



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DE CURITIBA**

DEPARTAMENTO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA E DE
MATERIAIS - PPGEM**

FÁBIO RIBEIRO DE CAMARGO

**MODELO PARA ANÁLISE E SELEÇÃO DE
ALTERNATIVAS NA ETAPA CONCEITUAL DE PROJETO**

**UMA ABORDAGEM ENVOLVENDO VARIÁVEIS DO PROCESSO DE
NEGÓCIO**

CURITIBA

AGOSTO – 2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

FÁBIO RIBEIRO DE CAMARGO

**MODELO PARA ANÁLISE E SELEÇÃO DE
ALTERNATIVAS NA ETAPA CONCEITUAL DE PROJETO**

**UMA ABORDAGEM ENVOLVENDO VARIÁVEIS DO PROCESSO DE
NEGÓCIO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Área de Concentração em Engenharia de Manufatura, do Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação, do Campus de Curitiba, da UTFPR.

Orientador: Prof. Carlos Cziulik, Ph.D.

**CURITIBA
AGOSTO – 2007**

TERMO DE APROVAÇÃO

FÁBIO RIBEIRO DE CAMARGO

MODELO PARA ANÁLISE E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS NA ETAPA CONCEITUAL DE PROJETO

Esta Dissertação foi julgada para a obtenção do título de mestre em engenharia, área de concentração em engenharia de manufatura, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais.

Prof. Neri Volpato, Ph.D.
Coordenador de Curso

Banca Examinadora

Prof. Carlos Cziulik, Ph.D.
(UTFPR)

Prof. Henrique Rozenfeld, Dr.Ing.
(USP - São Carlos)

Prof. André Ogliari, Dr.Eng.
(UFSC)

Prof. Milton Borsato, Dr.Eng.
(UTFPR)

Curitiba, 02 de agosto de 2007.

*Ao meu pai, Walfrido Camargo (in memoriam).
Minha eterna fonte de inspiração e motivação.*

AGRADECIMENTOS

Qualquer moção de citar todas as pessoas que de forma direta ou indireta envolveram-se com este trabalho seria insuficiente para resultar em uma completa e perfeita declaração de agradecimentos. Contudo, é imperativo ressaltar algumas importantes contribuições que endereçaram a formação de idéias ou especialmente, motivaram a contínua busca do saber.

Primeiramente, quero externar o meu sincero agradecimento a minha querida companheira Beth pelo carinho, confiança e paciência.

Um veemente agradecimento é endereçado ao Professor Carlos Cziulik cuja motivação promoveu importantes discussões que ampliaram as possibilidades exploratórias do projeto conceitual e cujas orientações e opinião crítica foram contribuições admiráveis para o êxito da pesquisa.

Uma especial gratidão a minha família, a “Nêta” minha querida mãe, Cristine, Roberto, Francis, Sandro, Adriana, Felipe, Gustavo e Juliano pelo encorajamento e inesgotável confiança.

Durante a organização e desenvolvimento dos eventos experimentais estabeleceram-se redes de contatos que possibilitaram reunir estudantes e profissionais de diferentes campos de atividades, reconhecidamente pelo esforço incondicional de Adriano Biesemeyer e das Professoras Eliane e Josiane coordenadoras do curso de Desenho Industrial da UTFPR. Adicionalmente, pela contribuição dos alunos do curso de Engenharia Mecânica da UTFPR Aleksander, João Marcelo, Henrique, Vítor e Angelo; dos alunos de Desenho Industrial da UTFPR Thaís, Indra, Leda, Marcelle e Tarsila; da aluna de Administração de Empresas da PUCPR Gisele; da aluna Oksana do curso de Mestrado do PPGEM, dos profissionais da área de mercado Fabiano, Marcos, Eduardo, Lílian e Andréa; e dos profissionais das áreas de produto e *marketing*, Cláudio Martins (Electrolux) e Karina Alarcon (Renault do Brasil), respectivamente.

Devo expressar especiais menções pela amizade de Juliane, Niara e Vanderley, incansáveis colegas do curso de Mestrado em Engenharia do PPGEM e a Louise pelas proveitosas discussões em língua inglesa.

Finalmente, agradeço as utilíssimas trocas de experiências com os amigos “confrades” nas reuniões da “turma da engenharia” e pela compreensão por não citá-los nominalmente.

CAMARGO, Fábio R. **Modelo Para Análise e Seleção de Alternativas na Etapa Conceitual de Projeto**, 2007, Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 304p.

RESUMO

Um dos elementos críticos para o sucesso de um produto é o processo decisório referente à seleção de alternativas na etapa conceitual de projeto. Entende-se como alternativa conceitual, a expressão de um princípio de solução para uma oportunidade de desenvolvimento, que represente e descreva aproximadamente a tecnologia aplicada, os princípios de trabalho, a estrutura funcional e a forma de um produto. Neste processo o consumidor deve ser considerado como núcleo dos referenciais para a tomada de decisão. Contudo, adicionalmente devem ser consideradas as peculiaridades inerentes às vantagens competitivas da organização e a possibilidade de equívocos provenientes da equipe de avaliadores ou do próprio método de seleção. Assim sendo, apresenta-se uma proposta para minimizar os riscos do processo por meio do desenvolvimento de um modelo para análise e seleção de alternativas na etapa conceitual de projeto, cuja abordagem objetiva contemplar características técnicas com o foco no consumidor e manter o processo coeso com o negócio, considerando-se diferentes cenários estratégicos. A resposta do processo provém da consistência do resultado da seleção, estabelecido pela confiança na condição de não semelhança entre alternativas. Como suporte à implementação do modelo foi desenvolvida uma ferramenta computacional denominada de “**Plataforma para Análise de Alternativas (P2As)**”, inicialmente avaliada em três aplicações experimentais. Os resultados preliminares indicam que o rigor no processo de seleção proposto pelo modelo permite respostas díspares para distintos contextos de negócio.

Palavras-chave: *projeto conceitual; avaliação de alternativas; desenvolvimento de produtos.*

CAMARGO, Fábio R. **A Model for Analysing and Selecting Alternatives During Conceptual Design Stage**, 2007, Master Thesis (Master of Engineering) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 304p.

ABSTRACT

It is a common understanding that a critical gate to an efficient product development process is the decision making considering the alternatives selection process during conceptual design stage. Conceptual alternatives can be expressed as a principle of solution to the opportunity identified for a product development, which nearly describes: i) the applied technology; ii) the functional structure; iii) the working principles; and iv) the preliminary product form. Within this process, the customer demands might be considered as the reference core to the decision making. However, additionally in this process, there might be included business features and competitive capabilities of the company. Also, there might be a misunderstanding by the evaluation team or by the evaluation method itself, throughout the process of selecting the alternatives. Therefore, this work proposes an approach that aim to minimize the risk of a wrong choice of an alternative solution, through a model of evaluation of alternatives during the conceptual design stage that, beyond the technical and economic criteria (i.e. goals that are customer-oriented) encompasses the strategic business view, considering distinct strategic scenery. The response from process is the consistence of obtained results, based on the principle of non-similarity among alternatives. A computational tool, called **Platform to Alternatives Selection (P2As)**, has been developed using a spreadsheet as kernel. This tool has been used in a planned assessment of three experimental applications. The preliminary results suggest that the model's rigor addresses correctly the core issues of the model, presenting consistent responses to distinct business contexts.

Key-words: *conceptual design; evaluation of alternatives; product development.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Ilustração das propostas conceituais de uma máquina voadora de Leonardo da Vinci.	2
Figura 2-	Representação gráfica da aplicação comumente utilizada dos métodos de seleção. .4	
Figura 3-	Representação gráfica do rigor da tomada de decisão e do impacto no sucesso do projeto.	3
Figura 4-	Novo escopo do processo de desenvolvimento de produtos.....	11
Figura 5-	Diagrama de referência visual dos tópicos de revisão da literatura abordados no capítulo 2	12
Figura 6-	Diagrama de fluxo de caixa cumulativo durante o desenvolvimento e o ciclo de vida	13
Figura 7-	Análise fornecimento/demanda e rede de valores	17
Figura 8-	Representação da integração das estratégias em diferentes cenários	21
Figura 9-	Modelo de Pahl e Beitz para o processo de desenvolvimento de um projeto	22
Figura 10-	Modelo <i>Stage-Gate</i> ® de primeira geração de Cooper.....	23
Figura 11-	Modelo <i>Stage-Gate</i> ® de terceira geração de Cooper.....	25
Figura 12-	Distinção entre os modelos com e sem etapas – portões, segundo Smith	26
Figura 13-	Representação do sistema Consumidor – Função – Característica, segundo Shillito	29
Figura 14-	Representação de Itoh da análise dos fatores resultantes do paradigma do marketing	30
Figura 15-	Representação gráfica da “casa da qualidade”.....	32
Figura 16-	Diagrama de critérios com os respectivos pesos, segundo Pahl e Beitz.....	43
Figura 17-	Representação do método <i>s-Pareto frontier</i> , segundo Mattson e Messac.....	46
Figura 18-	Representação gráfica da origem do conjunto-solução	54
Figura 19-	Diagrama de convergência para elaboração do modelo de processo de seleção de alternativas na etapa conceitual de desenvolvimento de produto.....	57
Figura 20-	Representação gráfica do modelo proposto.....	59
Figura 21-	Representação simbólica do modelo	60
Figura 22-	Representação gráfica detalhada do modelo.....	61
Figura 23-	Estágios antecedentes e sucessores ao modelo proposto	62
Figura 24-	Representação de referência visual do desenvolvimento dos passos do modelo proposto	63
Figura 25-	Exemplo de diagrama de um sistema de critérios, segundo Pahl e Beitz	64

Figura 26-	Diagrama de critério e seus respectivos sub-critérios para o exemplo ilustrativo do cálculo dos coeficientes de ponderação que afetam o critério global	66
Figura 27-	Exemplo de diagrama de critérios com os parâmetros associados	68
Figura 28-	Representação da visão estratégica de organização considerada neste modelo	69
Figura 29-	Diagrama da visão estratégica e os respectivos focos	70
Figura 30-	Aplicação dos valores de comparação absoluta	73
Figura 31-	Representação gráfica dos cenários em função das expectativas e do fator de incerteza	74
Figura 32-	Ajuste da reta entre os pontos otimista e pessimista	77
Figura 33-	Interseção e inclinação da reta representativa do cenário pessimista.....	78
Figura 34-	Exemplo de uma representação gráfica de pontos fortes e fracos de uma alternativa	83
Figura 35-	Distribuição normal padronizada da avaliação de uma alternativa	85
Figura 36-	Distribuição normal padronizada para duas alternativas	86
Figura 37-	Distribuições normais padronizadas para duas alternativas idênticas.....	87
Figura 38-	Distribuições normais padronizadas para duas alternativas semelhantes com médias de valor de desempenho iguais e desvios padrões diferentes.....	87
Figura 39-	Distribuições normais padronizadas para duas alternativas semelhantes com médias de valor de desempenho diferentes e valor de confiança menor que o valor de referência	88
Figura 40-	Distribuições normais padronizadas para duas alternativas não semelhantes	88
Figura 41-	Diagrama de critérios para o exemplo ilustrativo	92
Figura 42-	Diagrama de critérios com parâmetros associados para o exemplo ilustrativo	93
Figura 43-	Diagrama da avaliação dos desempenhos para o exemplo ilustrativo	95
Figura 44-	Representação gráfica dos pontos fortes e fracos para o candidato A do exemplo ilustrativo.....	98
Figura 45-	Representação gráfica dos pontos fortes e fracos para o candidato B do exemplo ilustrativo.....	99
Figura 46-	Representação gráfica dos pontos fortes e fracos para o candidato C do exemplo ilustrativo.....	100
Figura 47-	Representação gráfica das distribuições normais padronizadas das avaliações dos candidatos do exemplo ilustrativo.....	103
Figura 48-	Representação gráfica das distribuições normais padronizadas das avaliações dos candidatos do exemplo ilustrativo, para um cenário pessimista	105
Figura 49-	Representação gráfica das distribuições normais padronizadas das avaliações dos candidatos do exemplo ilustrativo, para um cenário otimista	106

Figura 50-	Simulação de equívoco em valores de avaliação, comparados ao exemplo ilustrativo.....	108
Figura 51-	Representação gráfica das distribuições normais padronizadas das avaliações dos candidatos para a simulação de equívocos no valor de avaliação	109
Figura 52-	Representação gráfica das distribuições normais padronizadas das avaliações dos candidatos para a simulação de equívocos no estabelecimento de afinidades.....	111
Figura 53-	Representação gráfica das distribuições normais padronizada das avaliações dos candidatos para a simulação de sensibilidade do modelo para alterações de prioridades de visão estratégica.....	112
Figura 54-	Representação gráfica da estrutura do sistema P2As	117
Figura 55-	Representação ilustrativa dos dispositivos de segurança do sistema e exemplos de interface gráfica	118
Figura 56-	Ilustração da interface gráfica “menu” da P2As	119
Figura 57-	Exemplo ilustrativo da interface gráfica “análise de consistência” com a exibição da janela de informações.....	120
Figura 58-	Exemplo da interface gráfica para inserção de elementos descritivos com o uso de listas em caixas de combinação.....	121
Figura 59-	Excerto da interface gráfica “Avaliação da Alternativa...” com destaque para a caixa de combinação de escolha do valor de escala do parâmetro.....	122
Figura 60-	Exemplo ilustrativo da interface gráfica de entrada de dados para análise de cenários	122
Figura 61-	Excerto da interface gráfica “Afinidades...” com destaque a entrada de dados por meio das caixas de seleção para determinação das afinidades	122
Figura 62-	Excerto da interface gráfica “mapa do critério” para verificação de diagrama, com mensagem de conclusão de ação.....	123
Figura 63-	Representação das matrizes de armazenamento de <i>slot</i> e arranjo de entrada de dados	124
Figura 64-	Representação das matrizes de armazenamento de <i>slot</i> de entrada dos focos estratégicos, <i>slot</i> da conversão das afinidades e matriz de arranjo de entrada de afinidades.....	125
Figura 65-	Representação gráfica do desmembramento do módulo matemático.....	126
Figura 66-	Exemplo ilustrativo da interface gráfica de saída do diagrama de desempenho de uma alternativa	128
Figura 67-	Exemplo ilustrativo da interface gráfica de saída das curvas para análise de não semelhança entre alternativas.....	128
Figura 68-	Exemplo ilustrativo da interface gráfica de saída dos resultados numéricos para análise das alternativas	129
Figura 69-	Representação gráfica da estrutura do sistema complementar P2AsTutorial.....	130
Figura 70-	Exemplo ilustrativo da interface gráfica de uma tarefa com a descrição da função de um elemento	132

Figura 71-	Exemplo ilustrativo da interface gráfica de uma tarefa com a descrição dos procedimentos e as condições estabelecidas pelo modelo teórico para executar uma ação	133
Figura 72-	Exemplo ilustrativo da interface gráfica da P2AsTutorial de uma tarefa com recomendações sobre procedimentos de análise e descrição de condições e hipóteses estabelecidas pelo modelo teórico.....	134
Figura 73-	Roteiro para o estudo de caso de aplicação experimental do modelo	140
Figura 74-	Representação gráfica da alternativa 1.....	142
Figura 75-	Representação gráfica da alternativa 2.....	143
Figura 76-	Representação gráfica da alternativa 3.....	145
Figura 77-	Representação gráfica da alternativa 4.....	146
Figura 78-	Diagrama representativo da divisão de grupos na aplicação experimental do modelo	149
Figura 79-	Distribuição dos ambientes fictícios entre as equipas no experimento.....	153
Figura 80-	Uso do modelo na aplicação experimental.....	154
Figura 81-	Representação gráfica da casualização das equipas	166
Figura 82-	Representação gráfica dos valores constantes na tabela de contrastes e efeito principal das variáveis independentes.....	172
Figura 83-	Representação gráfica do “efeito principal” para as interações de variáveis independentes	174
Figura 84-	Representação gráfica dos valores constantes na tabela de interações entre as variáveis independentes.....	175
Figura 85-	Resultados do processo de seleção da aplicação experimental representado pelas interfaces gráficas da P2As	177
Figura 86-	Roteiro para a segunda aplicação experimental do modelo proposto	179
Figura 87-	Representação gráfica do desenvolvimento da segunda aplicação experimental ...	181
Figura 88-	Representação gráfica dos resultados da segunda aplicação experimental convertidos em valores para as variáveis independentes.....	185
Figura 89-	Representação gráfica das interfaces de saída dos primeiros resultados para o contexto da “empresa ABC” da segunda aplicação experimental	187
Figura 90-	Representação gráfica das interfaces de saída dos resultados finais do processo de seleção para o contexto da “empresa ABC” da segunda aplicação experimental	188
Figura 91-	Representação gráfica da interface de saída para os valores numéricos referentes aos cenários pessimista (a) e otimista (b), sob o contexto da “empresa ABC”	189
Figura 92-	Representação gráfica das interfaces de saída dos primeiros resultados para o contexto da “empresa XYZ” da segunda aplicação experimental.....	190

Figura 93-	Representação gráfica das interfaces de saída dos resultados após a inclusão do critério C_6 para o contexto da “empresa XYZ” da segunda aplicação experimental .	191
Figura 94-	Representação gráfica das interfaces de saída dos resultados finais do processo de seleção para o contexto da “empresa XYZ” da segunda aplicação experimental	192
Figura 95-	Representação gráfica da interface de saída para os valores numéricos referentes aos cenários pessimista (a) e otimista (b), no contexto da empresa XYZ”	193
Figura 96-	Roteiro para o estudo da aplicação variante do modelo proposto.....	195
Figura 97-	Curvas representativas das avaliações das alternativas (i.e. produtos) analisadas na aplicação variante do modelo.....	202
Figura 98-	Janelas da ferramenta P2As para análise de desempenho (a) e análise do valor de confiança (b) das alternativas (i.e. produtos) para a aplicação variante do modelo	203
Figura 99-	Influência de áreas do conhecimento apontada pelas respostas dos participantes precedente à primeira aplicação experimental do modelo.....	207
Figura 100-	Interface gráfica de saída do modelo como resposta do processo de seleção de uma das equipes que aponta para a semelhança entre todas as alternativas no experimento 1	209
Figura 101-	Interface gráfica de saída do modelo como resposta do processo de seleção para um dos contextos que aponta para a não semelhança entre as alternativas com maior potencial de sucesso no experimento 2	210
Figura 1.C-	Métodos de seleção utilizados pelas empresas pesquisadas, segundo Salonen e Pertulla.....	225
Figura 2.C-	Importância dos procedimentos no processo de seleção de alternativas na etapa com conceitual percebida pelas empresas pesquisadas, segundo Salonen e Pertulla.....	225
Figura 3.C-	Áreas funcionais envolvidas no processo de seleção de alternativas na etapa conceitual de projeto indicadas pelas empresas pesquisadas, segundo Salonen e Pertulla.....	226
Figura D.1-	Diagrama de critérios do critério C_1 - Desempenho Técnico	237
Figura D.2-	Diagrama de critérios do critério C_2 - Portabilidade	238
Figura D.3-	Diagrama de critérios do critério C_3 – Uso em serviço.....	238
Figura D.4-	Diagrama de critérios do critério C_4 – Estabilidade e Ergonomia	239
Figura D.5-	Diagrama de critérios do critério C_5 – Modularização	240
Figura N.1-	Diagrama de critérios do critério adicional C_6 estabelecido pelos participantes da segunda aplicação experimental, sob o contexto da “empresa ABC”	269
Figura O.1-	Diagrama de critérios do critério adicional C_6 estabelecido pelos participantes da segunda aplicação experimental, sob o contexto da “empresa XYZ”	270
Figura O.2-	Diagrama de critérios do critério adicional C_7 estabelecido pelos participantes da segunda aplicação experimental, para o contexto da “empresa XYZ”	270

Figura P.1-	Representação gráfica das respostas referentes à pergunta 1 (Identificação das principais estratégias da “empresa ABC”) do questionário 3, para o estudo de caso 1	271
Figura P.2-	Representação gráfica das respostas referentes à pergunta 1 (Identificação das principais estratégias da “empresa XYZ”) do questionário 3, para o estudo de caso 1	271
Figura P.3-	Representação gráfica das respostas referentes à pergunta 2 (Identificação das principais práticas tecnológicas da “empresa ABC”) do questionário 3, para o estudo de caso 1	272
Figura P.4-	Representação gráfica das respostas referentes à pergunta 2 (Identificação das principais práticas tecnológicas da “empresa XYZ”) do questionário 3, para o estudo de caso 1	272
Figura R.1-	Quantidade de respostas para a pergunta 7 (“Qual o método de seleção de alternativas que poderia ser adequado à empresa do experimento?”) do questionário 3 para o estudo de caso 1	274
Figura R.2-	Quantidade de respostas para a pergunta 8 (“Em um processo final de seleção de um conceito de produto, quais aspectos poderiam ser mais relevantes?”) do questionário 3 para o estudo de caso 1	275
Figura R.3-	Quantidade de respostas para a pergunta 9 (“Quais setores funcionais da empresa podem fazer parte da seleção do conceito de produto?”) do questionário 3 para o estudo de caso 1	275

