado - Introdução à MCDA. UFSC, Florianópolis, 2005.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1999.

FOSTER *et. al.* **Technology S-curve**. Disponível em:

[http://www.msb.edu/faculty/homak/HomaHelpSite/WebHelp/Technology\\_S-curve.htm](http://www.msb.edu/faculty/homak/HomaHelpSite/WebHelp/Technology_S-curve.htm)

Acessado dia 17/10/2005, 2000.

FOX, J., GANN, R., SHUR, A., GLAHN, L., ZAAS, B. **Process uncertainty: A new dimension for new product development**. Engineering Management Journal 10, 19–27p, 1998.

GRAVES, S.B., RINGQUEST, J.L., CASE, R.H. **Formulating optimal R&D portfolios**. Research Technology Management 3, 47–51, 2000.

HOFFMEISTER, A.D. **Sistematização do processo de planejamento de projetos: definição e seqüenciamento das atividades para o desenvolvimento de produtos industriais**.

Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis, 2003.

LEONEL, C. E. L. **Sistematização do processo de planejamento da inovação de produtos com enfoque em empresas de pequeno e médio porte**. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis, 2006.

MEREDITH, J. R., MANTEL JR, S. J. **Project Management:: a managerial approach**. John Wiley Third Edition, 39 – 107p, 1995.

MONTANHA JR., I. **Sistemática de gestão da tecnologia aplicada no projeto de produtos: um estudo para as empresas metal-mecânicas de micro e pequeno porte**. Dissertação

---

(Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MONTOYA-WEISS, M.M., O'DRISCOLL T.M. **From Experience: Applying Performance Support Technology in the Fuzzy Front End**. J Prod Innov Manag 17, 143–161p.

NIETO, M. *et al* (1998) *Performance analysis of technology using the S curve model*. Technovation 18, 439 – 457p, 2000.

NOBELIUS, D., TRYGG, L. **Stop chasing the Front End process — management of the early phases in product development projects**. International Journal of Project Management 20, 331–340p, 2002.

OTTO, K; HOLMES, M. **Product Portfolio Definition**. Homepage do Center for Innovation in Product Development: Boston, 2000.

PARK, S. L. **Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes**. Technological Forecasting & Social Change 72, 567 - 583p, 2005.

PATTERSON, M. L. **Leading product innovation: accelerating growth in a product-based business**. New York: John Wiley & Sons, 1999.

PEREIRA, A. R. **Modelo de Gestão de Portfólio para alinhar os projetos de novos produtos às estratégias corporativas**. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.

PHAAL, R. *et al*. **Technology roadmapping: A planning framework for evolution and revolution**. Technological Forecasting & Social Change 71, 5 – 26p, 2004.

PINTO, J. K. **Project Management Handbook**. Jossey – Bass Publishers, 03–40p, 119–137p, 1999.

PORTER, A. L. (2004). *Technology futures analysis: toward integration of the field and new methods*. Technological Forecasting & Social Change 71, 287 – 303p.

PORTER, M. E. **Vantagem competitiva**. Editora Campus – 11a edição, 1989.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Standards Committee. A Guide to the Project Management Body of Knowledge**. Project Management Institute, Upper Darby, PA 19082 USA, 2000.

ROMANO, I.R. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis, 2003.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.

SCHMIDT, A. M. A. **Processo de apoio à tomada de decisão**. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 1995.

SCOTT, G. **Critical technology management issues of new product development in high-tech companies**. Journal of Product Innovation Management, v. 17, 2000.

SPENSER, A. **The Technology S-curve**. Disponível em:  
<http://web.njit.edu/~aspencer/slides/s-curve.ppt>. Acessado em 17/10/2005, 2005.

TATIKONDA, M. V., ROSENTHAL, S. R. **Successful execution of product development projects: Balancing firmness and flexibility in the innovation process**. Journal of Operations Management 18, 401–425p, 2000.

TWISS, B. C. **Forecasting for technologists and engineers: a practical guide for better decisions**. Stevenage: Peter Peregrinus, 1992.

ULRICH, K. T., EPPINGER, S.D. **Product Design and Development**. New York: McGraw-Hill, 1995.

VALERIANO, D.L. **Gerência em Projetos: pesquisa, desenvolvimento e engenharia**. São Paulo: Makron Books, 1998.

VARGAS, R.V. **Gerenciamento de Projetos – Estabelecendo diferenciais competitivos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2000.

## **APÊNDICES**

### **APÊNDICE I – TÉCNICA MACBETH E ESCALAS DE VALOR**



### **Técnica MACBETH e Escalas de Valor**

O MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*), é uma técnica de análise de decisão de múltiplos critérios desenvolvido por Carlos A. Bana e Costa e J. C. Vansnick (1994), na década de 90 (SCHMIDT, 1995) e implementada em software. A técnica é utilizada na construção das escalas de valor dos critérios e determinação das taxas dos critérios em um modelo multicritério de apoio a decisão.

A proposta da técnica MACBETH é que a explicitação da intensidade de preferência que o decisor possui em relação às ações seja feita através da expressão de julgamentos absolutos de diferença de valor (atratividade) entre duas ações. Assim, o procedimento não tenciona obter a escala do decisor, mas sim construí-la a partir de seus julgamentos de valor, fazendo isto de uma forma onde não será imposta nenhuma preferência a ele, mas simplesmente retratando aquelas que ele forneceu (CORRÊA, 1996).

Nesta técnica, a escala de valor é obtida por meio da comparação par-a-par da entre níveis de um critério (ENSSLIN, 2001). Para aplicar a técnica MACBETH, questionam-se os decisores para expressarem a diferença de atratividade entre dois níveis (a e b) de um critério, escolhendo entre as seguintes categorias:

Diferença de Atratividade

- C0 = Nula (indiferença)
- C1 = Muito fraca
- C2 = Fraca
- C3 = Moderada
- C4 = Forte
- C5 = Muito forte
- C6 = Extrema

Com base nas diferenças de atratividade entre todos os pares de níveis dos critérios, constrói-se a uma matriz triangular superior conforme a Tabela I que contém as respostas dos decisores em ordem decrescente de atratividade.

A construção da matriz supõe que,  $A = \{a_n, a_{n-1}, \dots, a_1\}$  é o conjunto de  $n$  níveis dos critérios a avaliar, e que estes já estão ordenadas por ordem decrescente de atratividade  $a_n \succ a_{n-1} \succ \dots \succ a_1$ . Adicionalmente,  $i > j$  com  $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$ ,  $x_i, j$  toma o valor  $k \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$  se o decisor julgar que a diferença de atratividade do par  $(a_i, a_j)$  pertence à categoria  $C_k$  (CORRÊA, 1996).