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Simbologia de avaliação.....	41
Tabela 2-	Simbologia com refino de avaliação, segundo Ullman.....	42
Tabela 3-	Escala de valores da análise de valor e guia VDI 2225	73
Tabela 4-	Resultados dos cálculos para construção da distribuição normal de cada candidato	102
Tabela 5-	Cálculo do valor de confiança da avaliação entre os candidatos do exemplo Ilustrativo.....	103
Tabela 6-	Resultados dos cálculos para construção da distribuição normal de cada candidato em cenário pessimista	104
Tabela 7-	Cálculo do valor de confiança da avaliação entre os candidatos do exemplo ilustrativo para um cenário pessimista	105
Tabela 8-	Resultados dos cálculos para construção da distribuição normal de cada candidato em cenário otimista.....	106
Tabela 9-	Cálculo do valor de confiança da avaliação entre os candidatos do exemplo ilustrativo para um cenário otimista	107
Tabela 10-	Cálculo do valor de confiança da avaliação entre os candidatos para a simulação .	109
Tabela 11-	Cálculo do valor de confiança da avaliação entre os candidatos para a simulação .	111
Tabela 12-	Cálculo do valor de confiança da avaliação entre os candidatos para a simulação de sensibilidade do modelo para alterações de prioridades de visão estratégica	112
Tabela 13-	Indicação dos questionários e as respectivas tabelas de conversão das respostas em valores	158
Tabela 14-	Correlação das perguntas dos questionários 2 e 3 com as variáveis Independentes	159
Tabela 15-	Tabela de contrastes para delineamento da aplicação experimental	162
Tabela 16-	Tabela de interações para delineamento da aplicação experimental	162
Tabela 17-	Tempo dedicado à execução da aplicação experimental do modelo	163
Tabela 18-	Contrastes para delineamento da aplicação experimental	170
Tabela 19-	Correlação das perguntas dos questionários 2 e 3 com as variáveis independentes do caso 2	182
Tabela 20-	Resultado das variáveis independentes da segunda aplicação experimental.....	185
Tabela K.1-	Pontuação de conversão das respostas do questionário 1 da aplicação Experimental.....	257
Tabela K.2-	Pontuação de conversão das respostas do questionário 2 (A e B), parte 1, da aplicação experimental	257

Tabela K.3-	Pontuação de conversão das respostas do questionário 2, parte 2, para as perguntas 1 e 2.....	258
Tabela K.4-	Pontuação de conversão das respostas do questionário 2, parte 2, para a pergunta 3.....	259
Tabela K.5-	Pontuação de conversão das respostas do questionário 2 – parte 2, para a pergunta 5.....	259
Tabela K.6-	Pontuação de conversão das respostas do questionário 2 – parte 2, da aplicação experimental	259
Tabela K.7-	Caracterização das respostas do questionário 3, pergunta 1	260
Tabela K.8-	Caracterização das respostas do questionário 3, pergunta 2.....	260
Tabela K.9-	Pontuação de conversão das respostas do questionário 3, perguntas 3 a 6	261
Tabela M.1-	Tabela de contrastes para delineamento da aplicação experimental	267
Tabela M.2-	Tabela de interações para delineamento da aplicação experimental	267

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-	Grau de incerteza associado com diversos tipos de inovação	15
Quadro 2-	Matriz Produto/estratégia de Ansoff com a inclusão do novo ator	16
Quadro 3-	Estratégias tecnológicas de mercado.....	19
Quadro 4-	Modelos de DP e seus diferentes conceitos	24
Quadro 5-	Resumo da evolução dos sistemas “etapas-pontos de decisão”, segundo Esteves ...	27
Quadro 6-	Comparações das perspectivas das comunidades acadêmicas de Marketing, Negócio, Projeto de Engenharia e Gestão Operacional	31
Quadro 7-	Excerto da matriz “Concepção de Produto Orientado ao Consumidor (CPOC)”	32
Quadro 8-	Exemplo de Shillito para a matriz estratégica do sistema CPOC	36
Quadro 9-	Exemplo da matriz de decisão proposta por Pugh.....	41
Quadro 10-	Matriz de comparação de alternativas, segundo Pahl e Beitz	44
Quadro 11-	Cálculo dos coeficientes de ponderação dos critérios e sub-critérios de diferentes campos	65
Quadro 12-	Exemplo de cálculo dos coeficientes de ponderação que afetam o critério global.....	67
Quadro 13-	Matriz de afinidades.....	81
Quadro 14-	Visão estratégica e focos estratégicos para o exemplo ilustrativo.....	94
Quadro 15-	Matriz para o cálculo do valor de influência dos focos da visão estratégica do exemplo ilustrativo	95
Quadro 16-	Matriz de afinidades para o candidato A do exemplo ilustrativo	96
Quadro 17-	Matriz de afinidade para o candidato B do exemplo ilustrativo	97
Quadro 18-	Matriz de afinidade para o candidato C do exemplo ilustrativo.....	97
Quadro 19-	Valores de comparação de pontos fortes e fracos do candidato A para o exemplo ilustrativo.....	98
Quadro 20-	Valores de comparação de pontos fortes e fracos do candidato B para o exemplo ilustrativo.....	99
Quadro 21-	Valores de comparação de pontos fortes e fracos do candidato C para o exemplo ilustrativo.....	100
Quadro 22-	Matriz para o cálculo do valor de influência dos focos da visão estratégica no cenário pessimista do exemplo ilustrativo	104
Quadro 23-	Matriz de afinidades para o candidato S1 para simulação de equívoco.....	110
Quadro 24-	Visão estratégica e focos estratégicos para a simulação de alterações nas prioridades estratégicas.....	112
Quadro 25-	Resumo das disponibilidades do sistema P2As.....	135

Quadro 26-	Descrição dos parâmetros de avaliação relacionados aos critérios globais para o estudo de caso de aplicação do modelo em ambiente controlado	147
Quadro 27-	Aplicação dos questionários de coleta de dados	155
Quadro 28-	Entradas da aplicação experimental do modelo.....	157
Quadro 29-	Excerto do quadro L.1, apêndice L, que apresenta os resultados do questionário 1, convertidos em valores	165
Quadro 30-	Arranjo dos participantes em equipes	165
Quadro 31-	Excerto do quadro L.2, apêndice L, conversão dos resultados do questionário 2 (A e B), parte 1, em valores numéricos	166
Quadro 32-	Excerto do quadro L.3, apêndice L, conversão dos resultados do questionário 2, parte 2, em valores numéricos	166
Quadro 33-	Excerto do quadro L.4, apêndice L, conversão dos resultados do questionário 3, perguntas 1 a 6, em valores numéricos	167
Quadro 34-	Excerto do quadro L.5, apêndice L, resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente A.....	167
Quadro 35-	Excerto do quadro L.6, apêndice L, resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente B.....	168
Quadro 36-	Excerto do quadro L.7, apêndice L, resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente C	168
Quadro 37-	Excerto do quadro L.8, apêndice L, resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente D	169
Quadro 38-	Excerto do quadro L.9, apêndice L, resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente E.....	169
Quadro 39-	Excerto da tabela M.2, apêndice M, valores de interações do delineamento da aplicação experimental	171
Quadro 40-	Entradas da segunda aplicação experimental do modelo.....	182
Quadro 41-	Conversão dos resultados do questionário 2 (A e B), parte 1, em valores numéricos para a segunda aplicação experimental	184
Quadro 42-	Conversão dos resultados do questionário 2, parte 2, em valores numéricos da segunda aplicação experimental	184
Quadro 43-	Conversão dos resultados do questionário 3, perguntas 1 a 6, em valores numéricos da segunda aplicação experimental	184
Quadro 44-	Conversão das respostas do questionário 3 aplicado à empresa, para a aplicação variante do modelo.....	199
Quadro 45-	Parâmetros de diferenciação entre produtos, segundo a empresa pesquisada	200
Quadro 46-	Problemas identificados e possíveis soluções	211
Quadro 1.A-	Fontes públicas de informação.....	223
Quadro 1.B-	Abordagens estratégicas, segundo Porter	224

Quadro A.1-	Exemplos de áreas estratégicas e focos correlacionados	227
Quadro B.1-	Lista de participantes da primeira aplicação experimental do modelo.....	231
Quadro B.2-	Lista de participantes da segunda aplicação experimental do modelo.....	232
Quadro L.1-	Respostas do questionário 1 convertidas em valores	262
Quadro L.2-	Resultados do questionário 2 (A e B), parte 1, convertidos em valores	262
Quadro L.3-	Resultados do questionário 2, parte 2, convertidos em valores.....	263
Quadro L.4-	Resultados do questionário 3, perguntas 1 a 6, convertidos em valores.....	263
Quadro L.5-	Resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente A	264
Quadro L.6-	Resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente B	264
Quadro L.7-	Resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente C	265
Quadro L.8-	Resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente D	265
Quadro L.9-	Resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente E	266
Quadro Q.1-	Números representativos das respostas para as perguntas 7, 8 e 9 do questionário 3, para cada participante do estudo de caso 1.....	273

LISTA DE ABREVIATURAS E REDUÇÕES

1 ACRÔNIMOS EM LÍNGUA PORTUGUESA

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PPGEM – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais.

PUCPR – Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

PDP – Processo de desenvolvimento de produtos.

DIP – Desenvolvimento integrado de produtos.

DP – Desenvolvimento de produtos.

VOC – Voz do consumidor.

P&D – Pesquisa e desenvolvimento.

DFQ – Desdobramento da função qualidade.

CPOC – Concepção de produto orientado ao consumidor.

VOE – Voz da empresa.

AMD – Abordagem multicritério.

PPL – Problemas de programação linear.

P2As – Plataforma Para Análise de Alternativas.

CITEC – Centro de Inovação Tecnológica.

INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

2 ACRÔNIMOS EM LÍNGUA INGLESA

CAD – Computer Aided Design.

CAM – Computer Aided Manufacturing.

CAE – Computer Aided Engineering.

SWOT – Strengths, weaknesses, opportunities and threats.

VOC – Voice of customer.

QFD – Quality function deployment.

COPC – Customer oriented product concepting.

VOE – Voice of engineering.

VOCo – Voice of the company.

MacBeth – Measuring attractiveness by a categorical based evaluation technique.

BSC – Balanced scorecard.

P2As – Platform to alternatives selection.

VBA – Visual basic for applications.

ODBC – Open databased connectivity.

ADO – ActiveX data objects.

FDA – Food and Drug Administration.

LISTA DE SÍMBOLOS

+	Melhor do que o <i>datum</i> .
-	Pior do que o <i>datum</i> .
S	Semelhante ao <i>datum</i> .
Σ	Somatório.
P_i	Peso do critério no nível genérico i.
C	Critério.
K_{in}	Valor do provável desempenho para um parâmetro de um critério i para a alternativa n.
V_i	Valor de desempenho para o critério genérico i.
P_{ci}	Peso do critério genérico i.
P_{GnX}	Coefficiente de ponderação de um sub-critério que afeta o critério global n no nível genérico X.
$P_{Gn(X-1)}$	Coefficiente de ponderação de um sub-critério que afeta o critério global no nível genérico X-1.
$P_{nk\dots z}$	Peso do critério n no nível genérico X.
V_e	Visão estratégica da empresa.
V_{e_k}	Área K da visão estratégica.
F_{Km}	M-ésimo foco da k-ésima área da visão estratégica.
P_{Vek}	Peso da k-ésima área de visão estratégica.
P_{Fkm}	Peso do m-ésimo foco da k-ésima área de visão estratégica.
D	Valor de avaliação de desempenho.
ξ	Fator de incerteza.
X_c	Expectativa para a influência da visão estratégica no cenário corrente.
α	Inclinação da reta.
V_{nX}	Valor de avaliação n no nível X.
V_{normal}	Relação entre o valor de avaliação de um sub-critério e o valor de desempenho de uma alternativa.
V_{sc}	Valor de avaliação de uma alternativa.
$V_{alternativa}$	Valor de desempenho de uma alternativa.
V_{comp}	Valor de comparação.
μ	Média da soma dos critérios.
$f(x)$	Função de distribuição.
σ	Desvio padrão.
x	Ponto de inflexão.
P	Ponto de interseção.
$F(c)$	Função de distribuição acumulada.
A_i	Área de interseção entre duas distribuições.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE QUADROS	xvi
LISTA DE ABREVIATURAS E REDUÇÕES	xix
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xxi
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	2
1.2 RELEVÂNCIA DO PROBLEMA.....	4
1.3 OBJETIVOS DA INVESTIGAÇÃO.....	6
1.3.1 Objetivo Geral	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 JUSTIFICATIVAS PARA A INVESTIGAÇÃO	7
1.5 METODOLOGIA APLICADA À INVESTIGAÇÃO.....	7
1.6 ESTRUTURA DO TEXTO.....	9
2 A SELEÇÃO DE SOLUÇÕES NO PROJETO CONCEITUAL E O PROCESSO DE NEGÓCIO	10
2.1 A FASE DE PRÉ-DESENVOLVIMENTO E SUA IMPLICAÇÃO NO PDP	13
2.2 AS DIRETRIZES DO DIP – ESTRATÉGIA COMPETITIVA.....	15
2.2.1 A Estratégia Tecnológica Integrada à Estratégia do Negócio	17
2.2.2 A Elaboração do Escopo do PDP	20
2.3 MÉTODOS SISTEMÁTICOS PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	21
2.4 VOZ-DO-CONSUMIDOR E AS ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO.....	27

2.4.1	A Voz-Da-Empresa: O Desdobramento Da Voc.....	33
2.5	SELEÇÃO DE SOLUÇÕES NA ETAPA CONCEITUAL DO PDP	36
2.5.1	Métodos para a Seleção de Alternativas Conceituais	37
2.5.2	Utilização dos Métodos de Seleção	39
2.5.2.1	A avaliação de alternativas de solução segundo Pugh	40
2.5.2.2	A avaliação de alternativas de solução segundo Pahl e Beitz	42
2.5.2.3	A avaliação de alternativas de solução segundo Mattson e Messac	45
2.5.2.4	Modelos multicritérios de apoio à decisão	46
2.6	CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO À LITERATURA.....	48
2.6.1	A Identificação da Oportunidade e Motivação para a Investigação.....	51
3	SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS NO PROJETO CONCEITUAL – UMA ABORDAGEM COM O USO DE VARIÁVEIS DO PROCESSO DE NEGÓCIO	53
3.1	MODELO PARA ANÁLISE E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS NA ETAPA CONCEITUAL DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	55
3.1.1	Pressuposto para Estabelecer o Modelo	55
3.1.2	O Escopo do Modelo	56
3.1.3	Limitações do Modelo.....	58
3.1.4	Estrutura do Modelo	59
3.1.4.1	Estrutura Detalhada do Modelo	60
3.1.4.2	Estágios que Antecedem e Sucedem o Modelo.....	61
3.1.5	Ações e Tarefas do Modelo.....	62
3.1.5.1	Primeiro passo – elaboração do diagrama de critérios.....	63
3.1.5.2	Segundo passo – estabelecimento dos coeficientes de ponderação para os critérios	65
3.1.5.3	Terceiro passo – estabelecimento dos parâmetros de comparação	67
3.1.5.4	Quarto passo – determinação dos focos da visão estratégica.....	68
3.1.5.5	Quinto passo – estabelecimento dos pesos para áreas da e focos da visão estratégica.....	71
3.1.5.6	Sexto passo – atribuição de valores para cada desempenho.....	72

3.1.5.7	Sétimo passo – declaração do cenário para a visão Estratégica	74
3.1.5.8	Oitavo passo – estabelecimento de afinidades	80
3.1.5.9	Nono passo – verificação dos pontos fracos de cada alternativa	82
3.1.5.10	Décimo passo – análise de consistência	84
3.1.5.11	Décimo primeiro passo – análise de consistência em diferentes cenários estratégicos	89
3.2	EXEMPLO ILUSTRATIVO NUMÉRICO DA APLICAÇÃO DO MODELO	91
3.2.1	Etapa de Estabelecimento de Referenciais	91
3.2.2	Etapa de Análise e Avaliação	94
3.2.3	Etapa de Seleção	101
3.3	SENSIBILIDADE NUMÉRICA DO MODELO	107
3.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODELO	113
3.4.1	Aplicação do Modelo	113
3.4.2	Análise do Comportamento do Modelo	114
4	PLATAFORMA PARA ANÁLISE DE ALTERNATIVAS – UMA INTERFACE ENTRE O MODELO E O USUÁRIO	115
4.1	ESTRUTURA DA P2As	116
4.1.1	Módulo Administrativo	118
4.1.1.1	Informações condensadas sobre a ação em execução	119
4.1.2	Módulo de Entradas	120
4.1.2.1	Verificação de valores de entrada	123
4.1.3	Módulo de Armazenagem de Dados	124
4.1.3.1	Matrizes de conversão de dados descritivos em valores	125
4.1.4	Módulo Matemático	126
4.1.5	Módulo de Saída	127
4.2	O SISTEMA COMPLEMENTAR P2AsTutorial	129
4.2.1	Estrutura da P2AsTutorial	129
4.2.1.1	Módulo administrativo da P2AsTutorial	129
4.2.1.2	Módulo de entrada da P2AsTutorial	131

4.3	CAPACIDADE DO SISTEMA	134
4.4	PLATAFORMA OPERACIONAL	136
4.5	COMENTÁRIOS SOBRE O SISTEMA.....	136
5	APLICAÇÕES DO MODELO DE ANÁLISE E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS – ESTUDO DE CASOS.....	138
5.1	CASO 1 – APLICAÇÃO DO MODELO SOB CONDIÇÕES CONTROLADAS.....	138
5.1.1	Metodologia do Experimento	140
5.1.2	Determinação do Produto em Desenvolvimento	141
5.1.2.1	Determinação das alternativas de solução para o produto	141
5.1.2.2	Alternativa de solução 1	142
5.1.2.3	Alternativa de solução 2	143
5.1.2.4	Alternativa de solução 3	144
5.1.2.5	Alternativa de solução 4	145
5.1.2.6	Considerações sobre as alternativas de solução	146
5.1.3	Determinação dos Critérios de Avaliação.....	147
5.1.4	Equipes de Avaliação.....	148
5.1.5	Determinação dos Ambientes Organizacionais.....	150
5.1.5.1	Determinação do primeiro ambiente de negócio	151
5.1.5.2	Determinação do segundo ambiente de negócio	151
5.1.5.3	Comentários sobre os ambientes de negócio.....	152
5.1.6	Determinação do Ambiente Para Cada Equipe.....	152
5.1.7	Parâmetros de Análise da Aplicação Experimental do Modelo.....	153
5.1.7.1	Coleta de dados para análise	154
5.1.8	Delineamento da Aplicação Experimental do Modelo	157
5.1.8.1	Quantificação dos dados.....	158
5.1.8.2	Tabelas de contrastes e interações	161
5.1.9	Determinação dos Prazos Para Execução da Tarefa.....	163
5.1.10	Estrutura Física e de Apoio.....	163
5.1.11	Resultados Numéricos Obtidos	164
5.1.11.1	Casualização das equipes	164

5.1.11.2	Conversão dos resultados em valores numéricos	166
5.1.11.3	Correlação dos resultados com as variáveis independentes	167
5.1.12	Avaliação dos Resultados Numéricos	169
5.1.13	Análise dos Resultados	171
5.1.13.1	Análise dos resultados referentes às variáveis isoladas	171
5.1.13.2	Análise dos resultados referentes às interações de Variáveis.....	174
5.1.13.3	Análise da seleção da alternativa	176
5.1.14	Comentários Sobre o Caso 1.....	177
5.2	CASO 2 – SEGUNDA APLICAÇÃO EXPERIMENTAL	178
5.2.1	Metodologia da Segunda Aplicação Experimental do Modelo	178
5.2.2	Desenvolvimento da Segunda Aplicação Experimental	180
5.2.3	Delineamento do Experimento.....	181
5.2.4	Quantificação dos Dados Obtidos	182
5.2.5	Estrutura Física e de Apoio.....	183
5.2.6	Resultados Numéricos Obtidos	183
5.2.6.1	Conversão dos resultados dos questionários	183
5.2.7	Avaliação dos Resultados Numéricos	184
5.2.8	Análise da seleção da alternativa	186
5.2.8.1	Análise sob o contexto de negócio da “empresa ABC”	186
5.2.8.2	Análise sob o contexto de negócio da “empresa XYZ”	189
5.2.9	Comentários Sobre a Segunda Aplicação Experimental.....	193
5.3	CASO 3 - APLICAÇÃO VARIANTE DO MODELO.....	194
5.3.1	Metodologia Para o Caso 3	194
5.3.2	Informações Sobre a Empresa	196
5.3.3	Informações Sobre o Produto e Produtos Concorrentes.....	197
5.3.4	Identificação das Características Específicas da Empresa.....	198
5.3.5	CrITÉrios e Parâmetros de Avaliação do Produto.....	199
5.3.6	Áreas Estratégicas Declaradas.....	201
5.3.7	Resultados da Aplicação Variante do Modelo Por Meio da Ferramenta P2As	201
5.3.8	Análise dos Resultados do Caso 3	203

6	DISCUSSÃO – RESULTADOS, PROBLEMAS E TRABALHOS FUTUROS	204
6.1	RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO	205
6.1.1	Resultados Referentes aos Objetivos Específicos da Investigação	205
6.1.2	Resultados Referentes às Justificativas da Investigação	207
6.1.3	Resultado Referente ao Objetivo Geral da Investigação	210
6.2	PROBLEMAS IDENTIFICADOS DURANTE A INVESTIGAÇÃO	211
6.3	CONTRIBUIÇÕES	213
6.4	TRABALHOS FUTUROS	214
7	CONCLUSÃO	216
	REFERENCIAS	218
	ANEXO A - Exemplo de Fontes Públicas de Informação	223
	ANEXO B - Abordagens Estratégicas, Segundo Porter	224
	ANEXO C - Resultados da Pesquisa sobre o Processo de Seleção de Alternativas em Indústrias Finlandesas	225
	APÊNDICE A - Exemplos de Áreas Estratégicas e Focos Correlacionados	227
	APÊNDICE B - Lista de Participantes das Aplicações Experimentais dos Casos 1 e 2	231
	APÊNDICE C - Memorial Descritivo das Alternativas do Estudo de Caso 1	233
	APÊNDICE D - Diagramas de Critérios do Estudo de Caso 1	237
	APÊNDICE E - Informações sobre as Empresas do Estudo de Caso 1	241
	APÊNDICE F - Questionário 1 para os Participantes do Estudo de Caso 1	244
	APÊNDICE G - Questionário 2A para os Participantes do Grupo de Controle	245
	APÊNDICE H - Questionário 2B para os Participantes do Grupo 2	248
	APÊNDICE I - Questionário 2 para os Participantes dos Grupos de Controle, 2 e 3	251
	APÊNDICE J - Questionário 3 Para os Estudos de Caso 1, 2 e 3	253
	APÊNDICE K - Tabelas de Conversão das Respostas dos Questionários do Estudo de Caso 1 em Valores	257
	APÊNDICE L - Respostas do Caso 1 Convertidas em Valores	262
	APÊNDICE M - Tabelas de Contrastes e Interações do Estudo de Caso 1	267

APÊNDICE N - Diagrama do Critério Adicional do Estudo de Caso 2, sob o Contexto da "Empresa ABC"	271
APÊNDICE O - Diagramas de Critérios Adicionais do Estudo de Caso 2, sob o Contexto da "Empresa XYZ"	270
APÊNDICE P - Representações Gráficas das Respostas das Perguntas 1 e 2 do Questionário 3 para o Estudo de Caso 1	271
APÊNDICE Q - Respostas das Perguntas 7, 8 e 9 do Questionário 3 para o Estudo de Caso 1	273
APÊNDICE R - Representações Gráficas das Respostas das Perguntas 7, 8 e 9 do Questionário 3 para o Estudo de Caso 1	274

*Jamais considere seus estudos como uma obrigação,
mas como uma oportunidade invejável (...) para aprender
a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito,
para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade
à qual seu futuro trabalho pertencerá.*

ALBERT EINSTEIN

“Embora a natureza comece com a razão e termine na experiência, é necessário que façamos o oposto, ou seja, começar com a experiência e a partir dela passar a investigar a razão.”

LEONARDO DA VINCI

1 INTRODUÇÃO

Argumenta-se que aproximadamente 85% do custo final de um produto e de sua qualidade são motivados pelas decisões tomadas no início do processo de desenvolvimento de produtos¹. Assim sendo, pode-se considerar que um dos elementos críticos para o sucesso de um projeto é a ação de tomada de decisão denominada de avaliação e seleção de uma alternativa conceitual de produto.

Contudo, o processo de tomada de decisão na etapa conceitual é conduzido distintamente entre as organizações industriais. O próprio uso do termo conceito de produto pode expressar uma diversidade de contextos e percepções cujo significado, ocasionalmente, diverge da taxonomia utilizada por pesquisadores² (e.g. o termo “carro conceito” poderia ser apropriadamente aplicado como “carro protótipo”).

Em sua essência, um conceito de produto deve ser a representação de um conjunto de idéias, cujo objetivo é propor uma alternativa de solução para um determinado problema. Citam-se como exemplos os princípios de funcionamento propostos com brilhantismo por Leonardo da Vinci para uma “máquina voadora”, cujas idéias foram devidamente esboçadas e as respectivas descrições foram rascunhadas em seu caderno de notas, exemplificados pelas ilustrações das figuras 1(a) e 1(b), entre 1488 e 1505, cujos elementos remetem a diferentes alternativas de solução.

¹ A influência das etapas iniciais do ciclo de desenvolvimento no custo final e qualidade do produto é citada por diversos autores, entre eles Rozenfeld et al. (2006) e Mullur et al. (2003).

² Conforme Salonen e Perttula (2005).

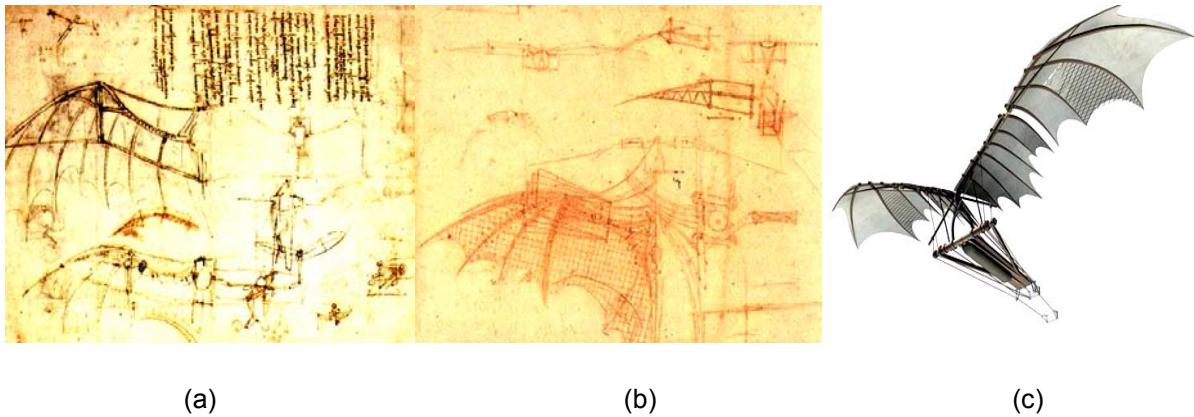


Figura 1 – Ilustração das propostas conceituais de uma máquina voadora de Leonardo da Vinci. Desenhado por Da Vinci em 1488 (a) e em 1505 (b). Ilustração (c) é uma representação moderna em três dimensões de uma das propostas de Da Vinci com o uso de CAD (*Computer Aided Design*). Fonte: (Figuras (a) e (b) – *Leonardo da Vinci - The Ornithopter*, 2007; figura (c) – *Leonardo3 Official Website*, 2007).

³*Portanto, entende-se que uma alternativa conceitual deve expressar um princípio de solução para uma oportunidade de desenvolvimento, que represente e descreva aproximadamente a tecnologia aplicada, os princípios de trabalho, a estrutura funcional e a forma preliminar de um produto.*

Este entendimento associado à habilidade em tomar decisões são essenciais para conduzir um racional, coerente e adequado processo de seleção de alternativas.

1.1 CARACTERIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE DE INVESTIGAÇÃO

Presentemente, o processo de tomada de decisão na etapa conceitual de projeto envolve o apoio de inúmeras ferramentas tecnológicas, e.g. o uso do sistema computacional CAD (Ver figura 1(c), cuja ilustração representa em sistema CAD a proposta de Leonardo da Vinci, com visualização em três dimensões, a qual pode ser comparada com os esboços originais).

Este indispensável apoio se deve, provavelmente, ao fato de que o processo de seleção de alternativas de soluções conceituais em desenvolvimento de produto é peculiar, i.e. uma importante decisão deve ser tomada fundamentada em escassas informações e com alto grau de incertezas.

³ Os trechos reportados em “itálico” representam passagens da dissertação cuja importância é enfatizada por seu autor.

Sob este enfoque, diversas abordagens têm sido citadas na literatura. Segundo Mattson e Messac (2002) quase todos os métodos podem ser classificados em três categorias:

1. Abordagens não estruturadas (e.g. decisores externos, produtos campeões, intuição, entre outras.);
2. Abordagens estruturadas não computacionais (e.g. votação, gráficos prós e contras, protótipos e testes, matriz de decisão de Pugh (1990), entre outras);
3. Abordagens estruturadas computacionais, e.g. matrizes de decisão (Ulrich e Eppinger, 2000; Otto e Wood, 2001; Pahl e Beitz, 1996), algoritmos genéticos (Bagchi, 2004; Michalewicz, 1994), projeto robusto (Taguchi, 1993), método de equivalentes e não equivalentes hipotéticos (Gurnani et al, 2003), análise conceitual de modos de falhas (Biagio e Batocchio, 2000; Weiss e Hari, 1999), processo de hierarquia analítica (Salonen e Perttula, 2005) e outras abordagens baseadas em otimização.

Não obstante os sistemas de apoio à tomada de decisão na etapa conceitual de projeto sejam objetos de investigação correntes no meio acadêmico, relativamente existem poucos métodos modernos descritos na literatura ou utilizados na prática de engenharia que contemplam a análise, avaliação e seleção de alternativas conceituais na sua essência, i.e. a seleção de um princípio de solução.

Adicionalmente, existem ainda menos abordagens que consideram o processo de seleção de uma alternativa conceitual como de natureza determinística, i.e. os resultados do processo podem variar, uma vez que são dependentes do estado inicial e das entradas do sistema de seleção.

Portanto, é comum o uso de abordagens de pouco rigor para a seleção do princípio de solução, fato provavelmente originado da dificuldade de obtenção de informações precisas de desempenho e, o uso de abordagens de maior rigor para selecionar otimizações de um princípio de solução selecionado (e.g. variações de materiais, geométricas, dimensionais, entre outras), conforme ilustra a representação gráfica da figura 2.

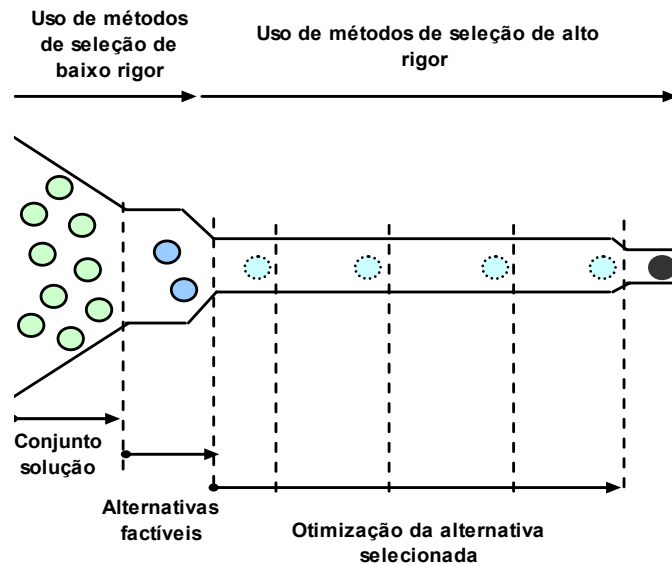


Figura 2 – Representação gráfica da aplicação comumente utilizada dos métodos de seleção.

1.2 RELEVÂNCIA DA OPORTUNIDADE DE INVESTIGAÇÃO

O rigor na seleção de um conceito de produto é geralmente associado à possibilidade de obtenção de informações em quantidade e qualidade suficientes para reduzir os riscos de uma tomada de decisão equivocada e no conseqüente insucesso do projeto. Portanto, o uso de ferramentas tecnológicas de suporte a obtenção de informações é crescente e efetivo no meio industrial (e.g. a construção e otimização de modelos virtuais com as ferramentas *CAD*, *CAM* (*Computer Aided Manufacturing*) e *CAE* (*Computer Aided Engineering*), prototipagem rápida, entre outras).

Assim sendo, o uso tradicional das ferramentas de otimização desloca-se das etapas de maior detalhamento para a etapa conceitual. *Contudo, não obstante a escassa exatidão das informações é a tomada de decisão de escolha do princípio de solução que causará maior impacto no sucesso do projeto, conforme ilustra a representação gráfica da figura 3.*

Adicionalmente, a escolha de um princípio de solução com o uso de uma abordagem não estruturada, pode conduzir o tomador de decisão a relegar algumas soluções que poderiam ter um maior potencial de sucesso, conseqüência de fortes preferências pessoais ou ainda, o princípio de solução selecionado e adotado poderia não ser o mais adequado quanto ao alinhamento estratégico do negócio.

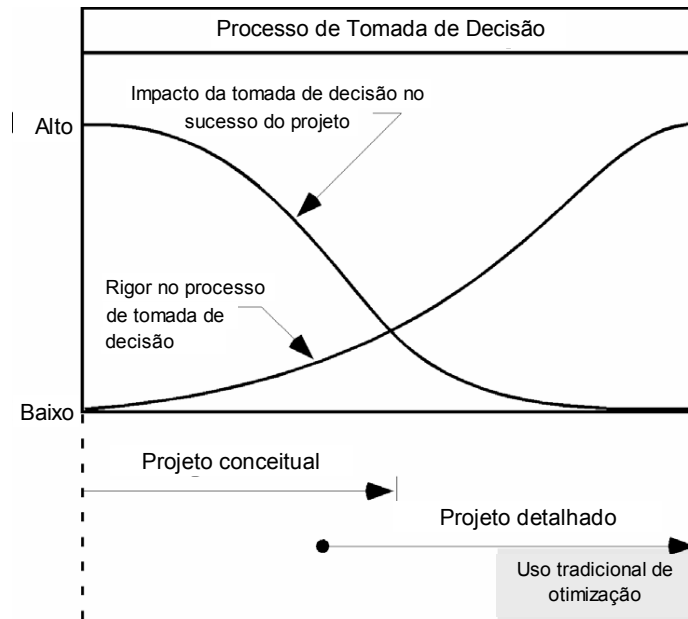


Figura 3 – Representação gráfica do rigor da tomada de decisão e do impacto no sucesso do projeto.
Fonte: (Mattson e Messac, 2002).

Contudo, o resultado de um processo de decisão é produto de todas as experiências e informações acumuladas associadas às ferramentas técnicas, que podem e devem apoiar as avaliações de alternativas. Assim, o processo de decisão implica em considerar todas as perspectivas envolvidas, analisadas sob critérios objetivos provenientes: i) das demandas do consumidor; ii) dos requisitos e restrições de engenharia; e iii) das estratégias competitivas da empresa.

Como exemplo, toma-se o relato de Clóvis Tramontina, presidente do grupo gaúcho Tramontina à revista de negócios Exame (Mano, 2007). O empresário reporta uma decisão tomada de desenvolvimento de móveis de plástico, com o objetivo de melhorar o aproveitamento de uma ampla rede de distribuição no Nordeste, que envolveu três informações importantes: i) a capacidade de distribuição da rede; ii) a habilidade de injeção de plásticos; e iii) a demanda por móveis de menor preço na região.

Segundo o empresário Clóvis Tramontina o processo de criar e testar idéias envolve lidar com a frustração de abdicar de algumas alternativas que, por mais que o ímpeto inicial seja enorme, não se sustentam depois das análises.

1.3 OBJETIVOS DA INVESTIGAÇÃO

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral da investigação é propor uma abordagem diferenciada do processo decisório durante a seleção de alternativas de solução na etapa conceitual do desenvolvimento de produtos, por meio da combinação de critérios técnicos de avaliação com os focos estratégicos da organização.

1.3.2 Objetivos Específicos

O escopo da investigação é delineado através dos seguintes objetivos específicos:

- a) Examinar por meio de referências da literatura, as principais diretrizes e características organizacionais necessárias para diferentes estratégias competitivas, os modelos sistemáticos do processo de desenvolvimento de produto (PDP) quanto à elaboração de um conceito de produto e os métodos de seleção de alternativas;
- b) Verificar a existência de uma relação entre os requisitos de projeto e as características competitivas da organização;
- c) Identificar e quantificar as combinações estratégicas com maior influência no processo decisório de escolha da solução de maior potencial de sucesso, durante a fase conceitual do PDP;
- d) Promover a avaliação do conjunto solução⁴, ao estabelecer um algoritmo que quantifique critérios e ordene as diferentes alternativas de solução;
- e) Estabelecer um modelo para avaliação de alternativas, aplicável à fase conceitual do PDP, que combine as diferentes relações entre objetivos gerais de projeto e a estratégia competitiva da organização.

⁴ Define-se como conjunto solução nesta investigação, as diferentes alternativas de solução factíveis durante a fase conceitual do PDP (Ver capítulo 3).

1.4 JUSTIFICATIVAS PARA A INVESTIGAÇÃO

A seleção sistemática de soluções conceituais focada em requisitos de projeto combinada com as características e recursos competitivos existentes na empresa pode:

- a) Reduzir o risco da influência de equívocos no resultado em processos de tomada de decisão na etapa conceitual do PDP;
- b) Reduzir as limitações impostas pela rigidez organizacional para a implementação da inovação, ao apoiar a tomada de decisão pela própria equipe de avaliadores;
- c) Oferecer um método científico para apoio do processo de tomada de decisão de escolha de alternativas na etapa inicial de projeto de produtos, que ajuste características eminentemente técnicas com os interesses organizacionais;
- d) Possibilitar a formação de um banco de dados através do registro do processo de avaliação de alternativas e assim, evitar a retenção de informações por parte dos profissionais envolvidos.

1.5 METODOLOGIA APLICADA À INVESTIGAÇÃO

Para a execução da investigação é aplicado um conjunto de etapas ordenadamente dispostas. Inicialmente, são estabelecidas duas hipóteses como respostas plausíveis ao problema caracterizado no item 1.1:

- 1. A tomada de decisão de seleção de uma alternativa de solução na etapa conceitual do processo de desenvolvimento de produtos sofre influência direta da estratégia competitiva adotada pela organização;*
- 2. Os resultados obtidos do processo de seleção são dependentes do estado inicial e das entradas do sistema (i.e. o processo é um sistema determinístico).*

Sob a orientação das duas hipóteses estabelecidas é delineado o escopo da investigação. Assim, primeiramente busca-se o estado-da-arte desta área do

conhecimento por meio da revisão da literatura quanto a fatores que compõem a estratégia competitiva para o desenvolvimento de produtos, os modelos sistemáticos de PDP com foco na etapa conceitual e os fatores que influenciam a tomada de decisão para seleção de uma alternativa de solução.

Diante do exposto, identificam-se possíveis lacunas que oportunizam a proposta para uma abordagem diferenciada de seleção de alternativas.

A partir de então, caracteriza-se o conjunto de alternativas de solução que serão examinadas, por meio da promoção de análise e avaliação com a proposta de um modelo de seleção que qualifica e quantifica combinações de estratégias organizacionais com critérios de avaliação.

Implementa-se o modelo com o desenvolvimento de uma ferramenta computacional com base em planilhas eletrônicas particularizadas para o atendimento do silogismo e da taxonomia estabelecidas pela proposta.

Avalia-se o modelo por meio da comparação das respostas provenientes de três aplicações experimentais. A primeira é uma aplicação investigativa que estabelece variáveis de controle referentes aos parâmetros técnicos que são mantidos fixos, características pré-definidas para o ambiente organizacional e a análise dos efeitos de cinco variáveis independentes, sem interferência do observador. Contudo, com condicionante de tempo para execução da tarefa. Utilizam-se sete equipes de avaliadores, divididas em três grupos: i) controle; ii) participantes com pouca experiência; e iii) participantes experientes em PDP. Coletam-se as informações para a análise por meio de questionários estruturados.

Na segunda aplicação experimental do modelo não se limita o tempo de execução da tarefa, utiliza-se uma única equipe de avaliadores e foca-se na análise das respostas de duas variáveis independentes.

Na terceira aplicação experimental investiga-se uma aplicação variante e singular do modelo e analisam-se qualitativamente seus resultados.

A sustentação das hipóteses iniciais é estabelecida pelas evidências que comprovam as afirmativas por meio de análise comparativa dos resultados das aplicações experimentais.

1.6 ESTRUTURA DO TEXTO

O texto está estruturado em sete capítulos. O primeiro capítulo introduz o assunto proposto, caracteriza o problema e apresenta os objetivos e as justificativas da investigação.

O segundo capítulo contém uma revisão da literatura com importância à condução do assunto. Adicionalmente à investigação em publicações acadêmicas, exploram-se artigos provenientes da atividade industrial e imprensa especializada. O capítulo é finalizado com a avaliação do cenário encontrado no campo de conhecimento de desenvolvimento de produto e das lacunas existentes que oportunizam uma investigação acadêmica.

No terceiro capítulo é proposta, por meio de um modelo teórico, uma abordagem diferenciada para apoio do processo de tomada de decisão de seleção de uma alternativa de solução na etapa conceitual de projeto de desenvolvimento de produtos.

O quarto capítulo apresenta duas ferramentas computacionais para apoio à aplicação experimental do modelo. A primeira, denominada de “Plataforma para Análise de Alternativas” é um conjunto de ações e tarefas que estabelecem uma interface entre o usuário e o modelo. A segunda, denominada de “P2AsTutorial” mantém suporte técnico referente às ações e tarefas e, em algumas oportunidades, partes do conceito em que o modelo foi fundamentado.

O quinto capítulo apresenta estudo de casos de aplicação do modelo proposto. O estudo é dividido em três investigações: i) aplicação do modelo em ambiente controlado, sob a análise de efeitos de cinco variáveis independentes e com condicionante de tempo; ii) aplicação do modelo em ambiente controlado, sob a análise das respostas de duas variáveis independentes e sem limite de tempo de execução da tarefa; e iii) aplicação variante do modelo proposto.

No sexto capítulo, são apresentados os resultados obtidos das aplicações do modelo proposto, discutem-se problemas detectados e suas possíveis soluções, apresentam-se contribuições provenientes da investigação e são sugeridos trabalhos futuros. Finalmente, o sétimo capítulo apresenta a conclusão do trabalho.

“História é em essência a história de idéias.”

*H.G. WELLS,
“The Outline of History”*

2 A SELEÇÃO DE SOLUÇÕES NO PROJETO CONCEITUAL E O PROCESSO DE NEGÓCIO

O objetivo do processo de negócio de uma empresa ao desenvolver novos produtos é atender as necessidades e expectativas atuais e futuras dos consumidores. Portanto, a organização concentra seus esforços para cumprir esta missão, i.e. o projeto de um produto tem início e término com o consumidor.