Tabela I – Matriz de julgamentos (CORRÊA, 1996)

	$a_n$	$a_{n-1}$	...	$a_2$	$a_1$
$a_n$	0	$x_{n,n-1}$	...	$x_{n,2}$	$x_{n,1}$
$a_{n-1}$		0	...	$x_{n-1,2}$	$x_{n-1,1}$
:			0	:	:
$A_2$				0	$x_{2,1}$
$a_1$					0

A construção da matriz supõe que,  $A = \{a_n, a_{n-1}, \dots, a_1\}$  é o conjunto de  $n$  níveis dos critérios a avaliar, e que estes já estão ordenadas por ordem decrescente de atratividade  $a_n > a_{n-1} > \dots > a_1$ . Adicionalmente,  $i > j$  com  $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$ ,  $x_i, j$  toma o valor  $k \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$  se o decisor julgar que a diferença de atratividade do par  $(a_i, a_j)$  pertence à categoria  $C_k$  (CORRÊA, 1996).

Após o preenchimento da matriz, testa-se a consistência dos julgamentos expressos e detecta as fontes de inconsistências: semântica ou cardinal. No caso dos julgamentos serem semanticamente inconsistentes, o decisor atribui uma categoria de diferença de atratividade a um par de ações que não é logicamente aceitável. A consistência semântica é assegurada se, os valores correspondentes aos julgamentos de valor do decisor não decrescerem em linha da esquerda para a direita, nem crescerem em coluna de cima para baixo. (Bana e Costa, 1992). Por sua vez, na inconsistência cardinal, todos os julgamentos semânticos estão corretos, no entanto não é possível sua representação por meio de uma escala cardinal dentro dos números reais. Neste caso, o próprio algoritmo de MACBETH fornecerá uma solução aproximada para o problema.

Uma vez que todos os problemas de inconsistência encontrados na matriz de julgamentos de valor tenham sido solucionados, encontra-se por programação linear (função-objetivo abaixo) a escala cardinal que melhor represente os julgamentos absolutos das diferenças de atratividade. Em seguida, constroem-se as escalas de valores para cada critério (ENSSLIN, 1995).

Função-objetivo:

$$\text{Min} \left\{ \sum_{\substack{(a,b) \in C_k \\ k=1,2,\dots,3}} [\varepsilon(a,b) + \eta(a,b)] + \sum_{(a,b) \in C_k} [\alpha(a,b) + \delta(a,b)] \right\}$$

sr: r1)  $s_1 = 0$

r2)  $v(a_1) = 0$ , onde  $a \in A$ ; vale a P  $a_1$

r3)  $k \in \{2, 3, \dots, 6\}$ :  $s_k - s_{k-1} = 1000$

r4)  $k \in \{1, 2, \dots, 6\}$ ,  $(a, b) \in C_k$ :  $v(a) - v(b) = s_k + 1$

r5)  $k \in \{1, 2, \dots, 5\}$ ,  $(a, b) \in C_k$ :  $v(a) - v(b) = s_{k+1} - 1$

r6)  $k \in \{1, 2, \dots, 5\}$ ,  $(a, b) \in C_k$ :  $v(a) - v(b) = 0.5(s_k + s_{k+1}) + (a, b) - (a, b)$

r7)  $(a, b) \in C_6$ :  $v(a) - v(b) = s_6 + 1 - (a, b) + (a, b)$

r0)  $s_1, \dots, s_6 = 0$ ;  $v(a) = 0 \forall a \in A$ ;  $(a, b) = 0 \forall (a, b) \in A$ .

**APÊNDICE II - PESQUISA SOBRE A AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA  
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

 <p><b>Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos</b></p> <p><b>PESQUISA SOBRE O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DE PRODUTOS</b></p>	<p><b>Silvia Carina Firmino, Eng. Mec.</b> Pesquisadora – Mestranda NeDIP/UFSC</p> <p><b>André Ogliari, Dr. Eng.</b> Professor Orientador – UFSC</p>
---	--

## APRESENTAÇÃO

**PROPÓSITO DA PESQUISA** – A presente pesquisa visa levantar requisitos para sistematizar o processo de avaliação do impacto da inovação tecnológica de produtos, visando apoiar o desenvolvimento de produtos na indústria, identificando e minimizando os riscos de projeto.

**SIGILO DAS INFORMAÇÕES** – O presente pesquisador garante a confidencialidade das informações fornecidas, que serão usadas somente para fins de pesquisa. O nome da empresa será mantido em completo sigilo e não será mencionado na pesquisa. Antes de serem finalizados os resultados da pesquisa, um relatório com os resultados será enviado a correspondente empresa e também será solicitada aprovação do conteúdo que será publicado.

## DEFINIÇÕES

**Inovação para Mercado:** tecnologia cujas características fundamentais (especificações técnicas, usos pretendidos) diferem significativamente de todas as tecnologias previamente comercializadas no mercado em geral.

**Inovação para Cliente:** tecnologia cujas características fundamentais (especificações técnicas, usos pretendidos) diferem significativamente de todas as tecnologias previamente comercializadas no segmento de mercado em estudo, mas utilizada em outros segmentos.

**Significativo aperfeiçoamento tecnológico para Cliente:** refere-se a tecnologia previamente existente no segmento de mercado em estudo, cujo desempenho foi substancialmente aumentado ou aperfeiçoado no produto em desenvolvimento. Uma tecnologia simples pode ser aperfeiçoada (no sentido de se obter um melhor desempenho ou um menor custo) por meio da utilização de matérias-primas ou componentes de maior rendimento. Uma tecnologia complexa, com vários componentes ou subsistemas integrados, pode ser aperfeiçoado via mudanças parciais em um dos componentes ou subsistemas.

**Não Inovador:** mudanças puramente estéticas ou de estilo.

## QUESTÕES

01 - Como sua empresa avalia o impacto da inovação tecnológica de produto no desenvolvimento de produtos?

02 - Quais são as principais características a serem avaliadas para selecionar a tecnologia apropriada para um projeto, visando atender os objetivos do projeto, necessidades do consumidor e retorno de investimento?

03 - Quais são os principais impactos associados à inovação tecnológica de produtos (inclusão de tecnologias no projeto)?

Impactos relacionados a:

Tecnológico

Organização / Estratégia

Mercado / Negócio

Financeiro

Usuário / Aplicação

Regulamentações

Concorrentes

Fornecedores

04 - Quais são os principais riscos associados à inovação tecnológica de produtos (inclusão de tecnologias no projeto)?

05 - Em relação aos riscos acima, quais são as principais ações para minimizá-los?

06 - Qual o grau de validação / aprovação necessário em uma tecnologia para permitir que esta seja adicionada no projeto (teste, protótipos)?

## RESUMO DAS RESPOSTAS

A síntese das respostas do questionário está apresentada no resumo que segue.

### **01 - Como sua empresa avalia o impacto da inovação tecnológica de produto no desenvolvimento de produtos?**

- Atividades de pesquisa (questionários, atividades práticas utilizando protótipos do produto ou protótipos instalados em residências de usuários pré-selecionados e avaliados periodicamente).
- Avaliar dados de campo de produtos já vendidos, da qual se obtém o nível de satisfação do produto e suas características.
- Testes em laboratório.
- Desenvolvimento de fornecedores.
- Pesquisa em inovações.
- Domínio da tecnologia.
- Desenvolvimento da tecnologia paralela ao produto ou prévia.
- Avaliar se o conhecimento sobre a tecnologia é suficiente.
- Avaliar como as novas tecnologias serão introduzidas no processo de produção.
- Avaliar se o processo atual será capaz de atender as especificações dessa nova tecnologia, ou precisa ser modificado.
- Avaliação qualitativa de idéias na fase “*fuzzy front end*”: Matriz de Priorização, *Elevator Slide*, Matriz Benefício X Risco.