Rozenfeld et al. (2006) afirmam que o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) possui suas próprias especificidades, tais como: i) elevado grau de incertezas, as quais geram riscos nas atividades e resultados; ii) decisões importantes devem ser tomadas no início do processo, quando ocorre um alto grau de incertezas; iii) dificuldade de mudar as decisões iniciais; iv) as atividades básicas seguem uma seqüência (i.e. projetar (gerar alternativas), construir, testar e otimizar); v) manipulação e geração de alto volume de informações com diferentes fontes e áreas de origem; e vi) multiplicidade de requisitos a serem atendidos pelo processo em todas as fases do ciclo de vida do produto e seus clientes.

Estas peculiaridades conduzem à incorporação ao escopo do PDP tradicional as estratégias do produto, mercado e tecnológicas da empresa, além das atividades de apoio a manufatura, lançamento, pós-venda e descontinuidade do produto, representadas na figura 4. Esta ampliação de características do PDP⁵, afirmam os autores, traduz-se em um processo mais coeso, integrado e permite um fluxo de informações rápido, com maior qualidade e que darão suporte as decisões tomadas durante o desenvolvimento de produtos.

Rozenfeld et al. (2006) observam que empresas com excelência no processo se distinguem pelo padrão de coerência e consistência em todo o desenvolvimento, os quais incluem: i) estratégia; ii) estrutura organizacional;

⁵ Devido a esta ampliação de características, alguns autores passaram a utilizar a denominação Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP).

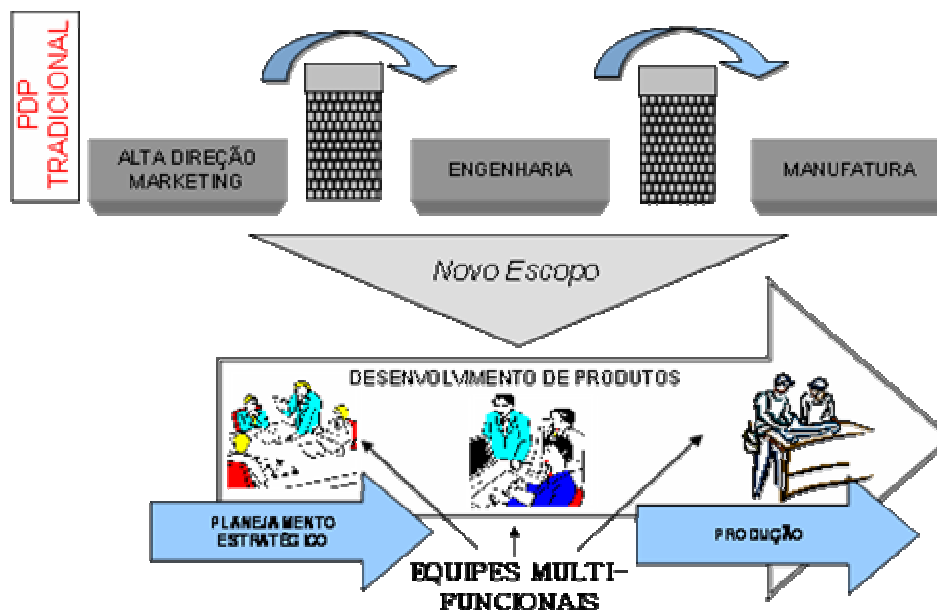


Figura 4 – Novo escopo do processo de desenvolvimento de produtos.
 Fonte: (Adaptado de Rozenfeld et al., 2006).

iii) sistematização de atividades; iv) habilidades técnicas; v) abordagens para a resolução de problemas; vi) mecanismos de aprendizagem; e vii) tipo de cultura dominante. Pode-se acrescentar a estes fatores, a capacidade de tomar decisões e a forma de reter o conhecimento obtido. Os autores salientam que é determinante para a obtenção de um processo de desenvolvimento consistente, uma estrutura capaz de reduzir problemas típicos como a falta de comprometimento da alta direção nas decisões durante o processo, especialmente nas fases iniciais e a falta de sintonia entre o plano de negócios da empresa e os projetos em curso ou a serem iniciados.

Starkey (1992) afirma que em qualquer projeto existem algumas decisões que são realmente fundamentais e que determinam resultados importantes. Identificar os fatores decisivos, que influenciam as decisões nas etapas iniciais é fundamental para a consistência de todo o PDP.

Para Roozenburg e Eekels (1995), as decisões durante o PDP devem considerar aspectos baseados na percepção de oportunidades externas (e.g. fase de pré-desenvolvimento⁶) e no conhecimento das características internas da empresa (e.g. pontos fortes e fracos). Estes fatores se refletem em todo o processo

⁶ O termo “pré-desenvolvimento” é utilizado nesta dissertação em substituição a expressão em inglês *front end* adotada por alguns autores.

sendo, porém, determinantes nas fases iniciais, nas quais as alternativas de concepção do produto são geradas, analisadas e selecionadas por equipes multifuncionais, originadas de diferentes áreas e com visão do negócio distintas.

Contudo, as fases iniciais do processo são as que apresentam um elevado nível de abstração e requerem consideráveis esforços de compreensão, em razão de sua complexa natureza dinâmica. Assim, conforme observam De Carvalho e Back (2001) o foco das recentes pesquisas em desenvolvimento de produtos tem se deslocado das etapas finais do processo para as etapas iniciais (e.g. definição do produto, estratégia para o produto e projeto conceitual).

Neste capítulo, faz-se a revisão da literatura quanto à: i) fase de pré-desenvolvimento e sua influência no PDP; ii) influência da estratégia competitiva no desenvolvimento de produtos (DP); iii) métodos sistemáticos do PDP com foco na etapa conceitual; iv) a influência de fatores provenientes da voz do consumidor (VOC) e seus desdobramentos sobre as alternativas de solução; e v) modelos para seleção de alternativas. Adicionalmente, na parte final do capítulo são apresentadas e discutidas algumas considerações sobre a literatura que oportunizaram esta pesquisa.

A figura 5 apresenta um diagrama que será utilizado neste capítulo como referência visual dos tópicos de revisão da literatura. No diagrama os círculos representam os tópicos abordados e as linhas representam as suas correlações.

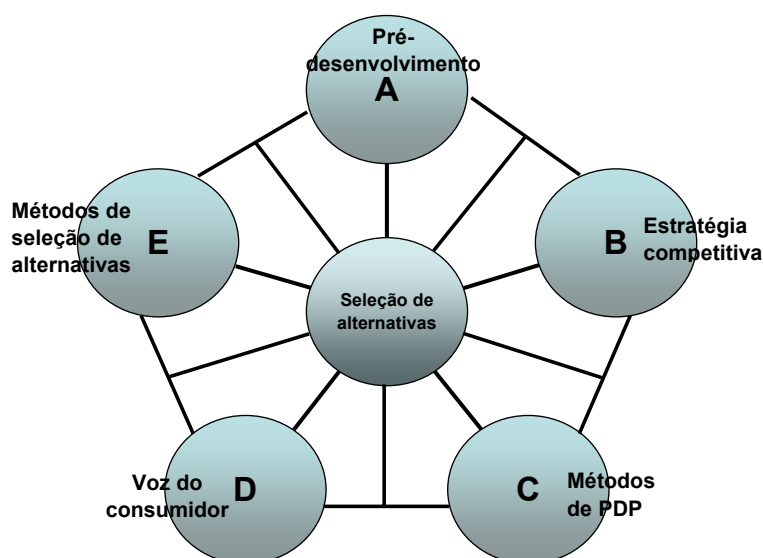
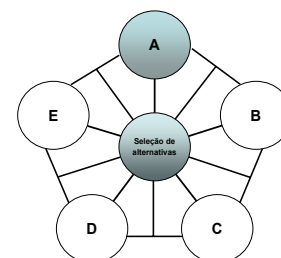


Figura 5 – Diagrama de referência visual dos tópicos de revisão da literatura abordados no capítulo 2.

2.1 A FASE DE PRÉ-DESENVOLVIMENTO E SUA IMPLICAÇÃO NO PDP

Diante do contexto de um novo escopo para o PDP, diversos autores argumentam quanto à necessidade de compreensão da fase que antecede o processo formal de desenvolvimento. Nesta fase, surgem as idéias embrionárias que determinarão toda a trajetória do projeto denominada por Cooper (2001) como “Discovery stage” (etapa de descoberta⁷). O autor afirma que é um pré-requisito da efetiva geração de idéias, a elaboração e condução de uma estratégia para novos produtos como parte integrante da estratégia corporativa do negócio como um todo.



As decisões tomadas nesta fase têm forte impacto no desempenho do negócio conforme exemplificam Freeman e Soete (2000) na representação do fluxo de caixa da figura 6. Quanto maior a complexidade, maior será o período de “gestação” do projeto (curvas 1 e 2), devido aos altos investimentos envolvidos, i.e. uma estimativa estratégica incorreta pode conduzir a uma impossível recuperação do aporte financeiro (curva 3). Contudo, o período de crescimento e estabilização dos lucros são maiores, o qual possibilita ajustes e melhorias durante o ciclo de vida.

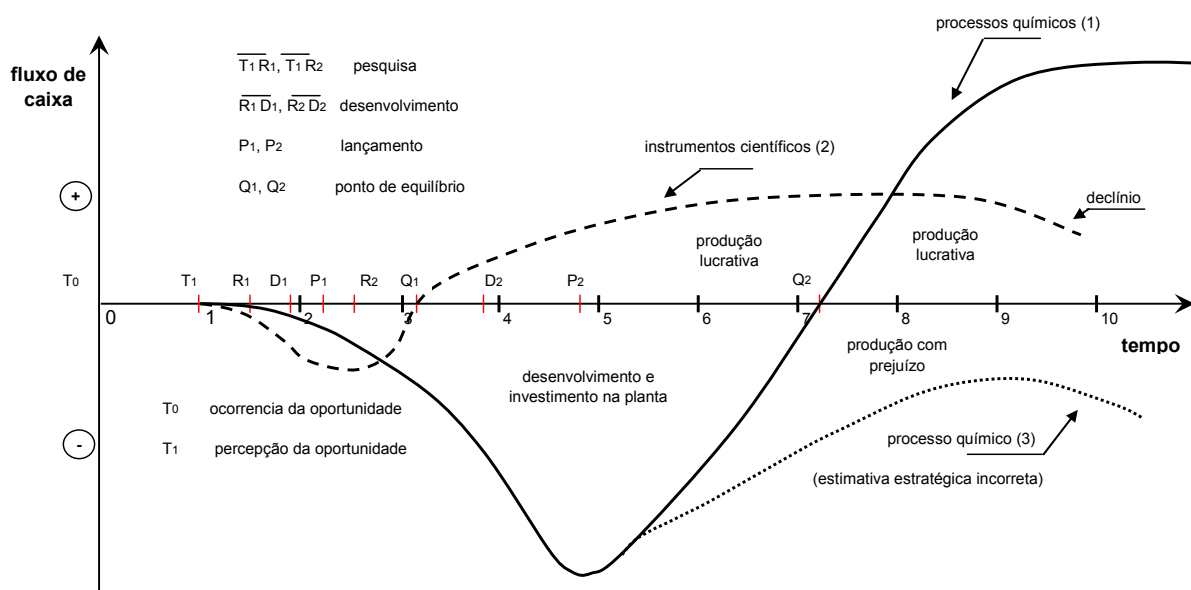


Figura 6 – Diagrama de fluxo de caixa cumulativo durante o desenvolvimento e o ciclo de vida.
Fonte: (Adaptado de Freeman e Soete, 2000).

⁷ Tradução livre do autor da dissertação.

Contudo, algumas falhas são inevitáveis, conforme afirmam Freeman e Soete (2000), devido a incertezas inerentes ao processo, as quais podem ser reduzidas com a aprendizagem técnica e comercial provenientes de produtos de sucesso e do mesmo modo, dos insucessos e da melhoria da gestão do processo. Entretanto, salientam os autores, estas práticas não eliminarão completamente a possibilidade de falhas, pois vencer e perder faz parte do cenário de negócios (ver quadro 1).

As diretrizes estratégicas do processo de desenvolvimento são elaboradas e definidas na fase de pré-desenvolvimento baseadas, geralmente, a partir da denominada “janela de oportunidade” referente ao mercado. O termo “janela” indica o período em que uma oportunidade ocorre e sua percepção. A oportunidade de negócio inicia efetivamente com a busca de informações que representem a dimensão em que ela está inserida.

Esta “janela de oportunidade” pode surgir de diferentes fontes de informação conforme exemplifica Cooper (2001) como: pesquisas fundamentais, pesquisas de engenharia, vendas, marketing, produção, conversas informais, prospectos, organizações especializadas em pesquisas, consultores, publicações técnicas, competidores, universidades, inventores, feiras de negócio, entre outras. Ghemawat (2006) cita as fontes públicas como pródigas em informação (ver anexo A).

Contudo, é ressaltado por todos os autores modernos como condição *sine qua non* a incorporação da “voz-do-consumidor (VOC)” para gerar qualquer idéia ou conceito de produto.

Embora se considere o pré-desenvolvimento nesta pesquisa como uma fase, normalmente, na prática do processo de negócio não existe uma linha limítrofe entre a percepção da oportunidade, geração da idéias embrionárias e pesquisas (e.g. financeiras, mercado, tecnologia, entre outras) que constituirão a fundamentação para o início do desenvolvimento.

Entretanto, autores como Smith e Reinertsen (1991), propõem ações para explorar oportunidades encontradas como: i) elaborar uma linha mestra no processo

Quadro 1 – Grau de incerteza associado com diversos tipos de inovação.

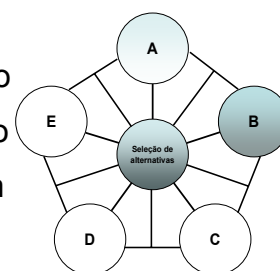
1	Incerteza verdadeira	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa fundamental; • Invenção fundamental.
2	Altíssimo grau de incerteza	<ul style="list-style-type: none"> • Inovação radical de produtos; • Inovação radical de processos externos a empresa.
3	Alto grau de incerteza	<ul style="list-style-type: none"> • Inovação no principal produto da empresa; • Inovação radical de processos da própria empresa ou sistema.
4	Incerteza Moderada	<ul style="list-style-type: none"> • Nova geração de produtos estabelecidos.
5	Pouca incerteza	<ul style="list-style-type: none"> • Inovação licenciada; • Imitação de produtos inovadores; • Modificação de produtos e processos; • Adoção antecipada de processos inovativos estabelecidos.
6	Pouquíssima incerteza	<ul style="list-style-type: none"> • Novo modelo de produto; • Diferenciação de produto; • Adoção tardia de processos inovativos estabelecidos e operações franquizadas no próprio estabelecimento; • Melhorias técnicas menores.

Fonte: (Freeman e Soete, 2000).

de pré-desenvolvimento; ii) manter lacunas livres nos desenvolvimentos orçamentários, para cobertura de possíveis imprevistos; iii) desencorajar megaprojetos; iv) estabelecer um caminho crítico; v) atenção às revisões dos sistemas e no estabelecimento do funil de desenvolvimento; vi) providenciar gráficos para a segmentação de mercado; e vii) encorajar objetivos claros para cada produto e linha de produto. Estas ações remetem ao plano estratégico da organização e o subsequente plano estratégico do produto ou da linha de produtos.

2.2 AS DIRETRIZES DO PDP – ESTRATÉGIA COMPETITIVA

As decisões tomadas na fase de pré-desenvolvimento devem nortear todo o PDP, i.e. as tomadas de decisões, mesmo que técnicas, durante o desenvolvimento de produto devem ser orientadas pela estratégia do negócio.




Autores clássicos como Drucker (1993), Andrews (1987) e Porter (1986) conceituam de forma semelhante à estratégia como sendo o conjunto de diretrizes

focadas em processos críticos, amarradas a uma ambição empresarial claramente definida. Estas diretrizes suportam as decisões que orientam o posicionamento de uma empresa num ambiente de negócios. O conceito de estratégia remete a busca permanente de vantagens competitivas sustentáveis e baseadas nas necessidades de todos os envolvidos no processo de negócio (e.g. clientes, acionistas, funcionários, sociedade, fornecedores, entre outros) e na análise de mercado (e.g. concorrentes atuais e potenciais, situações sócio-políticas atuais e futuras, entre outros).

Aaker (2001) define a estratégia em quatro elementos para qualquer tipo de negócio: i) produto-mercado no qual o negócio deve competir; ii) o nível de investimento; iii) as estratégias da área funcional necessárias para competir no produto-mercado selecionado; e iv) os ativos ou competências que embasam a estratégia e que proporcionam vantagem competitiva sustentável. Aaker acrescenta outros dois elementos para organizações que atuam em conjunto com outras unidades de negócio: v) alocação de recursos (financeiros e não-financeiros) nas unidades de negócio; e vi) o desenvolvimento de efeitos sinérgicos por todos os negócios, i.e. a criação de valor por meio de unidade de negócio que se apóiam e se complementam mutuamente.

Portanto, a definição por uma ou outra estratégia de negócio é complexa e sujeita as mudanças no macro-ambiente em que a empresa está inserida. Para manter a empresa no foco estratégico Ansoff (1965) propõe a clássica matriz que define quatro categorias comuns de estratégia de negócio. Contudo, o cenário global modificou-se e outro importante ator foi introduzido no ambiente competitivo dos negócios que é a tecnologia, conforme exposto no quadro 2.

Quadro 2 – Matriz Produto/estratégia de Ansoff com a inclusão do novo ator.

	Produto existente	Novo produto		Produto com nova tecnologia
Mercado existente	Penetração de mercado	Desenvolvimento de produto		Produto de substituição tecnológica
Novo mercado	Desenvolvimento de mercado	Diversificação		Alta tecnologia

Fonte: (adaptado de Ansoff, 1965).

Ghemawat (2006) mapeia o cenário em que os negócios operam e onde suas estratégias competitivas são concebidas. O autor salienta que os negócios sofrem uma forte influência de seus desempenhos econômicos. Contudo as decisões são baseadas em mais fatores do que apenas reconhecer em qual mercado particularmente foi mais rentável para a indústria no passado. É necessário reconhecer quais as razões que proporcionaram tais efeitos para decidir onde e como a empresa competirá no futuro. O autor sugere que três sucessivas estruturas gerais têm solucionado este problema: i) análise do suprimento e demanda, representada na figura 7a; ii) a rede de valor delineada por Brandenburger e Nalebuff⁸, ilustrada na figura 7b; e iii) a estrutura das cinco forças competitivas desenvolvida por Porter (1986).

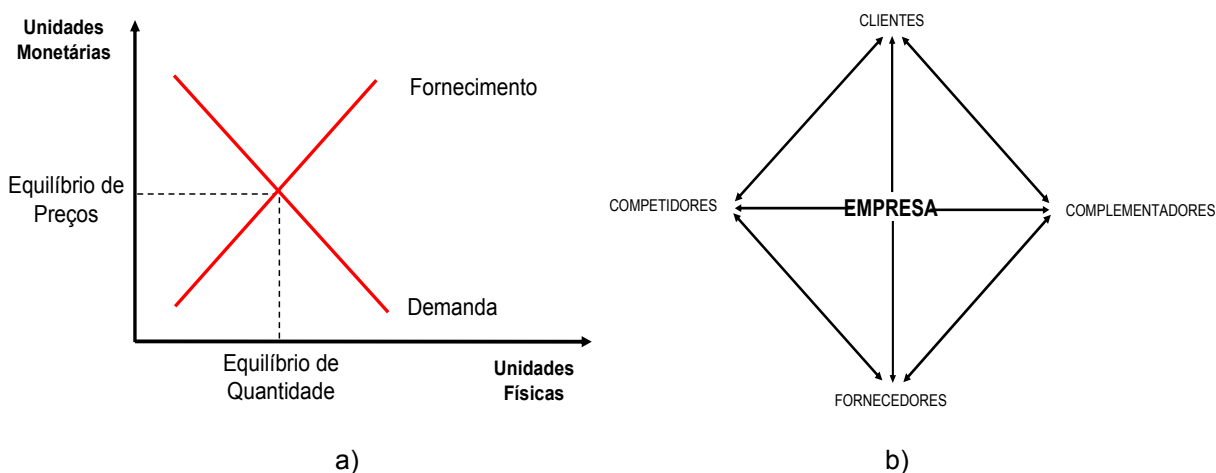


Figura 7 – a) análise fornecimento/demanda e b) rede de valores.
Fonte: (Ghemawat, 2006).

2.2.1 A Estratégia Tecnológica Integrada à Estratégia do Negócio

As três estruturas citadas por Ghemawat (2006) são caminhos para estabelecer o cenário aos quais as estratégias do negócio são determinadas. Porter (1986) sugere três abordagens estratégicas genéricas:

- 1) Liderança no custo total: a liderança no custo exige a construção de instalações em escala eficiente, perseguição agressiva de redução de custos pela experiência, um controle rígido de custos e despesas gerais, minimização de custos com pesquisa e desenvolvimento (P&D), força de

⁸ A primeira e a segunda estrutura competitiva foram retiradas das citações de Ghemawat (2006).

vendas, canais de distribuição desenvolvidos, publicidade, entre outros. O foco nesta estratégia é o custo. Contudo, qualidade, assistência e outras áreas não são ignoradas.

Atingir uma posição de custo total baixo exige uma alta parcela de mercado ou outras posições vantajosas, (e.g. acesso favorável às matérias-primas). O projeto de produtos deve estar voltado a simplificar a fabricação, a manutenção de uma vasta linha de produtos relacionados para diluir os custos e o atendimento dos principais clientes para expandir o volume. Na prática, esta estratégia significa investimentos pesados em equipamento atualizado, fixação de preços agressiva e prejuízos iniciais para consolidar o mercado.

- 2) Diferenciação: a estratégia é diferenciar o produto ao criar algo que seja considerado único ao âmbito de toda a indústria. Esta diferenciação pode existir de várias formas como: i) a imagem da marca; ii) tecnologia; iii) peculiaridades; iv) rede de fornecedores ou distribuição; entre outras. É importante destacar que a estratégia da diferenciação não permite ignorar os custos. Contudo, ele não é o foco estratégico.
- 3) Enfoque: esta estratégia consiste em focar um determinado grupo comprador, um segmento da linha de produtos, ou um mercado geográfico. Embora as estratégias de custo baixo e de diferenciação tenham o intuito de atingir seus objetivos no âmbito de toda a indústria, a estratégia de enfoque visa um alvo determinado e cada política funcional é desenvolvida para que isto ocorra.

Cada estratégia requer recursos e habilidades específicas e apresenta riscos próprios (ver anexo B). Contudo, o novo cenário competitivo exige a inclusão de um novo ator, i.e. a estratégia tecnológica (ver quadro 2) que deve estar integrada com a estratégia do negócio.

Esta integração, segundo Reis (2004) é dependente do nível de desenvolvimento da indústria, das habilidades e práticas tecnológicas, do posicionamento tecnológico de mercado, conforme indica o quadro 3 e, finalmente, da evolução da ciência.

Quadro 3 – Estratégias tecnológicas de mercado.

Estratégia Tecnológica	Principais características
Ofensiva	<ul style="list-style-type: none"> • Busca por um posicionamento de liderança no mercado; • P&D com importância fundamental, mesmo quando recorre a fontes externas de pesquisa; • Importância ao sistema de patentes; • Em geral, a empresa não usa a estratégia continuamente.
Defensiva	<ul style="list-style-type: none"> • Muito identificada em mercados que predominam oligopólios; • Empresa preocupa-se com a defasagem tecnológica; • Utilizam atividades de P&D. Contudo, diferem da estratégia ofensiva quanto à natureza e ritmo da introdução das inovações; • As atividades de P&D possibilitam reunir capacidades de resposta e de adaptação às inovações introduzidas pelas concorrentes; • Procura por diferenciação de produtos ao incorporar avanços técnicos com custos inferiores;
Imitadora	<ul style="list-style-type: none"> • Acompanham os líderes à distância; • A procura pelo mercado pode provocar mudanças substanciais no seu produto; • Adquirem patentes secundárias. Em geral, possuem forte capacidade de engenharia e produção; • Apoio em custos baixos ou vantagens organizacionais; • Fundamentação em informações do que imitar e das fontes de aquisição de conhecimento.
Dependente	<ul style="list-style-type: none"> • Em geral, empresas subcontratadas que respondem às flutuações que afetam as empresas de maior porte; • Empresas conservadoras que valorizam rotinas e eficiência produtiva.
Tradicional	<ul style="list-style-type: none"> • Diferencia-se da estratégia dependente apenas pela natureza do seu produto; • Nem o mercado, nem a concorrência empurram a empresa para mudar o seu produto.
Oportunista	<ul style="list-style-type: none"> • Atuam em mercados muito específicos e particulares; • Procuram avaliar as diversas funções científicas e tecnológicas dentro da empresa em função do tipo de estratégia do produto adotada.

Fonte: (Adaptado de Freeman e Soete, 2000).

2.2.2 A Elaboração do Escopo do PDP

As distintas competências para cada estratégia adotada são focos de discussão acadêmica desde o início dos anos 60, segundo Ghemawat (2006) e foram denominadas por Andrews (1987) com o acrônimo inglês *SWOT*⁹, que significa forças, fraquezas, oportunidades e ameaças (ou riscos) expressadas pelo negócio em relação ao mercado.

A adoção de uma estratégia para um produto ou família de produtos em conjunto com as análises econômicas e de mercado para um projeto, a forma de acesso à tecnologia, e a análise *SWOT* estabelecerão o escopo para o processo de desenvolvimento de um novo produto.

O uso de uma matriz para produtos ou famílias de produtos do negócio é comum para planejar um portfólio desde o início dos anos 70. O relativo potencial da diversificação de produtos no portfólio favorece o planejamento do aporte de recursos e investimentos pela empresa.

Segundo Ghemawat (2006) é recorrente o uso da tradicional matriz denominada crescimento-participação ou simplesmente matriz de portfólio de produtos, a qual objetiva representar graficamente um equilíbrio entre negócios maduros (ou vacas leiteiras), potenciais estrelas (ou produtos estrelas), produtos deficitários (cães ou abacaxis) e finalmente, os produtos incógnitas, que exigem altos investimentos antes de se tornarem estrelas e vacas leiteiras¹⁰.

Entretanto, Wagner e Sturm (2003) salientam que a elaboração do escopo do DIP dependerá não somente do portfólio de produto, mas também de qual cenário de negócio estará inserido. Para tal, primeiramente deve-se incluir, além da análise de portfólio tradicional, a análise *SWOT* para o foco tecnológico e para o foco de inovação.

O segundo passo é estabelecer o portfólio do negócio (tradicional), portfólio tecnológico e, finalmente o portfólio de inovação. Estas análises fundamentarão as respectivas estratégias do negócio, de tecnologia e de inovação, representadas pela figura 8, as quais formulam o escopo de um PDP.

⁹ *SWOT* é o acrônimo da expressão inglesa *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*.

¹⁰ Ghemawat (2006) utiliza os termos em inglês: *cash cow, star, dog* e *question mark*.

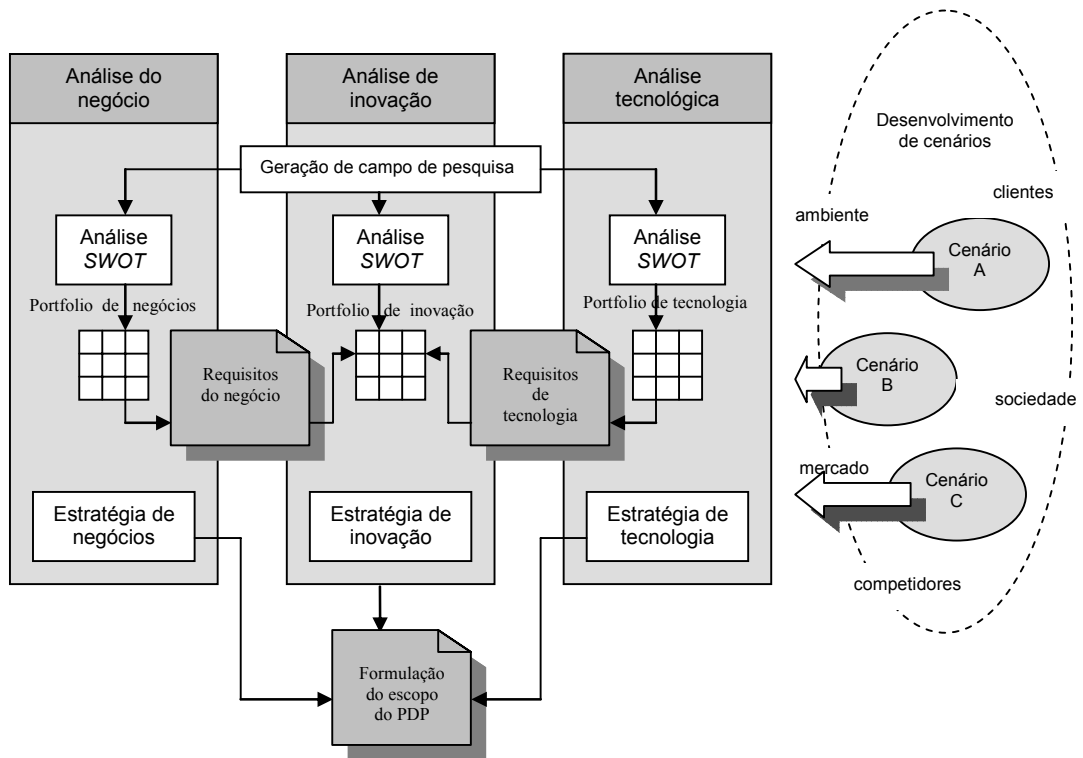
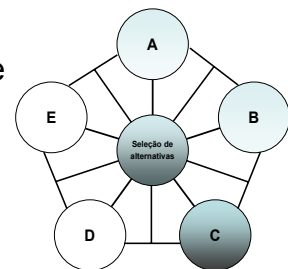


Figura 8 – Representação da integração das estratégias em diferentes cenários.
 Fonte: (adaptado de Wagner e Sturm, 2003).

2.3 MÉTODOS SISTEMÁTICOS PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Segundo Back e Forcellini (2000) para o eficiente desenvolvimento de produtos, é imprescindível a utilização de um procedimento sistemático, que a partir das necessidades dos clientes, direciona as atividades em diferentes caminhos que conduzem a soluções distintas. Os autores ainda salientam que o desenvolvimento sistemático de produtos possibilita uma racionalização de recursos disponíveis, tanto no desenvolvimento quanto na manufatura.



Para Back (1983) os processos de desenvolvimento de produtos apresentam, em cada caso específico, características peculiares e, à medida que um projeto se desenvolve, desdobra-se uma seqüência de eventos distintos.

Rozenfeld et al. (2006) argumentam que os modelos de processo de desenvolvimento que tradicionalmente eram tratados como a elaboração de conjuntos de especificações de um produto para então disponibilizá-los à

manufatura, é atualmente focado para um processo que integra diferentes áreas e sua cadeia de fornecedores em todo o desenvolvimento.

Os modelos denominados seqüenciais surgiram no início dos anos 70, com Pahl e Beitz (1996), seguidos de outros autores, e.g. Pugh (1990), Ulrich e Eppinger (1995), Iida (1995), Slack (1996), entre outros. Estes autores propõem em seus modelos a execução de tarefas em etapas seqüenciais com a alimentação e retroalimentação de informações, i.e. as etapas são interativas e continuamente revisadas. A proposta de Pahl e Beitz é uma das mais difundidas para processos de desenvolvimento e representa a estrutura dos modelos sequenciais interativos, conforme ilustra a figura 9.

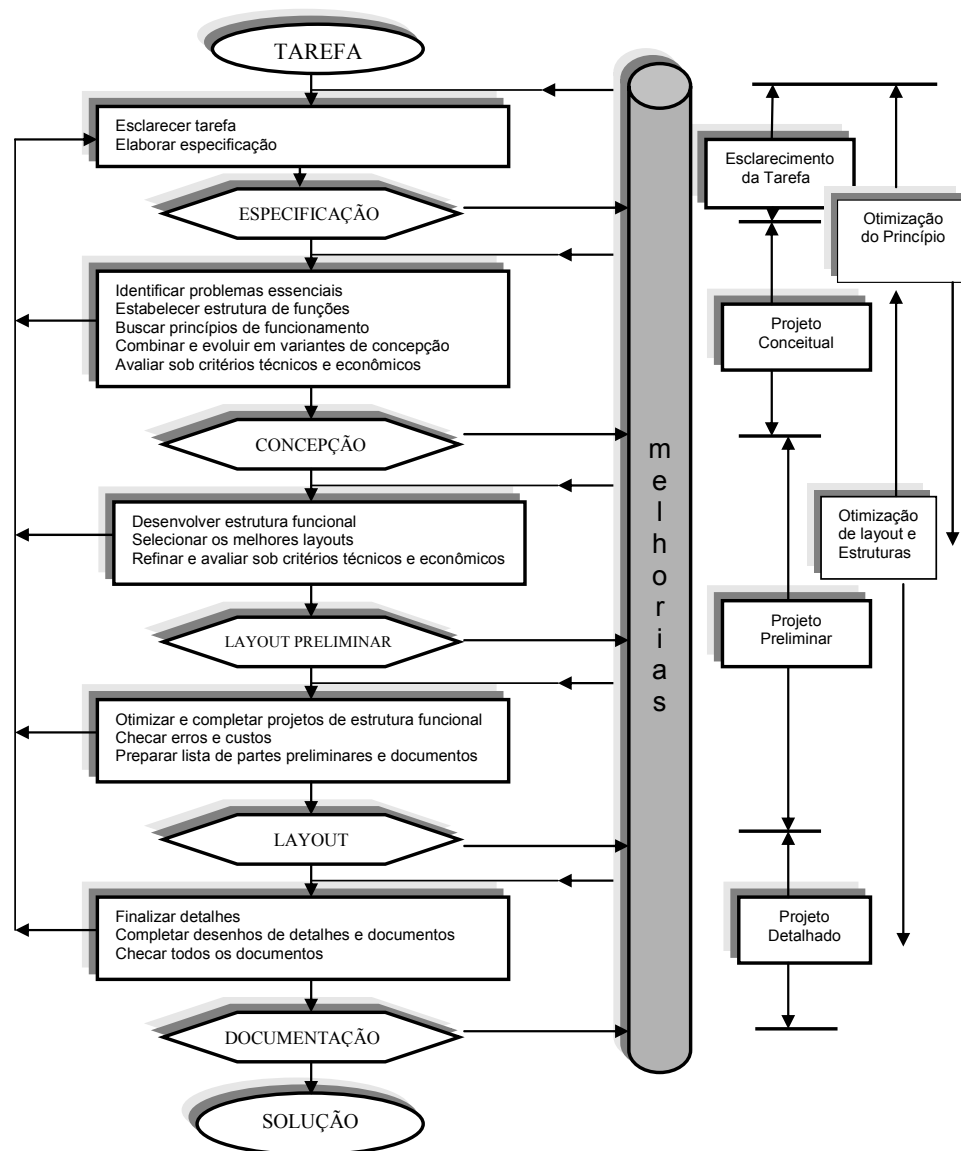


Figura 9 – Modelo de Pahl e Beitz para o processo de desenvolvimento de um projeto. Fonte: (Adaptado de Pahl e Beitz, 1996).

Cooper (2001) propôs o modelo denominado sistema *Stage-Gate*¹¹ e verificou seu sucesso em 200 projetos de desenvolvimento. O modelo consta de um processo sistemático composto de etapas sucessivas com pontos de decisão no final de cada fase, conforme representado na figura 10. A decisão de continuidade ou não do projeto é tomada através da revisão da etapa por uma gerência sênior. Cada etapa possui uma série de tarefas paralelas responsabilizadas às pessoas de diferentes áreas funcionais.

Weelwright e Clark (1992) argumentam que todo o processo de desenvolvimento inicia-se com uma larga faixa de informações de entrada que gradualmente são refinadas e selecionadas entre si. Portanto, o desenvolvimento em sua forma simples pode ser representado por um funil o qual fornece a estrutura gráfica para analisar a geração e peneiramento de alternativas. Gerenciar o funil de desenvolvimento envolve diferentes tarefas ou desafios, como expressam os autores, tais como: i) ampliar a embocadura do funil, i.e. a organização deve expandir sua base de conhecimentos e acessos à informação para aumentar o número de novos produtos ou idéias; e ii) estreitar o funil, i.e. as idéias geradas devem ser selecionadas e os recursos focados nas oportunidades mais atrativas. O objetivo, segundo os autores não é apenas limitar recursos para projetos ou conceitos selecionados, com a melhor expectativa de retorno financeiro, mas criar um portfólio de projetos e soluções alinhados com os objetivos do negócio.

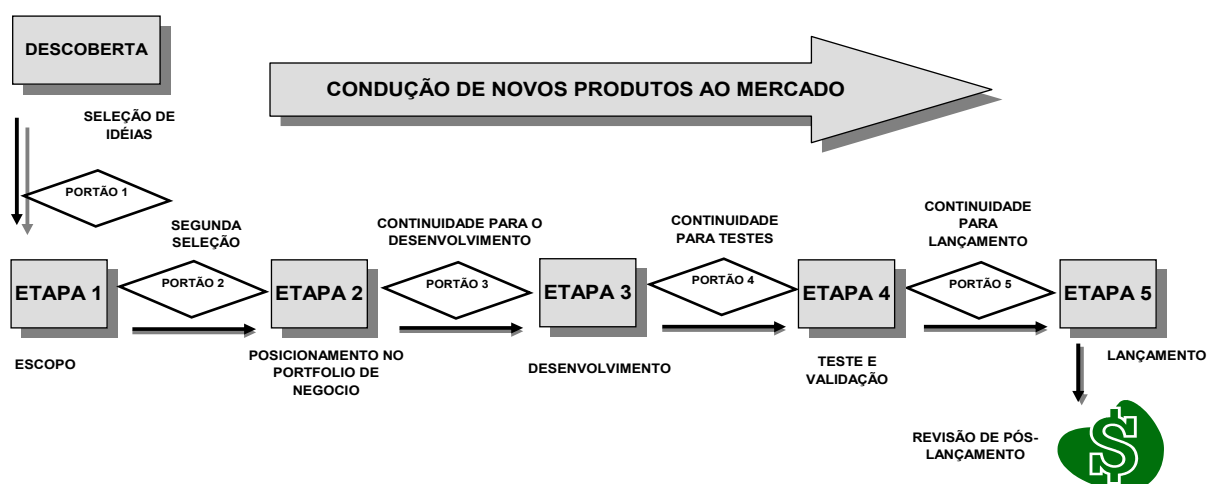


Figura 10 – Modelo *Stage-Gate*[®] de 1ª geração de Cooper.
Fonte: (Cooper, 2001).

¹¹ A expressão inglesa *Stage-Gate* é mantida na língua original por tratar-se de uma marca registrada.

Cooper (2001) afirma que o DP não necessita cumprir todas as etapas e pontos de decisão definidos pelos modelos e, da mesma forma, nem todos os estágios são essenciais. O nível de risco, a incerteza e a necessidade de informação estabelecem os passos determinantes e os que podem ser eliminados.

Contudo, como descrito anteriormente, os diferentes cenários e a dinâmica dos negócios (ver as seções 2.1 e 2.2), estão mudando os modelos de PDP tradicionais, os quais são substituídos ou seguidamente revistos, conforme demonstra o quadro 4.

Salienta-se que apesar da utilidade e importância das revisões e pontos de decisão, na prática algumas equipes de desenvolvimento consideram esta uma tarefa árdua, pois alegam que a contribuição da gerência é muito pequena, conforme afirma Esteves (1997). Segundo a autora, os integrantes de equipes alertam para o fato de que o preparo das revisões consome muito tempo. Adicionalmente, na prática é difícil reunir gerentes seniores da organização com poder decisório ou que possuam conhecimento e a perícia necessária dos revisores. *De facto*, Cooper (2001) afirma que se a gerência sênior envolvida na decisão carecer de preparação ou conhecimento para a avaliação da etapa, este fato tende a se tornar uma barreira para a continuidade do processo.

Quadro 4 – Modelos de DP e seus diferentes conceitos.

Modelo	Tipo	Exemplo	Principal conceito
Sequencial	Etapas sucessivas.	Cooper -1ª geração (1992).	<i>Stage-Gate</i>
		Wheelwright e Clark (1992).	Funil de desenvolvimento.
	Etapas interativas.	Pahl e Beitz (1996); Iida (1995), Slack (1996); Pugh (1990); Ulrich e Eppinger (1995).	Alimentação e retro-alimentação de informações entre etapas.
Concorrente (ou simultâneo)	Sobreposição de fases sucessivas.	Cooper 3ª geração (1996).	Integração multifuncional e atividades de desenvolvimento simultâneas em fases sucessivas.
	Sobreposição múltipla de fases.	Smith (2004); Crawford (1994).	Integração multifuncional e atividades de desenvolvimento simultâneas em fases sucessivas ou não sucessivas.

Esta abordagem provocou mudanças nos arranjos organizacionais¹² relativo ao DP, denominada como estrutura matricial forte, com o estabelecimento de equipes multifuncionais, gerentes de projeto com poder de decisão e de sobreposições das etapas de desenvolvimento. Como exemplo, toma-se a proposta de Cooper (1996) que apresenta a denominada terceira geração do modelo *Stage-Gate*®, conforme ilustra a figura 11.

Contudo, Smith (2004) observa que embora o objetivo do *Stage-Gate*® de Cooper (2001) almeje gerar um produto de sucesso com rapidez de desenvolvimento, cada subsistema tem diferentes necessidades de ritmos. Quando sistemas tipo etapa – ponto de decisão são utilizados, a organização é forçada a reduzir a velocidade de desenvolvimento.

Smith e Reinertsen (1991) argumentam que um processo dividido em etapas seqüenciais estanques, permite um fácil gerenciamento com a finalização da fase através de revisões para então decidir se o projeto terá continuidade ou não. Entretanto, a velocidade de desenvolvimento será prejudicada e, adicionalmente, é difícil ou em algumas situações práticas, impossível sobrepor atividades entre fases não simultâneas, i.e. o tempo será inevitavelmente perdido, devido à necessidade de completar revisões nos pontos de decisão.

Smith e Blanck (2002) acrescentam que outro importante fator contraditório do modelo de Cooper (2001) é a possibilidade da equipe de desenvolvimento desconhecer a seqüência do processo antes da fase tornar-se completa e aprovada.