### **02 - Quais são as principais características a serem avaliadas para selecionar a tecnologia apropriada para um projeto, visando atender os objetivos do projeto, necessidades do consumidor e retorno de investimento?**

- Conhecimento sobre a nova tecnologia.
- Quanto se conhece do consumidor.
- Avaliar o estado-da-arte corrente.
- Quanto eu tenho de conhecimento a respeito de cada uma das opções de tecnologia?
- Sou capaz de produzi-la?
- A diretoria / gerência esta comprometida na escolha?
- Qual o impacto da escolha nas outras áreas da empresa?
- Tipo da necessidade: necessidade do consumidor (objetivo de aumento de vendas), ou uma necessidade técnica (redução de custo, melhoria de performance, segurança, atendimento à normas).
- Deve ser avaliada tecnicamente no produto que se pretende aplicá-la: avaliação funcional e regulamentar.
- Funcionalmente deve atender todas as especificações internas para desenvolvimento de um novo componente e novo produto.
- Regulamentar: deve estar de acordo com todas as normas da região em que se pretende comercializar, por exemplo, consumo de energia elétrica, segurança do usuário, interferência eletromagnética.
- Impacto de custo quando aplicado a um produto já existente, levando em consideração a margem de lucro e o retorno do investimento.
- Conhecer as normas do mercado consumidor: segurança, consumo de energia, lista de materiais restritos, nível de ruído admissível, entre outros.
- Entender os hábitos de uso dos consumidores: tipo de alimentos consumidos e forma e tempo de armazenamento no produto.
- Preparar protótipos e fazer clínicas com os consumidores (público alvo) para avaliar o valor e benefícios da inovação – processo sistematizado para ouvir o consumidor.
- Conhecer as características ambientais tais como: variação de temperatura, condições de fornecimento de energia, condições de manuseio, estocagem e transporte.

- Conhecer os principais competidores. A tecnologia e acessórios aplicados nos produtos.
- Conhecer a capacidade da equipe do pronto serviço: assistência técnica pós-venda.
- Definir bem o público alvo do projeto, ou seja, quem irá comprar o produto: consumidores das classes A, B, C, etc.
  - Determinar o custo objetivo final do produto para o consumidor.
  - Custo: deve-se definir as características principais de um produto, ou seja, o espaço no mercado que se pretende que ele ocupe. No caso de um produto de alto volume e baixo custo (e baixo preço de venda), destinado a um consumidor que busca o menor preço, a principal característica a ser avaliada é o custo.
  - Produtos mais exclusivos, com maior custo, maior preço de venda e maior lucro embutido, a característica mais importante tende a ser a diferenciação que essa inovação dará ao produto, tornando-o mais atrativo ao consumidor.
  - Processo produtivo disponível: Também se deve avaliar a adequação do processo produtivo à nova tecnologia. Serão necessários investimentos em novos equipamentos, será necessário ampliar a estrutura existente?
    - Risco: como será a introdução da nova tecnologia no processo produtivo? Quanto menos know-how disponível sobre os processos necessários à produção do novo produto, maior o risco.
    - Vantagem competitiva
    - Aumento na Participação de mercado
    - Crescimento na Receita / ano
    - Recursos (pessoas / instalação) / Previsão de receita
    - Afinidade com a estratégia tecnológica
    - Criar patentes para dar vantagem competitiva
    - Estimativa de prazo
    - Estimativa de como produzir (é manufaturável): é viável? já existe fornecedor no mercado?
    - Estimativa de custo x investimento
    - Manufaturável dentro das capacidades da fábrica

### **03 - Quais são os principais impactos associados à inovação tecnológica de produtos (inclusão de tecnologias no projeto)?**

#### Tecnológico

Posso produzir? Tenho conhecimento suficiente para desenvolver?

Desenvolvimento de novos procedimentos, novos métodos de ensaios, maior número de ensaios para aprovação e validação, adaptação de componentes / sub-sistemas já existentes, necessidade de pessoal qualificado.

Desenvolvimento e aprovação da tecnologia antes da implementação em um determinado produto. Isto requer tempo, uma equipe capacitada e verba disponível.

Necessidade de aumentar a quantidade de conhecimento disponível, tanto quanto ao produto quanto ao processo produtivo.

#### Organização / Estratégia

Como essa nova tecnologia muda a imagem, o posicionamento da companhia no mercado?

Mentalidade organizacional para desenvolvimento de projetos de longo prazo.

Idéia inovadora: o produto da empresa será mais atrativo aos olhos do consumidor do que os produtos da concorrência.

Custo: o consumidor muitas vezes aceita pagar mais por soluções que facilitam o seu dia a dia.

*Timing*: a empresa deve estar preparada para lançar a idéia no mercado no momento mais adequado.

Confidencialidade: é importante manter sigilo absoluto para que os concorrentes não copiem a idéia. Isto requer um canal de comunicação seguro com os fornecedores e parceiros comerciais.

Sistema de desenvolvimento de produtos bem estruturado?



### Mercado / Negócio

O consumidor aceita pagar por esta tecnologia?

Como introduziremos esta tecnologia ao consumidor?

Como venderemos?

Aumento de vendas (aumento de *market share*), lembrança da marca, marca relacionada com produtos inovadores e de qualidade.

Evolução do mercado: produtos mais atrativos com maior valor agregado. Quando um fabricante entrega um produto com mais tecnologia, todos os concorrentes são obrigados a acompanhar. Isto gera indiretamente uma evolução de toda a cadeia de suprimentos.

Fatia de mercado conquistada devido a inovações tecnológicas.

Aceite do mercado: preço competitivo?

Aceite do mercado: entendimento das vantagens e se dispõe a pagar mais por elas.

Inovação cria novos mercados?

Financeiro

Investimentos, custo?

Custo do produto, custo do desenvolvimento e testes, custo com especialistas.

Impacto na valorização de suas ações: inovação precisa ser reconhecida pelo mercado.

Valor das idéias: determinado por meio do volume de vendas. Diretamente ligado ao sucesso do produto no mercado.

### Usuário / Aplicação

Satisfação (atendimento a uma necessidade), praticidade.

Identificação das necessidades do usuário.

Inovação leva a obsolescência forçada de outros produtos? Estímulo de vendas.

Necessidade de um plano de *marketing* adequado à necessidade de familiarizar o usuário à nova tecnologia.

*Time to market.*

Qualidade final.

Oferece ao produto uma vantagem competitiva?

### Regulamentações

Quais são as normas vigentes?

Se necessário, a empresa possui influência nas organizações normativas?

Redução de consumo de energia, redução de ruído, segurança.

Procedimentos e normas antigas precisam ser atualizados e para alguns itens diferenciados é preciso descrever novos procedimentos.

Novos produtos / tecnologias devem se adequar à regulamentação existente.

Categorias completamente novas não possuem inicialmente uma regulamentação específica.

### Concorrentes

Qual é o objetivo em *market share*? Quanto do mercado quero capturar?

Produto diferenciado, vantagem competitiva.

É possível que algum concorrente com algumas adaptações entregue o mesmo benefício sem caracterizar cópia?

Representa uma inovação em relação ao produto de um concorrente?

### Fornecedores

Eles estão preparados para suprir nossas necessidades?

Desenvolvimento de novos fornecedores / parceiros de negócio, necessidade de atualização tecnológica dos processos dos fornecedores.

A inovação estimula a evolução de toda cadeia de fornecimento.

Possui fornecedores competitivos que participem ativamente contribuindo com suas idéias nas fases de concepção e desenvolvimento do projeto, ajudando a encontrar as soluções mais criativas e de menor custo?

O processo produtivo do fornecedor será capaz de atender às especificações do novo produto?

Investimentos no fornecedor serão necessários?

O fornecedor tem o know-how necessário à fabricação da nova tecnologia?

#### **04 - Quais são os principais riscos associados à inovação tecnológica de produtos (inclusão de tecnologias no projeto)?**

- *Timing* às vezes desconhecido por se tratar de uma inovação.
- Custo difícil de prever.
- Índice de falha em campo é desconhecido, modos de falha nem sempre são bem entendidos.
- Problemas em campo não detectados durante o desenvolvimento,
- Tempo de desenvolvimento.
- Ensaios não padronizados
- Pessoal não capacitado
- Não atendimento à legislação.
- Segurança do usuário.
- Custo de desenvolvimento e produto.
- Todo item inédito possui o risco da rejeição.
- O Consumidor pode não reconhecer o benefício que a solução inovadora poderia lhe proporcionar.
- Volume de vendas previsto no projeto não será atingido, comprometendo o retorno financeiro do projeto.
- Produto deve ter funcionamento perfeito durante o ciclo de vida do produto.
- Testes em laboratório para simulação do desgaste dos componentes durante o período de uso normal.
- Falta de conhecimento sobre a nova tecnologia (o que é natural) pode levar a atrasos e modificações durante o processo de desenvolvimento de produto.
- Falta de conhecimento sobre o processo produtivo pode levar a problemas de qualidade após a introdução do produto no mercado, ou mesmo a falhas de fornecimento.

#### **05 - Em relação aos riscos acima, quais são as principais ações para minimizá-los?**

- O desenvolvimento de produtos baseado em conhecimento e não simplesmente em cumprimento de atividades.
- *Design* concorrentes pode ser uma boa estratégia.
- Realizar um estudo detalhado durante a fase de desenvolvimento, levando em considerações todos os riscos.
- Utilizar ferramentas de engenharia como FMEA, DFA, 6 Sigma.
- Envolvimento de especialistas de todas as áreas envolvidas desde as primeiras fases do projeto. Tomada de decisões bem embasadas.
- Prototipagem rápida.
- Realização de *workshops* e clínicas com os consumidores para entender o valor da idéia.
- Teste de campo com produtos funcionais. Esta ação tem o risco de expor muito cedo o projeto e a concorrência poderá copiá-lo.
- Teste de vida acelerado no laboratório.
- Planejar um ciclo de desenvolvimento mais longo do que o normal, a fim de absorver possíveis atrasos possibilitar o aprendizado da nova tecnologia.

#### **06 - Qual o grau de validação / aprovação necessário em uma tecnologia para permitir que esta seja adicionada no projeto (teste, protótipos)?**

- Como avaliar uma tecnologia sem testá-la? Qualquer grau de aprovação deve vir antes de testes.
- A validação deve ser realizada desde o nível de componente até o nível de produto, levando em considerações todas as condições de uso.
- Planejamento de ensaios é fundamental. Devem ser realizados ensaios de performance / funcionamento, segurança, elétricos, transporte / carregamento, ruído, montagem.

- Em todas as fases de projeto devem-se utilizar protótipos para realização dos ensaios, à medida que o projeto avança, a quantidade de protótipos utilizados tende a aumentar e devem representar cada vez mais o produto final, utilizando peças fabricadas com ferramentas para produção e não protótipo, e componentes validados em outros ensaios.

- A inovação deve ser testada no ambiente final de uso por no mínimo 6 meses.

- Se as condições ambientais forem muito diversas, ou seja, muito calor no verão e frio intenso no inverno, o ideal é realizar o teste de longa duração para avaliar o comportamento dos materiais e sistema nas quatro estações do ano. Este cuidado é essencial para evitar custo de assistência técnica e reposição de componentes.

- Embasamento teórico deve apontar na direção da inclusão da tecnologia. Depois disso, obviamente protótipos e testes são necessários.

- Aspectos produtivos (viabilidades de produção) devem ser avaliados.

- Protótipo funcional.

- Principais testes realizados: tipo de teste / validação dos resultados.

- Análise preliminar de Segurança.

**APÊNDICE III - LISTA DE CONCEITOS PARA O MODELO  
MULTICRITÉRIO MCDA**

## LISTA DE CONCEITOS PARA MODELO MULTICRITÉRIO MCDA

### Maturidade da tecnologia

POLO PRESENTE	POLO OPOSTO
Tecnologia é madura, com aprovação técnica concluída.	Tecnologia está na fase de desenvolvimento inicial, ainda não foi submetida aos testes exigidos.
Tecnologia possuir grande expectativa de vida.	Tecnologia na fase de obsolescência.
Tecnologia com flexibilidade de implementação.	Tecnologia não flexível.
Tecnologia com grandes oportunidades para desenvolvimento de novos produtos.	Tecnologia com grande número de produtos no mercado, tecnologia bastante explorada.
Tecnologia possui com tempo de colocação no mercado imediato.	Tecnologia com tempo de desenvolvimento superior a dois (2) anos.
Tecnologia com desenvolvimento concluído antes do planejamento do produto.	Desenvolvimento da tecnologia paralela ao desenvolvimento do produto.
Tecnologia está disponível no mercado para compra ou fabricação.	Tecnologia ainda não é comercializada, processos de fabricação ainda em desenvolvimento.

### Inovação / Viabilidade Técnica

POLO PRESENTE	POLO OPOSTO
O desenvolvimento do produto e da tecnologia é viável, com baixa complexidade.	O desenvolvimento técnico é inviável.
Manufatura é viável, com baixa complexidade, atendendo com folga a especificação do projeto.	Manufatura é complexa, não atende a especificação do projeto.
Possuir conhecimento difundido.	Não há domínio da tecnologia no mercado.
Empresa possuir bom conhecimento sobre a tecnologia, dominada internamente.	Empresa possui nenhum conhecimento sobre a tecnologia e não possui capacidade técnica para adquirir o conhecimento, fora dos limites de competência da empresa.
Tecnologia oferece grande inovação para o mercado, tecnologia de ponta, grande diferenciação quando comparada aos produtos do mercado.	Tecnologia já existe em produtos disponíveis no mercado.
Oferecer grande inovação para o portfólio da empresa.	Tecnologia já existe em produtos do portfólio.