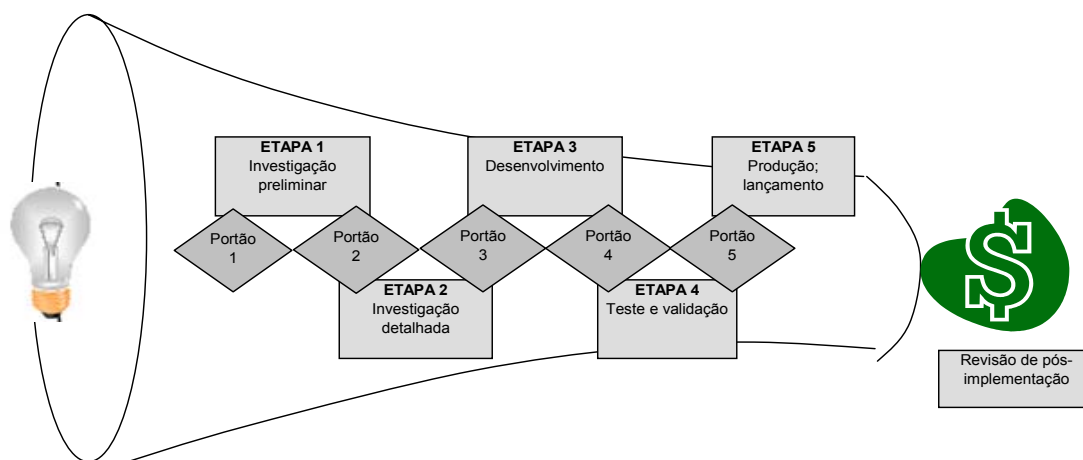


Figura 11 – Modelo *Stage-Gate*® de terceira geração de Cooper.
Fonte: (Adaptado de Cooper, 1996).

¹² Estes novos arranjos organizacionais foram denominados por Hammer (1997) como reengenharia.

Smith (2004) e Crawford (1994) sugerem processos que não estabeleçam a integral realização das atividades de uma fase para avançar para as atividades seguintes. Entretanto, tanto o modelo atualizado de Cooper (2001) e dos modelos de Smith (2004) , representado pela figura 12 e Crawford (1994), podem ser denominados de concorrentes (ou simultâneos).

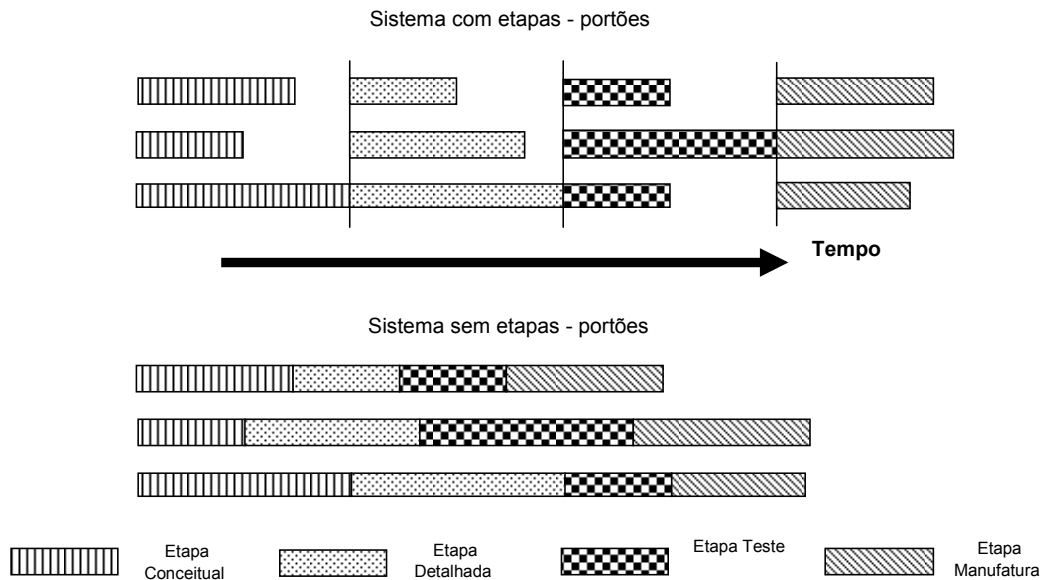


Figura 12 – Distinção entre os modelos com e sem etapas – portões, segundo Smith. Fonte: (Smith, 2004).

Esteves (1997) apresenta um resumo comparativo entre três gerações de sistemas “Etapas – pontos de decisão”, na tentativa de obter as principais diferenças e melhorias implementadas com a evolução, conforme indicado no quadro 5.

Rozenfeld et al. (2006) afirmam que a eficácia do PDP é estabelecida pelos resultados dos projetos ou produtos que sejam adequados e competitivos, i.e. atendam as expectativas do mercado ou em última instância, as necessidades e desejos do consumidor e devidamente integrados à estratégia da organização (ver seções 2.1 e 2.2).

A eficiência é entendida como a capacidade do processo de atingir estes objetivos com um mínimo de recursos, entre os quais tempo e custos de desenvolvimento.

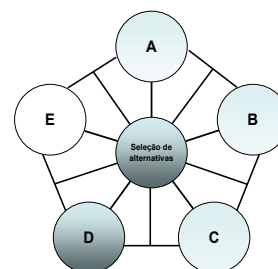
Quadro 5 – Resumo da evolução dos sistemas “etapas-pontos de decisão”, segundo Esteves.

	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração
Organização	Funcional (departamentalizada).	Times multifuncionais	Times multifuncionais auto-gerenciáveis (maior autonomia aos líderes e ao time de projeto).
Visões	Foco nos aspectos técnicos do produto.	Inclusão da preocupação com os aspectos de mercado e manufaturabilidade.	Inclusão da preocupação com os aspectos de mercado e manufaturabilidade.
Participação nas decisões	Decisões unilaterais (geralmente área técnica).	Pontos de decisão multifuncionais (participação de todos os envolvidos).	Pontos de decisão multifuncionais, com uma participação forte do time de projeto.
Abrangência do processo	Somente estágios de desenvolvimento técnico.	Sistema mais holístico, envolvendo desde a geração da idéia e identificação das necessidades do mercado até o lançamento do produto no mercado.	Sistema holístico.
Planejamento da Inovação	Sem etapa de pré-desenvolvimento.	Atividade de pré-desenvolvimento com uma orientação para estudos de viabilidade do mercado e técnica.	Além de atividades de pré-desenvolvimento, inclusão de um planejamento do portfólio de produtos, elaboração de propostas detalhadas de projetos e modelos de avaliação de projetos.
Execução do processo	Execução de estágios e atividades de forma seqüencial.	Processamento paralelo de atividades (engenharia simultânea).	Sobreposição de estágios do processo de desenvolvimento de produtos.
Gerenciamento do processo	Mecanismos de controle somente para os aspectos técnicos.	Pontos de decisão estruturados, visando avaliar além de aspectos técnicos, o negócio; Estáticos: todas as atividades das fases devem estar concluídas.	Pontos de decisão difusos (decisões podem ser tomadas sem que todas as atividades do estágio anterior estejam concluídas).
Sistema	Sistema rígido (todos os projetos devem seguir os mesmos procedimentos).	Sistema rígido e com muitas regras gerenciais de controle (todos os projetos devem seguir os mesmos procedimentos).	Sistema flexível com poucas regras (cada projeto pode ter sua própria rota através do processo).
Foco	Recursos dissipados em muitos projetos.	Recursos dissipados em muitos projetos.	Poucos projetos: priorização. Utilização de modelos de avaliação de projetos para a seleção e alocação dos recursos nos projetos potenciais.

Fonte: (Esteves, 1997).

2.4 VOZ-DO-CONSUMIDOR E AS ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

Após estabelecer o sistema de DP mais adequado às características da organização e que favoreçam cumprir suas metas estratégicas, são iniciadas formalmente as tarefas com a constituição de uma equipe de desenvolvimento que coletará informações em um nível mais detalhado e focado em três aspectos fundamentais: i) a segmentação do mercado (definido no pré-desenvolvimento, ver



seção 2.1); ii) a forma de obtenção da tecnologia (ver item 2.2.1); e iii) aquisição detalhada das motivações do consumidor e seus desdobramentos (VOC)¹³.

É de fundamental importância conhecer a potência do conjunto de motivações dos consumidores e a dimensão de cada motivação individualizada que posteriormente podem ser agrupadas. Aaker (2001) observa que embora esta coleta de informações possa ser realizada por hábeis gerentes, geralmente obtém-se um quadro mais eficaz ao fazer com que os clientes discutam sistematicamente o produto. Tomam-se como exemplo algumas questões: o que o cliente usa atualmente para suprir um desejo ou necessidade?; qual seu objetivo?; o que está associado a uma boa ou má experiência?; entre outras.

Shillito (2001) salienta que são inúmeras as abordagens sobre a aquisição de dados a respeito das motivações dos clientes, e.g. fontes internas (marketing, vendas, serviços de atendimento ao consumidor, entre outras), diretamente com o consumidor, feiras, vendas por telefone, serviços de reparos e assistência técnica, literatura (de negócios ou de lazer), reclamações e garantias, visitas e bases eletrônicas de dados e de busca.

Estas motivações são as forças impulsoras, representadas pelas necessidades e desejos do consumidor, que definem funções, características e atributos de desempenho de produtos e serviços. Os sistemas que procuram satisfazer as expectativas do consumidor são semelhantes a qualquer outro sistema, i.e. todos os elementos são interligados e inter-relacionados. Caso um elemento seja alterado, o sistema todo reage.

O sistema pode ser descrito conforme as atribuições do consumidor, especialmente funções básicas do produto, funções operacionais que dão suporte às funções básicas e características do produto, i.e. soluções de curto prazo para necessidades de longo prazo, conforme expressa Shillito (2001). Um exemplo deste sistema é exibido na figura 13, onde as funções básicas são as razões de existência do produto. Esta função é seguida de uma série de funções operacionais que podem ser agrupadas em função do trabalho, de função de venda e função de fascínio¹⁴.

¹³ O termo *Voice-of-the-Customer* expressa a aquisição, o processamento e os desdobramentos das necessidades e desejos do consumidor (ver Shillito, 2001).

¹⁴ A função de fascínio é aqui entendida como algo não esperado, que desperta o entusiasmo e interesse do consumidor.

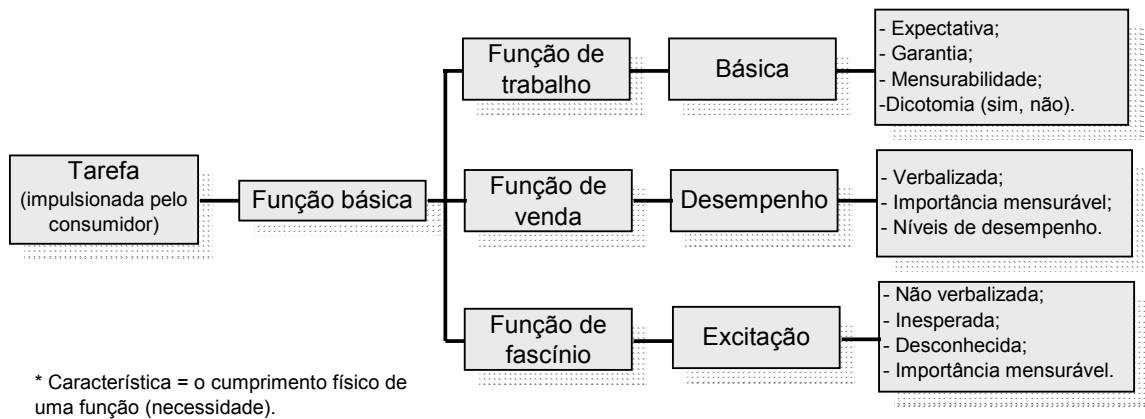


Figura 13 – Representação do sistema Consumidor – Função – Característica, segundo Shillito.
Fonte: (Shillito, 2001).

Ressalta-se que nesta fase de aquisição de informações pode ocorrer uma percepção diversa entre a área de marketing e a área de engenharia. Algumas vezes as informações obtidas pela equipe de marketing focam excessivamente no mercado como um conjunto de motivações e, conseqüentemente, no portfólio de produtos.

Embora esta visão seja oportuna para estabelecer o foco estratégico do negócio, podem faltar elementos informacionais para a equipe de desenvolvimento, sobretudo para estabelecer um sistema técnico adequado ao produto em questão, estruturado a partir de especificações que remontam das necessidades e desejos dos consumidores.

Na prática industrial, observa-se que nas etapas de detalhamento, testes, validação e manufatura, a quantidade de informações proveniente de marketing decresce. Entretanto, salienta-se que na importante fase de concepção do produto, uma eficiente interface entre as áreas de marketing e engenharia é fundamental para o sucesso do produto.

Itoh (2004) denomina esta interface como paradigma do marketing, o qual pode ser expresso como a confiabilidade das informações e o grau de utilização das informações no desenvolvimento de produtos. A figura 14 é uma representação dos dados obtidos pelo autor em diferentes empresas japonesas, baseados em tarefas típicas de marketing (e.g. análise de promoção de produtos por competidores em mercados semelhantes) cuja eficiência é adequada para estabelecer um portfólio de produtos. Contudo, com baixo grau de utilização para a equipe de projeto.

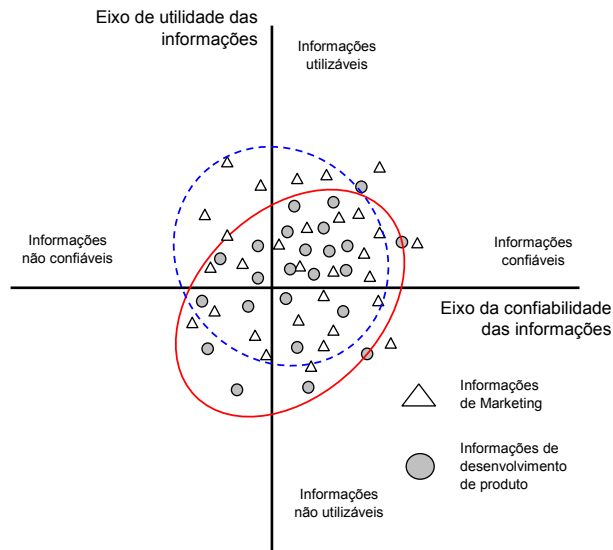


Figura 14 – Representação de Itoh da análise dos fatores resultantes do paradigma do marketing.
Fonte: (Adaptado de Itoh, 2004).

Igualmente, dados estatísticos de marketing, e.g. a escolha de um grupo heterogêneo de consumidores por certo desempenho de um produto, pode conduzir a equipe a equívocos na elaboração dos requisitos técnicos de projeto.

Krishnan e Ulrich (2001) observam que existem diferentes pontos de percepção de desenvolvimento de produtos, endógenos a empresa e que ocorrem em todo o processo, ou entre diferentes empresas. Esta questão é percebida na própria literatura acadêmica conforme demonstra o quadro 6.

De facto, a percepção própria de cada área do conhecimento, favorecida pela formação acadêmica e por experiências adquiridas da prática industrial, podem conduzir a coleta e processamento de informações diferenciadas. Contudo, não equivocadas, i.e. uma informação pode ser útil para uma área e inservível para outra.

Esta disparidade de percepção de DP, pode dissimular os requisitos de projeto, oriundos das motivações do consumidor. Contudo, algumas ferramentas do PDP procuram minimizar tais influências. Como exemplo, toma-se o mecanismo de organização de informações denominado “Desdobramento da Função Qualidade (DFQ¹⁵)” que utiliza a ferramenta cognominada “Casa da Qualidade”, representada na figura 15, ou o mecanismo “Concepção de Produto Orientado ao Consumidor

¹⁵ Alguns autores utilizam o termo na língua original *Quality Function Deployment* cujo acrônimo é *QFD*.

Quadro 6 – Comparações das perspectivas das comunidades acadêmicas de Marketing, Negócio, Projeto de Engenharia e Gestão Operacional.

	Marketing	Negócio	Engenharia de projeto	Gerencia operacional
Perspectiva do produto	Um produto é um agrupamento de atributos.	Um produto é um artefato resultante de um processo organizacional.	Um produto é uma complexa montagem de componentes que interagem.	Um produto é uma seqüência de desenvolvimento e/ou passos de um processo de produção.
Métricas típicas de desempenho	“Ajustado com o mercado” – Participação de mercado; consumo; (algumas vezes – lucro).	“Projeto de sucesso”.	“Forma e função” – Desempenho técnico, inovatividade; (algumas vezes – custos diretos).	“Eficiência” – Custo total; nível de serviço; tempo de preparo; capacidade de utilização; padrão de qualidade.
Paradigma de representação dominante	A utilidade para o consumidor como uma função dos atributos do produto.	Não há um paradigma dominante; Algumas vezes utilizado a rede organizacional.	Modelos geométricos; Modelos paramétricos de desempenho técnico.	Diagrama de fluxo do processo; Modelos paramétricos de desempenho de processo.
Exemplo de variáveis de decisão	Nível dos atributos do produto; preço.	Estrutura de equipes de desenvolvimento de produtos; incentivos.	Tamanho, forma, configuração, função, dimensões em relação ao produto.	Processo de desenvolvimento seqüencial e controle de cronogramas; pontos de diferenciação em processos de produção.
Fatores críticos de sucesso	Posicionamento do produto e preço; coleta e reunião das necessidades e desejos dos consumidores.	Alinhamento organizacional; características da equipe.	Concepção criativa; otimização da configuração e desempenho.	Seleção de materiais e fornecedores; projeto de produção seqüencial; gestão de projeto.

Fonte: (Krishnan e Ulrich, 2001).

(CPOC)¹⁶, descendente do mecanismo DFQ. Um excerto do exemplo de Shillito (2001) para um vídeo-cassete do uso do mecanismo CPOC é apresentado no quadro 7.

Estes mecanismos procuram facilitar a tradução das motivações de consumidores em requisitos técnicos de projeto, i.e. características de qualidade, do

¹⁶ O termo original em inglês é *Customer Oriented Product Concepting (COPC)*.

produto e de engenharia. Contudo, Shillito acrescenta que muitas equipes de desenvolvimento utilizam normalmente o DFQ com foco em uma parte do produto, enquanto o CPOC foca o produto como um todo. Adicionalmente, o autor argumenta que projetos de atualização ou modificação em um produto existente são facilmente conduzidos com o uso do DFQ, entretanto, são mais difíceis para produtos cuja empresa nunca produziu e neste caso o CPOC é mais adequado, pois foi elaborado para ser utilizado em projetos de produtos não existentes.

Shillito (2001) afirma que tanto no DFQ quanto no CPOC, os requisitos não podem estar desconexos do plano de negócio, i.e. ambos mecanismos provêm artifícios para alinhar os resultados obtidos com as estratégias da organização (ver seção 2.2), os quais podem ser observados na figura 15 e no quadro 7.

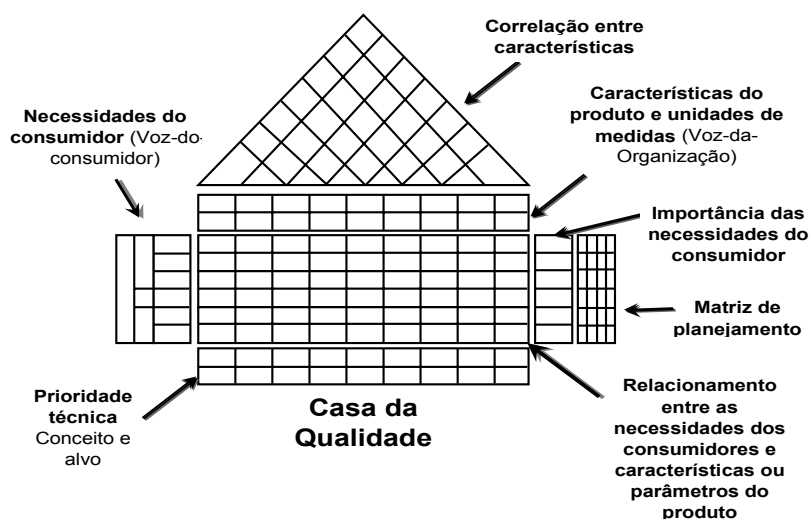


Figura 15 – Representação gráfica da “casa da qualidade”.
Fonte : (Shillito, 2001).

Quadro 7 – Excerto da matriz “Concepção de Produto Orientado ao Consumidor (CPOC)”.

MERCADO / CONSUMIDOR										MANUFATURA / PROJETO									
Funções Operacionais	REQUISITOS DO CONSUMIDOR		ANÁLISE COMPETITIVA				PLANEJAMENTO		CRITÉRIO DE MANUFATURA		TECNOLOGIA (COMO FAZER)								
	Características	Importancia	Tendência			Desejo	Melhoria	Ponto	escore	Escore	Critérios de manufatura	Peso %	Tec 1	Cust	Tec 2	Cust	Tec 3	Cust	
		Us	OM1	OM2	OM3	Us	Ratio	venda	%					Man.		Man.		Man.	
Inserção da fita	Fácil inserção	10	5	8	7	10	10	2.00	1.5	30.00	58.7	Custo Tempo Durabilidade Tempo p/completar Qualidade Confiabilidade Manutenabilidade	15	5	7	5	10	5	10
	Fácil orientação	10	9	9	9	8	9	1.00	1.2	12.00	23.5		10	3	9	5	9	5	10
	Instruções	8	7	8	8	8	8	1.14	1.0	9.12	17.8		15	5	5	5	6	5	9
										51.12	100.00		5	1		5		4	
Transporte da fita												20	5		4		4		
Gravação da imagem												20	4		4		4		
Reprodução												15	4		4		4		
												100	425	711	445	905	440	982	

Fonte: (Adaptado de Shillito, 2001).

A exploração dos dados obtidos estabelecem o foco para que a equipe investigue diferentes soluções conceituais que servirão de base para estabelecer uma ou mais concepções do produto¹⁷, fundamentadas em sistemas técnicos.

Segundo Pahl e Beitz (1996) fazem parte dos sistemas técnicos as estruturas técnicas, e.g. instalações, equipamentos, máquinas, aparelhos, conjuntos mecânicos, elementos de máquina e componentes. Adiciona-se ainda, a eletrônica que será embarcada e os meios eletrônicos que servem de interface entre os vários atores deste processo e que resultarão em concepções de um produto.