### Testes

POLO PRESENTE	POLO OPOSTO
Tecnologia testada e aprovada atendendo todas as normas existentes (performance, funcionamento, segurança, elétricos, transporte, carregamento, ruído, montagem).	Testes não realizados.

Testes realizados em todas as condições ambientais de uso e durante todo o ciclo de vida (variação de temperatura e umidade, condições de fornecimento de energia, condições de manuseio, estocagem e transporte etc.) e testes destrutivos simulando o desgaste dos componentes.	Testes não realizados.
Validação realizada desde o nível de componente até o nível de produto, levando em considerações todas as condições de uso.	Testes não realizados.
Protótipo funcional desenvolvido conforme condições reais de produção utilizando peças fabricadas com ferramentas para produção e não protótipo.	Protótipo não realizado.
Índice de falha em campo é conhecido e modos de falha conhecidos e entendidos	Índice de falha em campo não é conhecido, modos de falha desconhecidos / não entendidos.
Ensaio padronizados, testes para aprovação validados, normalizados e com método de aprovação bem definido.	Ensaio e métodos de aprovação ainda não definidos.

### Regulamentações (leis; normas)

<b>POLO PRESENTE</b>	<b>POLO OPOSTO</b>
Regulamentação existente para a categoria.	Categoria não possui regulamentação específica.
Todas as etapas do ciclo de vida estão alinhadas com as necessidades ambientais, desde a extração matéria-prima até o descarte.	Tecnologia não atende as necessidades ambientais.
Tecnologia enquadrada em regulamentações relativas ao mercado externo (performance, funcionamento, segurança, consumo de energia, lista de materiais restritos, nível de ruído admissível, elétricos, transporte, carregamento, montagem, etc).	Não atende regulamentações relativas ao mercado externo.
Tecnologia enquadrada em regulamentações relativas ao mercado interno (performance, funcionamento, segurança, consumo de energia, lista de materiais restritos, nível de ruído admissível, elétricos, transporte, carregamento, montagem, etc).	Não atende regulamentações relativas ao mercado interno.
Tecnologia enquadrada em normas internas da empresa (performance, funcionamento, segurança, consumo de energia, lista de materiais restritos, nível de ruído admissível, elétricos, transporte, carregamento, montagem, etc).	Não atende normas internas da empresa.
É capaz de satisfazer prováveis regras futuras.	Incapaz de satisfazer prováveis regras futuras.

### Recursos / Competências

POLO PRESENTE	POLO OPOSTO
Empresa possui todos os recursos (laboratórios, infra-estrutura, instalações, ferramentas de desenvolvimento) necessários para o desenvolvimento da tecnologia.	Nenhum aproveitamento dos recursos atuais da empresa, novos recursos requeridos fora dos limites de competência da empresa.
Empresa dispõe de recursos imediatos (recursos humanos e físicos) necessários ao desenvolvimento da tecnologia.	Recursos necessários ao desenvolvimento da tecnologia não disponíveis.
Empresa possui experiência, habilidades técnicas de engenharia / projeto e conhecimentos para a tecnologia. Empresa dispõe de metodologias de desenvolvimento de produto bem estruturadas capaz de integrar a tecnologia.	Desenvolvimento de produto pouco estruturado, incapaz de desenvolver tal tecnologia.
Permitir total aproveitamento das competências chave de Tecnologia / Engenharia, dentro dos pontos fortes da empresa, sem necessidade de novos conhecimentos (sem necessidade de treinamento ou consultoria externa).	Nenhum aproveitamento das competências chave, novas habilidades e conhecimentos requeridos fora dos limites de competência da empresa.
Empresa possui equipe de projeto formada com experiência em projetos com tecnologias similares.	Equipe de projeto incompleta e sem experiência em projetos com tecnologias similares.
Empresa possui laboratórios e pessoal qualificado para todos os testes da tecnologia.	Testes não disponíveis na empresa.
Permitir o aproveitamento total das competências de <i>Marketing</i> e Vendas, sem necessidade de novos conhecimentos. Existência de Canal de Vendas e Distribuição.	Nenhum aproveitamento das competências de <i>Marketing</i> e Vendas, novas habilidades e conhecimentos requeridos fora dos limites de competência da empresa. Canal de Vendas e Distribuição não desenvolvido para tal tecnologia.
Equipe de assistência técnica e pós-venda capacitada e com experiência para manutenção da tecnologia em campo.	Equipe de assistência técnica e pós-venda sem conhecimentos para manutenção da tecnologia em campo, treinamento completo requerido.

### Processo de Produção

POLO PRESENTE	POLO OPOSTO
Possuir alinhamento entre os processos de produção requeridos para a tecnologia e os processos de produção e habilidades (know-how) da própria empresa.	Processos de fabricação sem sinergia com outros processos da empresa, trazendo maior complexidade à produção.
Empresa possui capacidade de implementar a produção da tecnologia sem investimentos, processo atual é capaz de atender as especificações dessa nova tecnologia, é manufaturável dentro das capacidades da fábrica.	Necessidade de novos equipamentos, novo processo de fabricação, ampliar a estrutura atual para permitir a produção da tecnologia.
Total conhecimento sobre o processo de fabricação, processo dominado.	Necessidade de estudar e dominar processo produtivo.

Plano de como introduzir no processo de produção da empresa detalhado, com todas as necessidades especificadas.	Plano de como introduzir no processo de produção em detalhamento.
Ser capaz de aumentar a capacidade produtiva atual.	Reduzir a capacidade produtiva atual.
Ser capaz de melhorar a flexibilidade da produção atual, aumento no <i>mix</i> de produção.	Reduzir a flexibilidade da produção atual.
Permitir redução do custo do processo produtivo (consumo de energia, matéria-prima, mão-de-obra).	Tecnologia traz aumento do custo do processo produtivo (consumo de energia, matéria-prima, mão-de-obra).
Permitir redução do impacto ambiental do processo de fabricação e em aspectos ligados à saúde e segurança.	Tecnologia traz aumento ao impacto ambiental do processo de fabricação e aspectos ligados à saúde e segurança.

### Fornecedores

POLO PRESENTE	POLO OPOSTO
Fornecedores desenvolvidos, sendo parceiros comerciais competitivos que participem ativamente contribuindo com o projeto do produto.	Inexistência de fornecedores.
Fornecedores capazes de atender a especificação necessária, possuem <i>know-how</i> necessário à fabricação da nova tecnologia.	Fornecedores não atende a especificação. Necessidade de melhoria de qualidade e atualização tecnológica dos processos dos fornecedores. Investimentos no fornecedor serão necessários.

### Alinhamento Estratégico

POLO PRESENTE	POLO OPOSTO
Possuir grande alinhamento com estratégia tecnológica, plano de negócios e metas da empresa.	Tecnologia não alinhada com estratégia e metas da empresa.
Tecnologia respeita o plano de expansão da empresa.	Investimentos, aumento de vendas e produção fora do plano de expansão da empresa.
Tecnologia possui potencial de contribuição para o resultado da empresa (faturamento / lucro) acima da média das inovações tecnológicas.	Tecnologia possui potencial de contribuição para o resultado da empresa (faturamento / lucro) abaixo da média das inovações tecnológicas.
Tecnologia possui potencial de contribuição para a imagem da empresa e da força marca (empresa inovadora, diversificação de portfólio, marca relacionada com produtos inovadores e de qualidade) acima da média das inovações tecnológicas.	Tecnologia possui potencial de contribuição para a imagem da empresa e da força marca abaixo da média das inovações tecnológicas.
Grande comprometimento das áreas envolvidas no desenvolvimento da tecnologia (compras, processo, <i>marketing</i> )..	Barreiras levantadas pelas áreas envolvidas.



**Mercado / Negócio**

<b>POLO PRESENTE</b>	<b>POLO OPOSTO</b>
Potencial de ampliar a fatia de mercado por meio da tecnologia acima de 5%.	Risco de reduzir a fatia atual de mercado.
Tecnologia atende segmentos de mercado já existentes, mas fora da área de atuação da empresa.	Tecnologia atende segmentos de mercado já existentes e dentro da área de atuação da empresa.
Tecnologia ajuda no preenchimento de lacunas de mercado e tecnológicas identificadas no portfólio atual da empresa, nichos não explorados.	Tecnologia não preenche lacunas de mercado, oferece produtos similares aos atuais.
Tecnologia melhora significativamente o balanceamento do portfólio, permite a ampliação da gama de produtos ofertados.	Tecnologia mantém o balanceamento do portfólio atual e gama de produtos ofertados.
Tecnologia alinhada com novas tendências de mercado.	Tecnologia alinhada com tendências ultrapassadas de mercado.
Tecnologia cria avanços no mercado atual, grandes possibilidades de expansão, melhoria na taxa de crescimento do mercado.	Mantém o potencial de mercado, perspectivas de crescimento atuais.
Tecnologia permite ampliar o ciclo de vida do produto, aumento do tempo de permanência do produto no mercado superior a dois (2) anos.	Tecnologia mantém a expectativa de vida atual do produto.
Tecnologia aumenta vantagem competitiva do produto (redução de custo / preço, melhoria de performance, maior qualidade, redução do consumo de energia do produto, aumento da segurança, atendimento às normas).	Tecnologia reduz níveis atuais da vantagem competitiva do produto.
Plano de <i>marketing</i> permite familiarizar o usuário à nova tecnologia, capacidade da empresa de realizar abordagens de propaganda e promoções para melhorar o aproveitamento da tecnologia no mercado.	Nenhum apelo de <i>marketing</i> permite familiarizar o usuário à nova tecnologia.
Tempo de desenvolvimento da tecnologia atende os prazos de lançamentos exigidos pelo mercado.	Tempo de desenvolvimento superior a data de lançamento.

**Usuário / Aplicação**

<b>POLO PRESENTE</b>	<b>POLO OPOSTO</b>
Tecnologia atende completamente necessidade do consumidor-alvo do produto, em nível melhor do que produtos concorrentes, esta alinhada com os desejos do consumidor.	Não atende completamente a necessidade do consumidor.
Tecnologia cria mais valor ao produto e entrega novos benefícios / funções ao produto. Tecnologia traz grande diferenciação para o produto (produtos competitivos e únicos, diferenciados, exclusivos, inovadores).	Tecnologia entrega benefícios atuais, sem diferencial frente aos concorrentes.

Benefícios da inovação percebidos e desejados pelo consumidor-alvo, grande aceitação do consumidor. Captura de valor, consumidor aceita pagar mais pelo valor agregado. Grande impacto para os consumidores.	Inovação entrega benefícios não percebidos pelo consumidor-alvo, sem valor agregado para o consumidor. Fraca resposta do consumidor.
Tecnologia explora o atendimento de sugestões ou reclamações de clientes provenientes de dados de campo, possui grande influência na melhora do nível de satisfação de produtos.	Tecnologia não explora o atendimento de sugestões ou reclamações de clientes provenientes de dados de campo, sem influência na melhora do nível de satisfação de produtos.
Requisitos, necessidade e benefício da função cumprida pela tecnologia identificada em atividades de pesquisa com o usuário final (questionários, atividades práticas com protótipos).	Nenhuma pesquisa realizada, atributos do usuário determinados pela equipe interna.
Especificação de <i>design</i> e performance da tecnologia é extensão de produtos existentes, baseada em hábitos e necessidades do consumidor.	Nova especificação de <i>design</i> e performance em um novo segmento de mercado.
Boa avaliação funcional e de usabilidade da tecnologia.	Possui dificuldades de uso.

### Concorrentes

POLO PRESENTE	POLO OPOSTO
Produtos concorrentes não possuem tecnologia similar, representa uma inovação em relação aos produtos concorrentes.	Concorrência oferece tecnologia similar, com qualidade superior.
Cópia complexa, proteção de patentes.	Tecnologia fácil de ser copiada. É possível que algum concorrente com algumas adaptações entregue o mesmo benefício sem caracterizar cópia.
Nova patente da aplicação da tecnologia viável e gera diferencial para o negócio.	Nova patente inviável.
Tecnologia leva a obsolescência forçada de produtos concorrentes, potencial de substituir produtos concorrentes.	Mantém estímulo de vendas atual de produtos concorrentes.
Desenvolvimento da idéia mantida em total sigilo, sem riscos de cópia por concorrentes.	Canal de comunicação inseguro com fornecedores e parceiros comerciais, riscos de vazamento de informações no desenvolvimento.
Tecnologia de produtos concorrentes avaliada e comparada.	Nenhum conhecimento sobre desempenho da tecnologia de produtos concorrentes.

### Financeiro

POLO PRESENTE	POLO OPOSTO
Investimento total inferior a R\$ 10.000.	Investimento superior a R\$500.000.
Custo de desenvolvimento (testes, especialistas, recursos da empresa) inferior a R\$20.000.	Custo de desenvolvimento (testes, especialistas, recursos da empresa) superior a R\$ 120.000.
Incremento no volume de vendas superior a 5%.	Incremento no volume de vendas superior a 0,5%.