Hubka e Eder (1988) e Pahl e Beitz (1996) afirmam que os modelos de resolução dos problemas técnicos usam como meio os modelos de sistemas de transformação (e.g. energia, material e sinal ou informação). Desta forma, o produto começa a ter forma e função, até a obtenção das alternativas conceituais.

Pahl e Beitz (1996) sugerem que a abstração na etapa conceitual de um sistema técnico, previne que a experiência do projetista ou da empresa, preconceitos e convenções exerçam alguma influência entre as especificações do projeto e a soluções para o problema.

Contudo, o revés desta necessária abstração pode conduzir ao afastamento das soluções obtidas em relação aos objetivos de negócio da empresa.

2.4.1 A Voz-Da-Empresa: O Desdobramento da VOC

O afastamento das soluções alternativas propostas da linha de negócio da empresa é até certo ponto frequente, assume Shillito (2001), pela observação de diversas equipes de desenvolvimento que não conhecem o plano do negócio ou da intensão estratégica da empresa.

Igualmente é frequente, os participantes da equipe não procurarem por esta informação. Shillito ainda salienta que a pior situação ocorre quando a empresa não

¹⁷ Diversos métodos que contemplam a promoção de idéias criativas estão disponíveis na literatura (e.g Pahl e Beitz (1996), Back (1983), Ullman (1997), Pugh (1990), Otto e Wood (2001), entre outros). Uma avaliação de seus usos nas fases iniciais de projeto pode ser obtida em Sozo et al. (2001) e De Carvalho e Back (2001).

permite que certos níveis hierárquicos conheçam os planos estratégicos. Desta forma, a equipe é orientada a projetar um produto sob a supervisão de um gerente superior que decidirá se as recomendações do grupo estão ajustadas ou não às necessidades da organização.

Atualmente, acrescentam-se fatores como o uso de equipes multifuncionais distantes geograficamente que trazem algumas peculiaridades, salientam Smith e Blanck (2002), e.g. diferenças culturais e barreiras de linguagem.

Em desenvolvimento integrado, comunicação deficiente e objetivos pouco claros significam utilizar recursos da empresa desnecessariamente e encontrar uma possível solução equivocada.

Adicionalmente, segundo Rotondaro et al. (2002) quando um consumidor compra um produto ou serviço, ele enxerga o fornecedor como um conjunto de processos interligados que tem como finalidade a produção do produto de que necessita. Contudo, as empresas estão organizadas segundo um modelo de departamentalização que possui objetivos próprios de melhoria. Esta diferença de pontos de vista tem conduzido muitas companhias ao insucesso de muitos dos seus produtos.

Uma possível solução para este problema é gerenciar os processos com ferramentas que avaliem continuamente o desenvolvimento e mantê-los alinhados com os pontos essenciais do negócio.

Logo, antes de utilizar os benefícios da Casa da Qualidade, i.e. ordenar os requisitos e especificações prioritariamente para elaborar alternativas de solução para o sistema técnico, é sugerido que se prepare os requisitos relacionados ao negócio.

Estes requisitos, denominados nesta dissertação de Voz-da-Empresa (VOE) é uma analogia à Voz-do-Consumidor (VOC) que é amplamente utilizada nos meios acadêmicos e práticos.

O objetivo da VOE¹⁸ é estabelecer, através da análise SWOT (ver seção 2.2), marcos de referência com a finalidade de quantificar, na unidade de medida mais adequada, a meta de desempenho factível para a empresa.

Contudo, esta meta de desempenho pode estar sujeita a incertezas com implicações estratégicas, argumenta Aaker (2001). Para gerenciar estas incertezas é necessário reuní-las em grupos ou temas com sentido lógico e avaliar sua importância para o negócio. Algumas vezes, afirma o autor, a incerteza é representada por uma tendência ou evento futuro que possui uma imprevisibilidade intrínseca. Neste caso, a construção e análise de cenários pode ser empregada.

Esta análise de cenários, geralmente realizada na fase de pré-desenvolvimento (ver seção 2.1) pode estar integrada na seleção das soluções alternativas do produto na etapa conceitual do DP. Deste modo, pode-se adequar uma certa flexibilidade estratégica do negócio ao PDP.

Deste modo, caso o contexto do negócio mude, permite-se que a estratégia se adapte. Como exemplo pode-se citar a obtenção de novas informações durante o PDP que podem integrar novas tecnologias, mercados e outras oportunidades de negócio.

Entretanto, a simulação através de cenários no processo DFQ, poderia tornar o exercício complexo e enfadonho para a equipe de desenvolvimento, devido a inserção de múltiplas variáveis e suas combinações.

O processo CPOC sugere a utilização de matrizes de análise combinatórias¹⁹ como as matrizes estratégicas de negócio (ver quadro 8, exemplo de Shillito (2001) para um perfurador de papel), tecnologia e tendência das motivações dos consumidores²⁰.

Nota-se através do exemplo do quadro 8, que a matriz estratégica fornece diferentes visões para um mesmo requisito. Cabe a equipe de desenvolvimento encontrar a melhor combinação, i.e. encontrar um ponto de equilíbrio.

¹⁸O termo "Voz-da-Empresa" cujo acrônimo adotado é VOE, é utilizado nesta dissertação para fazer uma analogia com a VOC. Contudo, cabe ressaltar que Shillito (2001) utiliza o termo "Voice-of-the-Company" ou pelo acrônimo VOCO e "Voice-of-the-Engineer", cujo acrônimo é VOE, para referir-se a voz da engenharia.

¹⁹ Denominadas em inglês como *Trade-Off Matrix*.

²⁰ Originalmente em inglês *Strategy Matrix, Technology Matrix e Customer Need Trends Matrix*.

Quadro 8 – Exemplo de Shillito para a matriz estratégica do sistema CPOC.

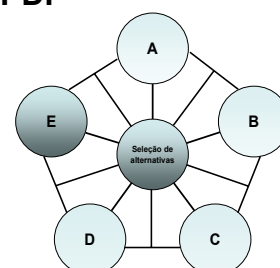
Estratégia	Posição da folha	Perfuração da folha	Ajuste dos furos	Coletador de repara	Sensação de conforto	Estética
Melhor para o consumidor	Ajustável	Alavanca com articulação elevada	Estalido de parada	Fixadores flexíveis (<i>Snap-fits</i>)	Broca	Projeto atual
Melhor para a empresa	Canto fixo	Projeto atual	Trava permanente	<i>Pull-off</i> plástico	Puncionador de metal duro	Projeto atual
Melhor UMC	Canto fixo	Projeto atual	Trava permanente	<i>Pull-off</i> plástico	Projeto atual	Projeto atual
Melhor confiabilidade	Canto fixo	Alavanca com articulação elevada	Trava permanente	Fecho articulado	Puncionador de metal duro	Não aplicável
Melhor habilidade de manufatura	Canto fixo	Projeto atual	Trava permanente	<i>Pull-off</i> plástico	Projeto atual	Não aplicável
Melhor qualidade	Ajustável	Alavanca com articulação elevada	Parada ajustável com fixação rápida	Fecho articulado	Broca	Inox polido

Fonte: (Adaptado de Shillito, 2001).

Contudo, pode-se argumentar que esta matriz não possibilita efetuar simulações para diferentes contextos estratégicos. Adicionalmente, o uso de diferentes matrizes, (estratégica, tecnológica, tendências e outras propostas pelo sistema CPOC) pode, para economizar tempo, incorrer na divisão de tarefas pelos membros da equipe de desenvolvimento. Esta divisão, portanto, propicia uma análise sujeita as diferentes visões combinatórias (ver quadro 6, seção 2.4) e deste modo, ser contraditória em certos aspectos a qual poderia gerar discussões e um conseqüente tempo incremental para execução da tarefa de seleção de alternativas de concepção.

2.5 SELEÇÃO DE SOLUÇÕES NA ETAPA CONCEITUAL DO PDP

Um importante ponto de tomada de decisão é, *de facto*, estabelecido na fase conceitual de desenvolvimento no qual alternativas de solução de sistemas técnicos são avaliadas e selecionadas de acordo com diferentes critérios, sejam técnicos, estéticos, funcionais, ou outros e cujo resultado será a determinação de uma ou



mais concepções de produto as quais serão aplicados um aporte de recursos em atividades de detalhamento do projeto (e.g. protótipos, testes, produção piloto, entre outros). A seleção de uma concepção influirá decisivamente no sucesso ou insucesso do produto no mercado.

O conceito de um produto é um resultado parcial do processo de desenvolvimento, i.e. pode-se considerar que o conceito do produto é a transformação de uma oportunidade de mercado em possibilidades técnicas.

Segundo Esteves (1997) o modelo baseado na informação de um PDP pode ser descrito em termos de um sistema integrado de criação e transmissão de informações ativas as quais são geradas, projetadas, armazenadas, combinadas, decompostas e transferidas entre várias mídias, incluindo cérebros humanos, papel, memória dos computadores, *software* e materiais físicos. No final, as informações são articuladas e transformadas em um sistema técnico denominado concepção do produto o qual eventualmente será desdobrado em processos de produção.

A decisão de escolha de uma alternativa de solução é um esforço para tentar resolver problemas com objetivos muitas vezes conflitantes, cuja presença impede a existência de uma solução ótima. Contudo, conduz a procura do melhor compromisso.

A tomada de decisão é, em geral, uma das tarefas mais difíceis enfrentadas individualmente ou por um grupo, pois quase sempre tais decisões devem atender múltiplos objetivos.

A sistematização do processo de seleção de alternativas conceituais é importante para que decisões não fundamentadas em uma análise metódica sejam evitadas, uma vez que estas podem em alguns casos, conduzir a equívocos e que possivelmente serão identificados em etapas de maior detalhamento do desenvolvimento ou ainda, no lançamento do produto.

2.5.1 Métodos para a Seleção de Alternativas Conceituais

A decisão de escolha da melhor solução ou da solução que tenha maior proximidade com os objetivos almejados pelas necessidades dos clientes e pelo interesse estratégico da empresa deve, em um processo sistemático de

desenvolvimento de produtos, ser fundamentada em uma avaliação que considere os critérios de seleção estabelecidos.

Back (1983) observa que, em determinados casos, é conveniente separar a avaliação técnica da econômica. Salienta-se que na fase de desenvolvimento de soluções conceituais de um produto, ainda não se tem informações suficientes que possibilitem afirmar que uma solução é economicamente melhor do que outra.

Acrescenta-se que uma análise econômica baseada em informações pouco precisas poderia desprezar uma solução técnica viável.

Esta avaliação pode ser executada, segundo Starkey (1992), a partir de uma análise de soluções sob três formas: i) por comparação absoluta (i.e. pelo desempenho individual de cada alternativa para um conjunto de critérios); ii) por comparação com uma solução ideal; ou iii) por uma comparação relativa entre as soluções alternativas.

Podem-se dividir os métodos de seleção de concepções em dois grupos: i) abordagens não-numéricas; e ii) abordagens numéricas. Alguns autores, entre os quais se destaca Pugh (1990) (ver item 2.5.2.1), argumentam que nas fases iniciais do DP a matemática é de pouco auxílio e na verdade obstrui a tomada de decisão.

Para Ulrich e Eppinger (1995) métodos não numéricos são baseados na predileção individual de critérios e na eleição da alternativa de melhor desempenho.

As abordagens não-numéricas são fundamentadas em sistemas metódicos e estruturadas. Por exemplo: julgamento de factibilidade; filtro tipo continua ou interrompe; prós e contras; protótipo e testes; facilidade de acesso à tecnologia; entre outros (Otto e Wood, 2001; Ullman, 1997; Ulrich e Eppinger, 1995).

As abordagens numéricas utilizam parâmetros quantitativos em sua essência. Incluem-se neste método autores como Suh (1990) com a abordagem axiomática; Pahl e Beitz (1996) (ver item 2.5.2.2) e Ullman (1997) com a abordagem da matriz de decisão; Wang (2001) com a *fuzzi approach*; Otto e Wood (2001) com o método de seleção numérica de concepções e Magrab (1997) com o método da função utilidade e a avaliação como um desdobramento da casa da qualidade.

Um argumento para utilizar abordagens de seleção numéricas é que elas podem facilitar análises de incerteza durante o processo de tomada de decisão.

Acrescenta-se a estes métodos a abordagem de apoio multicritério à decisão (AMD) que é um conjunto de métodos e técnicas para apoio de tomadas de decisões, quando na presença de uma multiplicidade de critérios (ver item 2.5.2.4). A análise multicritério pressupõe a especificação do objetivo que o decisor pretende alcançar quando deseja comparar entre si diferentes alternativas de decisão com o uso de múltiplos critérios. Yu (1985) afirma que baseado nas análises multicritérios é possível construir modelos que legitimem os juízos de valor subjetivos, i.e. pressupõe aceitar que a subjetividade estará presente em todo o processo de decisão. Desta forma, a estrutura de valores dos decisores é associada aos critérios existentes, que serão usados na avaliação das alternativas.

As abordagens de otimização têm sido utilizadas por alguns pesquisadores para selecionar concepções por seus desempenhos, posicionando o método como um problema de melhoria de concepções. Incluem-se nesta abordagem Mattson e Messac (2003) com o método da Fronteira de Pareto (ver item 2.5.2.3) e Michalewicz (1994) com Algoritmos Genéticos, entre outros.

2.5.2 Utilização dos Métodos de Seleção

Back (1983) observa que para uma comparação entre soluções é necessário o conhecimento das características e propriedades²¹, as quais devem de alguma forma, ser traduzidas em valores numéricos²², de modo a fornecer uma base para a valoração quantitativa das soluções alternativas. Afirma ainda, que o primeiro passo para avaliação das alternativas é a identificação das propriedades e o estabelecimento dos critérios através dos quais as soluções serão avaliadas.

Para Back (1983) a avaliação das concepções é mais eficiente quando apresenta uma seqüência bem definida de passos. A organização do trabalho em passos objetiva coordenar distintas funções envolvidas.

²¹ Para qualquer método.

²² Para métodos numéricos.

Esta organização para a integração das características e propriedades dos conceitos, deve permitir que contribuições dos membros da equipe de desenvolvimento, provenientes de diferentes áreas de atividade possam ser combinadas criativamente de forma a decidir pela concepção de maior potencial de sucesso.

Assim sendo, os métodos de seleção e escolha de alternativas pretendem, *ad hoc*, auxiliar nas decisões. O método deve consistir em sua essência, na minimização das possibilidades de despender recursos no avanço do PDP para determinada solução e em algum momento o projeto ser cancelado devido a um conflito proveniente de restrições do sistema técnico ou da combinação dos diferentes requisitos (ver seção 2.4).

2.5.2.1 A avaliação de alternativas de solução segundo Pugh

Para Pugh (1990) a matriz de decisão auxilia a comparação das diversas soluções embrionárias através dos mesmos critérios, contudo, o autor argumenta que na etapa conceitual do DP, as informações sobre a concepção ainda são vagas. Neste contexto, Pugh propõe que as alternativas devem ser comparadas entre si. Este sistema de avaliação pode ser denominado de comparação relativa.

O autor salienta que é essencial para o sistema de seleção, que os critérios não sejam ambíguos e devem ser facilmente compreendidos e aceitos por toda equipe envolvida no processo de seleção.

Para elaboração da matriz de decisão, como mostra o exemplo do quadro 9, segundo o método de Pugh (1990), deve-se escolher uma referência (*datum*), com a qual todas as soluções são comparadas. O primeiro *datum* será aquela solução cuja equipe intuitivamente escolha como a melhor alternativa.

A partir deste ponto, o critério é comparado com o *datum* e representado através da simbologia indicada na tabela 1.












A equipe deve analisar então, as alternativas do maior somatório de conceitos positivos ($\sum +$) e o menor somatório de conceitos negativos ($\sum -$), que representam as soluções mais expressivas.

Tabela 1 – Simbologia de avaliação.

Simbologia	Descrição
+	Melhor do que o <i>datum</i> ;
-	Pior do que o <i>datum</i> ;
S	Semelhante ao <i>datum</i> .

Fonte: (Pugh,1990).

Quadro 9 – Exemplo da matriz de decisão proposta por Pugh.

SOLUÇÕES											
CRITÉRIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	+	-	+	-	+	-	D	-	+	+	+
B	+	S	+	S	-	-		+	-	+	-
C	-	+	-	-	S	S	A	+	S	-	-
D	-	+	+	-	S	+		S	-	-	S
E	+	-	+	-	S	+	T	S	+	+	+
F	-	-	S	+	+	-		+	-	+	S
Σ(+)	3	2	4	1	2	2	U	3	2	4	2
Σ(-)	3	3	1	4	1	3		1	3	2	2
Σ(S)	0	1	1	1	3	1	M		1	0	2

Fonte: (Pugh, 1990).

Pugh (1990) salienta que cada conceito negativo (-) das alternativas mais fortes deve ser revisto e, então, verifica-se a possibilidade do critério ter conceito revertido para positivo (+). Caso isto seja possível, o novo conceito é introduzido na matriz. Acrescenta que as soluções devem ser comparadas a diferentes referências (*datum*) para verificar se a solução escolhida não apresenta discrepância no resultado.

Ullman (1997) acrescenta que pode existir uma variação nesta pontuação, como mostra a tabela 2, ao aplicar uma escala de sete níveis. Segundo o autor, esta pontuação facilita a comparação entre as alternativas.

Caso não se encontre alternativas expressivas como resultado destas comparações, deve-se verificar então, se os critérios escolhidos não são ambíguos, com capacidade de variação de interpretação pelo grupo de avaliadores ou que através de um exame crítico de um critério suspeito, revele-se que ele pode confundir outros critérios.

A persistência de uniformidade entre as alternativas, geralmente, significa que um ou mais conceitos são derivações próximas dos outros. Então, a matriz não é adequada para auxiliar na distinção entre eles.

Tabela 2 – Simbologia com refino de avaliação, segundo Ullman.

Nível	Significado
+ 3	Amplamente melhor do que o <i>datum</i> ;
+ 2	Muito melhor do que o <i>datum</i> ;
+ 1	Melhor do que o <i>datum</i> ;
0	Semelhante ao <i>datum</i> ;
- 1	Pior do que o <i>datum</i> ;
- 2	Muito pior do que o <i>datum</i> ;
- 3	Amplamente pior do que o <i>datum</i> .

Fonte: (Ullman, 1997).

2.5.2.2 A avaliação de alternativas de solução segundo Pahl e Beitz

Um exemplo de avaliação absoluta de alternativas é o método proposto por Pahl e Beitz (1996). Os autores argumentam que as variantes de solução factíveis necessitam ser comparadas antes de estabelecer uma concepção do produto, por meio da aplicação de critérios de avaliação e, na medida do possível, quantificáveis.

Uma avaliação deve estabelecer um valor, benefício ou potência a uma solução em relação ao objetivo preestabelecido. Pahl e Beitz afirmam que é necessário identificar a importância relativa (peso) para o valor global da solução avaliada. Apesar de terem relevância diferente, os critérios de avaliação são

tipificados por valores de ponderação (pesos), i.e. um número real e positivo. Ele exprime a contribuição de um critério em relação ao conjunto de critérios.

Estes pesos podem ser fixados entre valores de 0 a 1 ou de 0 a 100. A soma dos coeficientes dos critérios de diferentes campos e que apresentam a menor complexidade nos diferentes níveis, quando somados, igualam o valor 1 ou, se for o caso, 100²³, conforme equação 1.

$$\sum P_i = 1 \text{ ou } \sum P_i = 100 \tag{Eq.1}$$

Onde,

P_i = peso do critério no nível genérico i.

A fixação dos coeficientes é efetuada por nível de complexidade dos critérios, conforme exemplo indicado no diagrama de critérios da figura 16. Os coeficientes de um nível mais complexo são determinados e, em seguida, os coeficientes do nível inferior.

Após estabelecer a relevância de cada critério, na etapa subsequente os parâmetros conhecidos ou determinados analiticamente são correlacionados com estes critérios, conforme indica o quadro 10.

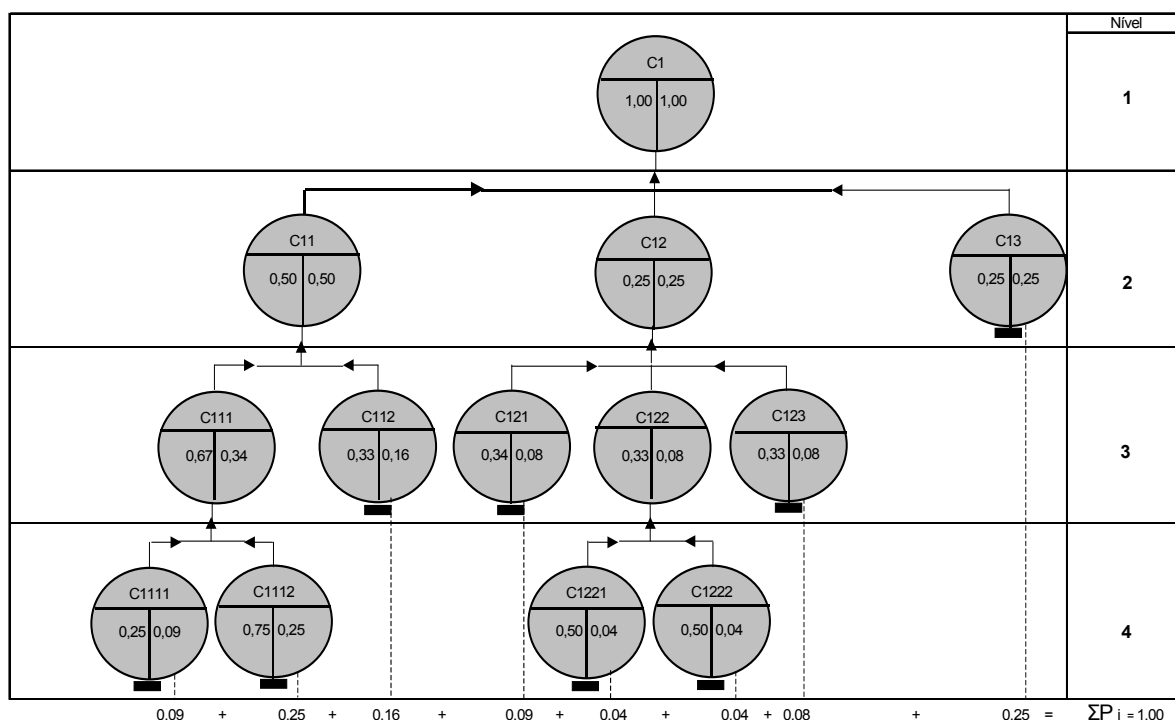


Figura 16 – Diagrama de critérios com os respectivos pesos, segundo Pahl e Beitz.
 Fonte: (adaptado de Pahl e Beitz, 1996).