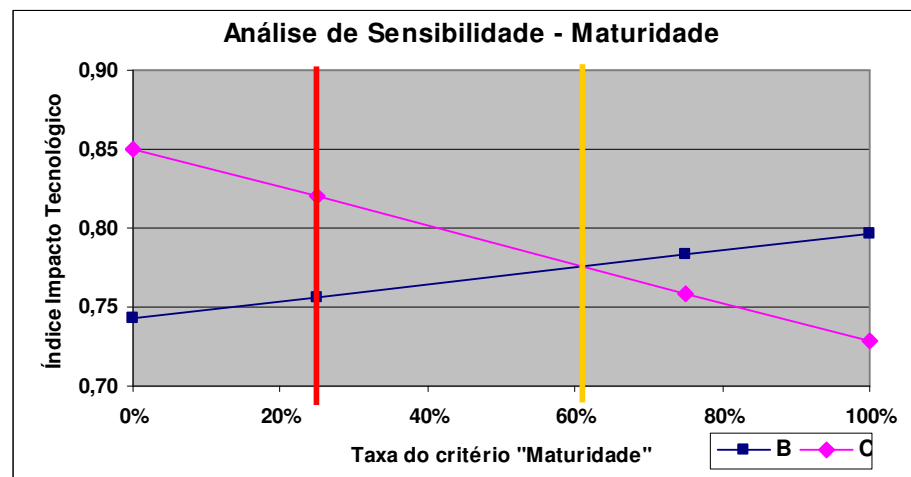
---

Mantém custo atual do produto.	Incremento no custo do produto superior a 0,5%.
Tempo de retorno do investimento inferior a ½ ano	Tempo de retorno do investimento superior dois (2) anos.
Taxa interna de retorno TIR superior em 20% a TMA.	TIR igual a TMA.

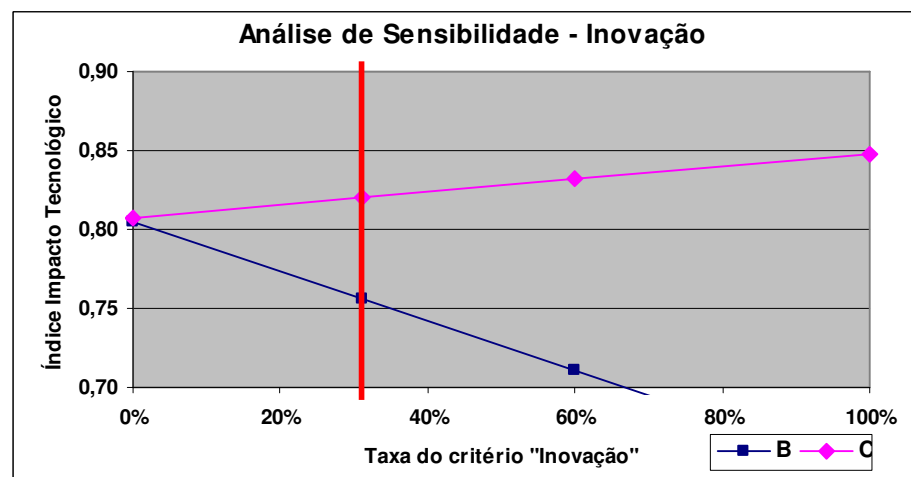
## **APÊNDICE IV – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO MODELO**

## ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO MODELO

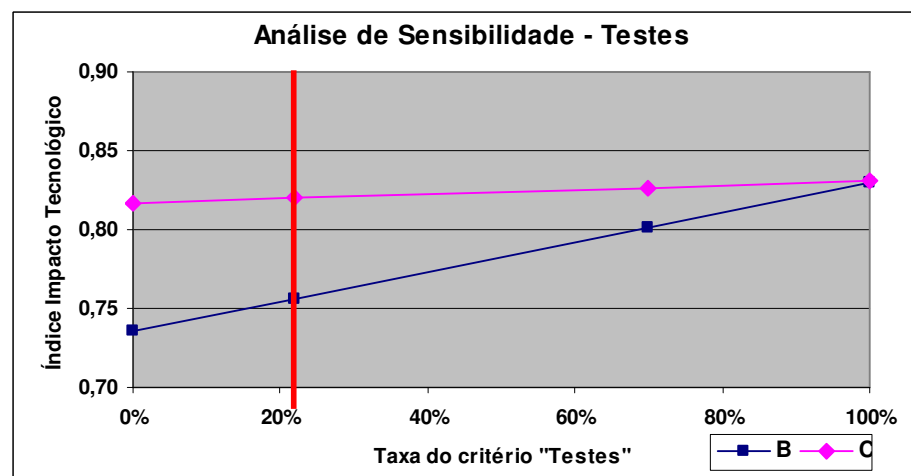
Maturidade



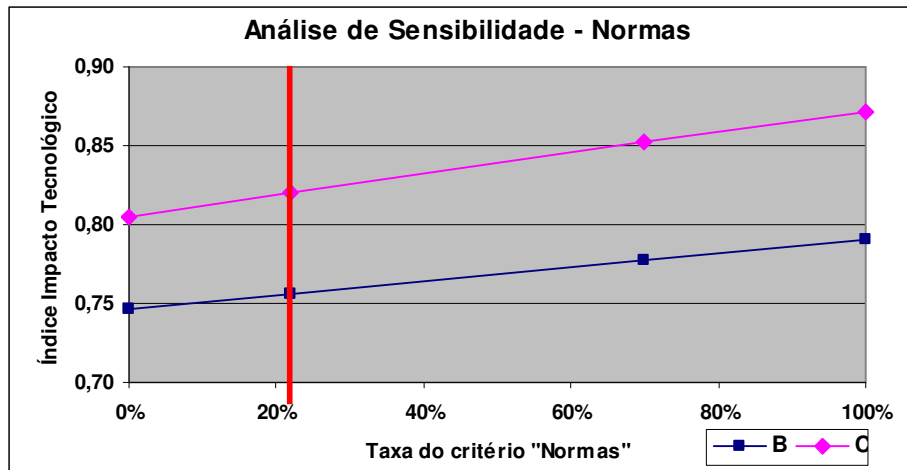
Inovação



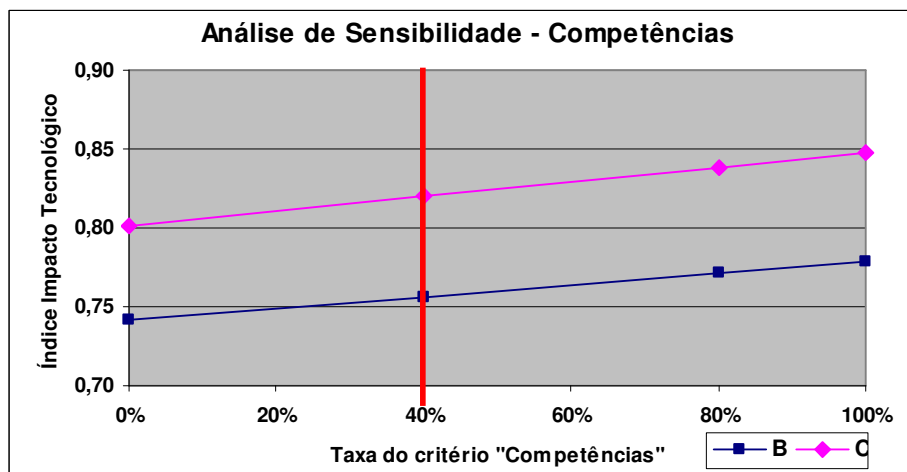
Testes



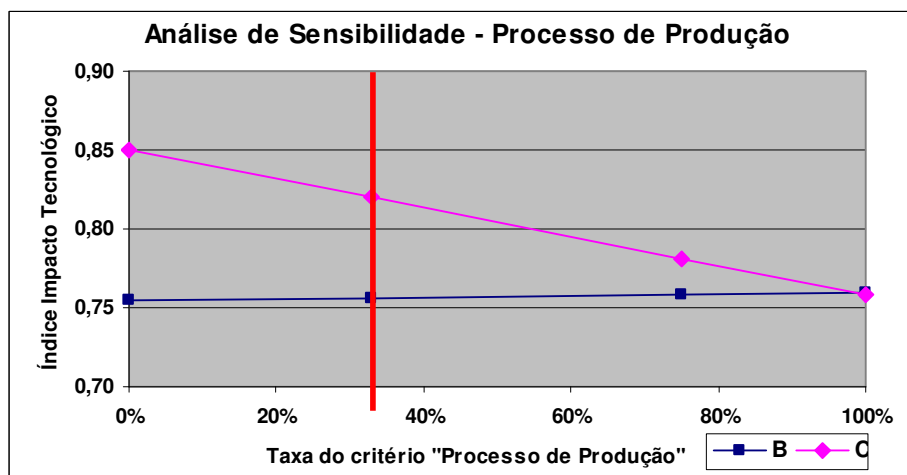
## Normas



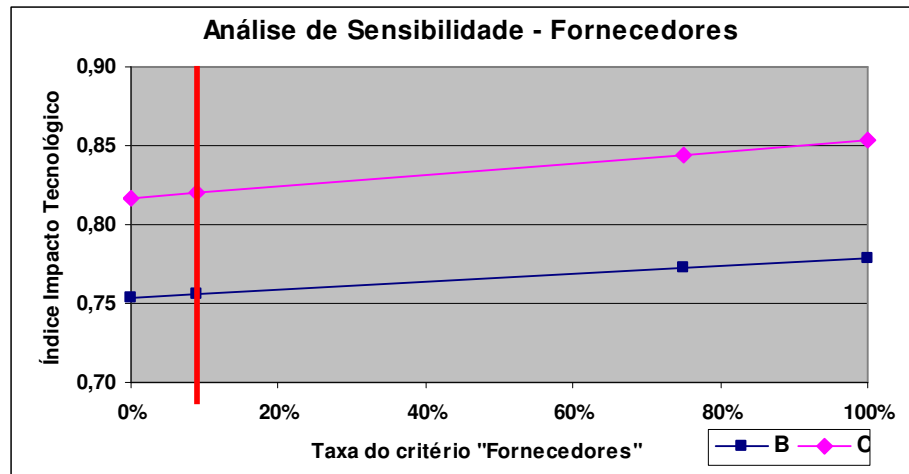
## Competências



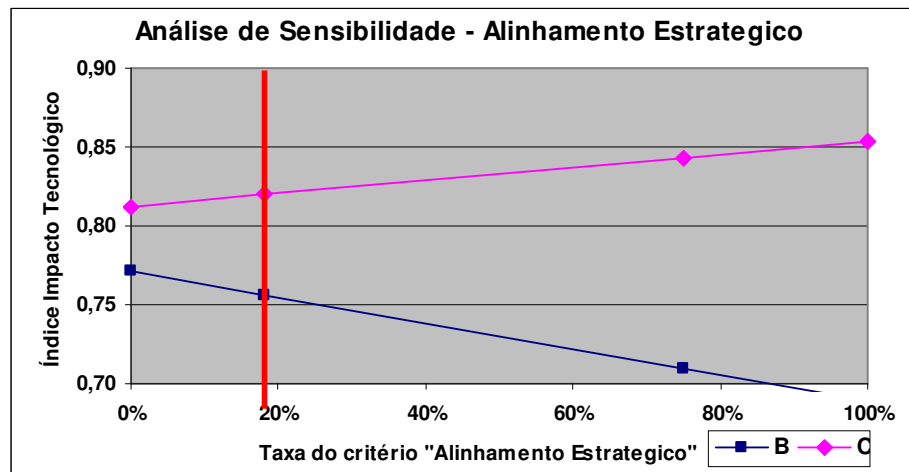
## Processo de Produção



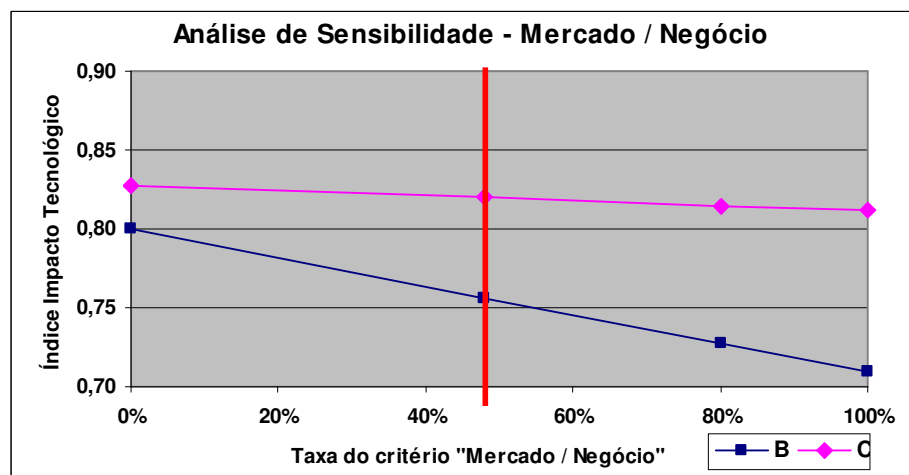
## Fornecedores



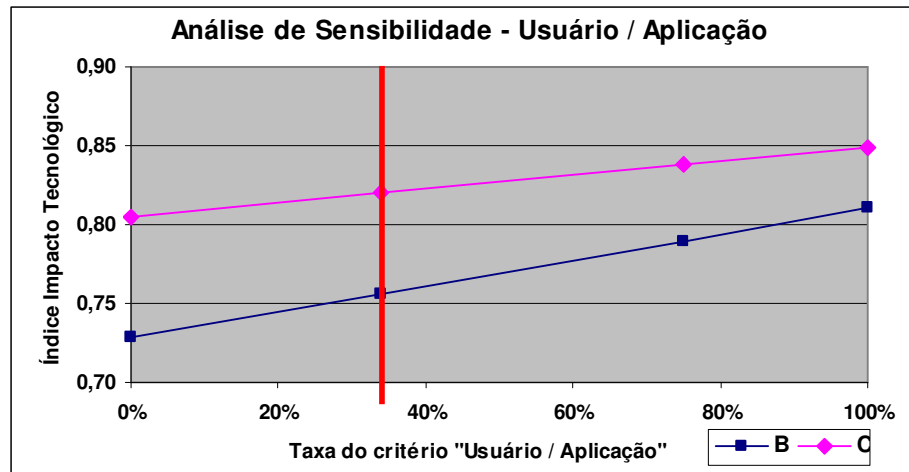
## Alinhamento Estratégico



## Mercado / Negócio



Usuário / Aplicação



Concorrentes