²³ No exemplo da figura 16 são utilizados valores entre 0 e 1.

Quadro 10 – Matriz de comparação de alternativas, segundo Pahl e Beitz.

Matriz de Avaliação de Critérios													
Critérios			Parâmetros		Alternativa 1			Alternativa 2			Alternativa n		
Critério	Descrição	p_i	Nome	unidade	Parâmetro	Valor	$p_i v_{i1}$	Parâmetro	Valor	$p_i v_{i2}$	Parâmetro	Valor	$p_i v_{in}$
				k_{ij}	k_{i1}	v_{i1}		k_{i2}	v_{i2}		k_{in}	v_{in}	
C1													
C2													
C3													
Σ critérios	1,000		Valor da função critério		Σ pesos 1			Σ pesos 2			Σ pesos n		

Fonte: (adaptado de Pahl e Beitz, 1996).

Por exemplo, para um hipotético critério denominado como “construção leve”, o parâmetro poderia ser uma unidade física de peso.

A coluna um do quadro 10 é subdividida para indicar o número de ordem relativa do critério, descrever sumariamente o critério e indicar o valor de influência ou peso (p_i) do critério obtido a partir do diagrama de critérios. A coluna dois apresenta o parâmetro correlacionado ao critério e sua unidade de medida (se existir²⁴).

As colunas três, quatro e cinco apresentam as distintas alternativas de solução. Esta coluna é subdividida na indicação do valor conhecido, determinado analiticamente ou estimado do parâmetro para um critério e para cada alternativa (k_{in}); no valor de desempenho da alternativa para o critério específico (v_i) determinado pelo avaliador; e no valor ponderado determinado pela equação 2.

$$P_{ci} = P_i \times V_i \tag{Eq.2}$$

Onde,

P_{ci} = peso do critério genérico i;

P_i = valor de influência do critério genérico i;

V_i = valor de desempenho do critério genérico i.

²⁴ Parâmetros qualitativos, em geral, não possuem unidade de medida.

A comparação é obtida através dos somatórios dos pesos dos critérios de todas as alternativas consideradas. Este somatório é denominado de função critério e é expresso pela equação 3.

$$F_j = \sum_{i=1}^m P_i \times V_{ij} \quad \text{Eq.3}$$

Onde,

m = o número de critérios parciais ;

j = indica a j – ésima solução alternativa;

P_i = peso do critério i ;

V_{ij} = valor de desempenho do critério i para a alternativa j .

2.5.2.3 A avaliação de alternativas de solução segundo Mattson e Messac

Mattson e Messac (2004) argumentam que o método da fronteira de Pareto possibilita o uso de otimizações para explorar o espaço solução de um projeto na etapa inicial. Os autores definem a concepção de projeto como uma idéia que evolui até o ponto onde exista um modelo paramétrico que represente o desempenho de uma família de especificações.

Neste método, cada concepção tem sua fronteira de Pareto, conforme ilustra a figura 17, que é definido pelo modelo paramétrico da concepção. A figura 17a representa a fronteira de Pareto (linha mais espessa da representação) para a minimização do problema relativo a dois objetivos μ_1 e μ_2 e cuja região escura representa o espaço factível de solução. A figura 17b representa a fronteira de Pareto para os dois objetivos e três alternativas A, B e C. Cada alternativa tem seu próprio modelo paramétrico de desempenho para os dois objetivos considerados. O *s-Pareto frontier*²⁵ de uma ou mais concepções é representado pela linha espessa da figura 17c.

A otimização é obtida através de combinações entre as diferentes concepções. Segundo os autores, o que difere sua proposta dos métodos que utilizam matriz de decisão é que nestes métodos a seleção da concepção é baseada em um desempenho único para cada objetivo. O método *s-Pareto frontiers* tem por abordagem a consideração de diferentes combinações.

²⁵ *S-Pareto Frontier* é o termo original em inglês utilizado para o método proposto por Mattson e Messac. O “s” é a redução de *set*, que neste contexto significa o conjunto de combinações entre os critérios variáveis.

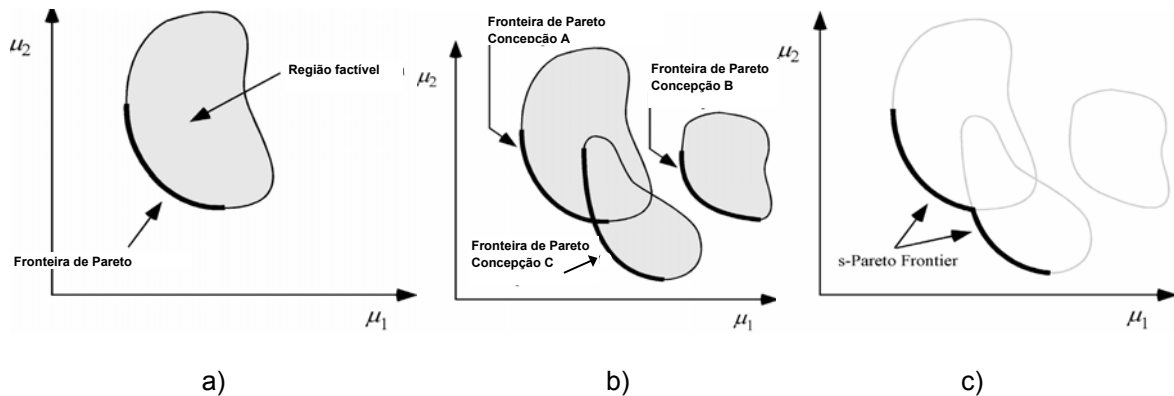


Figura 17 – Representação do método *s-Pareto frontier*, segundo Mattson e Messac.
Fonte: (Mattson e Messac, 2003).

2.5.2.4 Modelos multicritérios de apoio à decisão

Para Esteves (1997) os modelos multicritérios fundamentam-se em três convicções: i) interpenetração de elementos objetivos e subjetivos e da sua inseparabilidade; ii) aprendizagem pela participação; e iii) construtivismo.

A primeira convicção provém do argumento que o processo de decisão é descrito como um sistema de relações entre elementos de natureza objetiva, próprios às ações, e elementos de natureza subjetiva, próprios ao sistema de valores dos atores. Como este sistema é inseparável não se pode negligenciar nenhum destes aspectos. Logo, a intervenção do facilitador não pode ser regida por um desejo de descrição de uma realidade objetiva, supostamente desligada do sistema de valores dos atores envolvidos, i.e. é preciso aceitar a presença da subjetividade no processo decisório.

A convicção da aprendizagem pela participação se apóia na inexistência de um modelo genérico de estruturação e na natureza mal definida da maioria dos problemas de decisão. Portanto, os modelos são gradualmente construídos, através de um processo de discussão e comunicação entre o facilitador e os atores, gerando assim a geração de um conhecimento compartilhado em relação ao problema.

A convicção do construtivismo consiste na procura de hipóteses de trabalho sobre quais recomendações vão ser elaboradas, de maneira que haja uma produção de conhecimentos a respeito de como agir, de modo a alcançar os objetivos dos

atores. A abordagem construtivista integrada a idéia da aprendizagem, se apresenta como a mais adequada para conduzir o processo de apoio à decisão.

A análise de decisão com múltiplos critérios (AMD²⁶) é um processo iterativo. Contudo pode ser apresentado como a seqüência de nove etapas: i) identificação dos decisores e seus objetivos; ii) definição das alternativas; iii) definição dos critérios relevantes para o problema de decisão; iv) avaliação das alternativas em relação aos critérios; v) determinação da importância relativa dos critérios; vi) realização da avaliação global de cada alternativa; vii) análise de sensibilidade; viii) recomendação; e ix) implementação.

Na abordagem multicritério de apoio à decisão, os juízos de valor dos decisores são expressos por meio de relações de preferência entre pares de alternativas ou critérios. Segundo Dias et al. (1996) as quatro relações fundamentais são: i) indiferença; ii) preferência estrita; iii) preferência fraca; e iv) incomparabilidade.

A forma de explicitar as estruturas de preferência do decisor varia de acordo com o método de análise multicritério abordado, entre as quais se cita a abordagem *Macbeth*²⁷.

O método *Macbeth*, apresentado em Costa et al. (2004), permite agregar os diversos critérios de avaliação em um critério único de síntese, por meio da atribuição de pesos aos vários critérios, respeitando as opiniões dos decisores.

Mediante a comparação par a par da atratividade das alternativas, são atribuídos os pesos aos critérios, e.g. dadas duas alternativas, o decisor deve dizer qual a mais atrativa (maior nota) e qual o grau desta atratividade em uma escala semântica que tem correspondência com uma escala ordinal (0-indiferente; 1- diferença de atratividade muito fraca; 2- diferença de atratividade fraca; 3- diferença de atratividade moderada; 4- diferença de atratividade forte; 5- diferença de atratividade muito forte; e 6- diferença de atratividade extrema).

²⁶ Acrônimo do termo “apoio multicritério à decisão” (ver item 2.5.1).

²⁷ Acrônimo da expressão em inglês *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*.

O método faz a análise de coerência dos julgamentos e sugere, em caso de incoerência, como resolvê-la.

Por programação linear, é sugerida uma escala de notas e os intervalos em que elas podem variar sem tornar o problema inconsistente (problema de programação linear inviável). É ainda facultado ao decisor ajustar graficamente o valor das notas atribuídas, dentro dos intervalos permitidos (análise de sensibilidade). Somente após este ajuste, com a introdução do conhecimento do especialista, é que fica caracterizada a construção da escala cardinal (quantitativa) de valores.

Matematicamente, o método *Macbeth* é constituído por quatro problemas de programação linear (PPLs) seqüenciais: i) PPL 1 - realiza a análise de consistência cardinal; ii) PPL 2 - responsável pela construção da escala de valor cardinal; e iii) PPLs 3 e 4 - revelam fontes de inconsistência.

Para operacionalizar o método, elaboram-se matrizes de juízos de valor, a fim de facilitar a expressão dos julgamentos absolutos de diferença de atratividade entre os pares de ações. Cada elemento X_{ij} da matriz toma o valor k (e.g. $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$). Estes números não têm significado matemático, servem apenas como indicadores semânticos de qual categoria de diferença de atratividade foi atribuída ao par respectivo. Com este conjunto de julgamentos, a metodologia *Macbeth* é executada, primeiramente, para verificar eventuais inconsistências e, posteriormente, para determinar uma escala de valor cardinal que represente os julgamentos de valor do decisor. A escala obtida é normalizada, fornecendo os valores dos pesos para as alternativas em avaliação, o que possibilita o uso de um modelo de agregação, em geral, aditivo.

2.6 CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO À LITERATURA

Neste capítulo, exploraram-se publicações relacionadas ao desenvolvimento de produtos, no contexto de suas etapas iniciais, a partir da identificação de uma oportunidade de negócio até a avaliação e seleção de uma concepção na etapa conceitual do projeto. A principal argumentação para empreender-se neste contexto, provém do fato que as decisões tomadas em fases primárias do desenvolvimento de

produtos, implementam importantes resultados no negócio. Contudo, com dispêndio de recursos muito menor do que nas fases de detalhamento, produção e lançamento do produto.

As fases iniciais do desenvolvimento de produtos é campo fértil para investigação científica, cuja exploração abrange diferentes áreas do conhecimento, provavelmente como resultado da própria evolução dos processos de negócio em que estas fases estão inseridas.

Acrescenta-se o fato que muitas empresas já atingiram a excelência na distribuição, manufatura, rapidez no desenvolvimento de produtos e procuram novas vantagens competitivas em um campo mais complexo e dinâmico, i.e. relacionado à decisão.

Estas decisões que no início dos anos 70 estavam relacionadas ao planejamento estratégico, evoluíram para o pensamento estratégico e a procura de vantagens competitivas sustentáveis nas décadas de 80 e 90, e.g. a estratégia com foco no cliente (Drucker, 1993), a estratégia focada na diferenciação (Porter, 1986) e a introdução do conceito de estratégia como regeneração e revolução de negócios proposta por Hamel e Prahalad (1995) ao utilizá-la como fator de inovação. Atualmente, o foco dos pesquisadores reúne os diversos conhecimentos relacionados à área e o denominam como Gestão Estratégica (Herrero Filho, 2005).

A gestão estratégica promove a concentração dos esforços competitivos da empresa como um conjunto de fatores integrados, sem as abstrações dos conceitos teóricos da estratégia, que segundo Kaplan e Norton (1997) muitas vezes são de difícil compreensão pelos decisores de uma organização. Este conceito de estratégia utiliza diversas metodologias de gestão (e.g. *Balanced ScoreCard* - *BSC*)²⁸.

Contudo, é importante salientar que a gestão estratégica procura por um padrão de coerência e consistência em todo o negócio e de modo inclusivo, o desenvolvimento de produtos.

²⁸ Na literatura, os autores que tratam desta matéria mantêm a expressão original na língua inglesa e seu acrônimo.

Este contexto conduz a um novo escopo para o PDP (ver seção 2.1) e, portanto, a necessidade de compreensão da fase antecedente ao início formal das tarefas envolvidas no processo a qual é denominada nesta dissertação como pré-desenvolvimento. Em síntese, o sucesso ou insucesso de um produto muito provavelmente inicia-se nos próprios mecanismos de busca de oportunidades e na respectiva estratégia de tratamento desta oportunidade, ao manter o padrão de coerência e consistência com o negócio.

Adicionalmente, a evolução dos processos de negócio conduz a inclusão de dois novos atores estratégicos. Anteriormente, a estratégia de negócios relacionada a novos produtos estava focalizada em vantagens competitivas baseadas em portfólio de produtos. Contudo, tecnologia e inovação passam a ser fatores decisivos de competitividade. Portanto, cada qual deve ter sua própria estratégia, com a inclusão dos respectivos portfólio, todavia, integradas a estratégia geral do negócio.

Estas três estratégias integradas fundamentarão o escopo do DIP, o qual deve permanecer coerente e consistente com os objetivos do negócio (ver item 2.2.2).

A execução do DIP é facilitada, *de facto*, pela aplicação de um modelo sistemático que propicie direcionar as atividades para a obtenção de diversas e distintas alternativas de solução para explorar a oportunidade percebida.

A evolução dos processos de desenvolvimento (ver quadro 5) tem conduzido à redução dos tempos de desenvolvimento, condição advinda da agressiva competitividade entre empresas. Contudo, sujeita a dinâmica do mercado e idiosincrasias de cada negócio.

Portanto, torna-se evidente a implicação do consumidor como núcleo do processo de desenvolvimento e a procura em satisfazer suas necessidades e expectativas. Contudo, a percepção de quais informações será importante para traduzirem-se em requisitos de projeto são distintas, embora não equivocadas, para cada área de atuação no cenário de negócio (ver item 2.4, quadro 6). Assim, devem ser consideradas as peculiaridades inerentes ao uso de equipes multifuncionais no processo.

Uma possível solução apontada na literatura é a contínua avaliação do processo, fundamentalmente nos pontos decisórios do desenvolvimento de produto com o objetivo de manter o avanço do projeto coeso e consistente ao plano de negócio (ver seção 2.4.1).

Um destes pontos decisórios é indicado como a escolha do conceito (ou conceitos) de produto, que melhor atenda as necessidades e expectativas do consumidor, esteja conexa ao negócio e que provavelmente terá um maior potencial de sucesso.

Deste modo, a literatura salienta a importância desta decisão por meio das inúmeras publicações sobre o tema. Diferentes abordagens podem ser adotadas como taxonomia para a avaliação e seleção de concepções. Contudo, salientam os autores de modo consensual, os modelos não tomam decisões, as pessoas o fazem e neste contexto, estão sujeitas a desvios e equívocos.

2.6.1 Identificação da Oportunidade e Motivação para a Investigação

A linha condutora da denominada “Gestão Estratégica” sugere que todo o processo de negócio, o qual se inclui a integração das estratégias de negócio, tecnologia e de inovação deve ser estruturado e mantido dentro de um padrão de coesão e consistência como um todo.

Este contexto permite admitir que todos os processos relacionados ao negócio devem, por definição, estar integrados. Portanto, todas as tarefas e atividades inerentes a cada processo, inclusive o desenvolvimento de novos produtos, devem continuamente ser avaliados quanto ao alinhamento com os objetivos que fundamentam o negócio.

Diferentes metodologias são propostas na literatura para elaborar e avaliar as tarefas de modo integral, e.g. o BSC para a gestão da estratégia e o DFQ para os requisitos de projeto. De modo inclusivo, as características peculiares de cada negócio são acondicionadas dentro destas metodologias.

Contudo, a dinâmica dos cenários de negócio conduz a novas formas de obtenção de vantagens competitivas entre elas o uso de fatores como times multifuncionais auto-gerenciáveis, a preocupação com aspectos de manufaturabilidade e mercado, pontos de decisão multifuncionais e sistemas flexíveis de desenvolvimento. Estes fatores podem ser considerados como evolução dos processos, todavia, surgem simultaneamente pontos de possíveis fugas do padrão de coerência e consistência do desenvolvimento de produto em relação ao negócio.

Estas fugas podem conduzir a uma tomada de decisão equivocada. Este fato é evidenciado quanto à seleção de uma concepção de produto, devido às distintas percepções do desenvolvimento e do negócio com relação aos atores envolvidos no processo.

Diferentemente das metodologias de gestão da estratégia e de obtenção dos requisitos técnicos de projeto, os modelos de apoio à tomada de decisão para seleção de uma concepção, apesar de ser entendido como importante, *de facto*, por distintos pesquisadores, não contemplam de modo claro os requisitos que manterão a decisão dentro do padrão de coerência e consistência em relação ao negócio.

Portanto, abre-se uma lacuna fundamentada na literatura, a qual pode ser considerada como uma importante oportunidade de investigação científica.

Uma possível contribuição para a introdução dos valores, atributos, peculiaridades e habilidades atribuídas às vantagens competitivas da organização, no processo decisório de seleção de uma ou mais concepções é a motivação para elaborar uma metodologia de ação que apóie as equipes de desenvolvimento na tomada de decisão para a escolha de uma concepção de produto, que contemple as melhores características técnicas com o foco no consumidor e mantenha-se dentro de um padrão de coesão e consistência do negócio como um todo.

*“E no entanto surge uma relação,
uma pequena relação que se expande como a sombra
de uma nuvem na areia, uma forma na encosta de um morro.”*

*WALLACE STEVENS,
“Connoisseur of Chaos”*

3 SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS NO PROJETO CONCEITUAL – UMA ABORDAGEM COM O USO DE VARIÁVEIS DO PROCESSO DE NEGÓCIO

O desenvolvimento de um conceito de produto pode ser sumariamente descrito como uma série de passos divergentes e convergentes, completados em diferentes níveis de soluções abstratas. Para Salonen e Perttula (2005) os passos divergentes referem-se à geração de alternativas conceituais de produto e os passos convergentes são os que avaliam e selecionam os melhores conceitos entre estas alternativas. Esta convergência pode ser descrita como a identificação de alternativas que melhor preencham os critérios de tomada de decisão.

Contudo, conforme afirma Pugh (1996), a seleção da alternativa com maior potencial de sucesso é uma das decisões mais importantes e difíceis do processo de desenvolvimento de produto. Segundo especulam Salonen e Perttula (2005), um dos fatores para esta dificuldade pode estar relacionado com a existência de uma limitação da capacidade de memória imediata de indivíduos para receber, processar e lembrar informações. Portanto, pode-se considerar que existe uma limitação na capacidade de tomadores de decisão para simultaneamente considerar um amplo conjunto de alternativas em contraste com critérios de decisão. Este pode ser um dos possíveis motivos para a origem dos diferentes métodos sistemáticos de apoio à seleção de alternativas na etapa conceitual de projeto (ver seção 2.3).

Tradicionalmente, estes métodos têm utilizado a abordagem multicritério e técnicas de avaliação, não obstante algumas limitações tenham sido discutidas, conforme salientam Wassenaar e Chen (2001). Contudo, Salonen e Perttula (2005) afirmam que esta abordagem tem se consolidado como a melhor aplicação de apoio a seleção de conceitos.

A abordagem multicritério (ver item 2.5.2.4) conduz os avaliadores ao uso de inúmeros relacionamentos entre diferentes critérios de decisão e as alternativas de solução e, conseqüentemente, a certo grau de dificuldade quando existe um amplo conjunto de alternativas. Para atenuar o problema podem-se descartar alternativas que se evidenciam como insatisfatórias, i.e. claramente apresentem características de discrepância com os objetivos de projeto.

O objetivo desta seleção preliminar é isolar alternativas com potencial de sucesso e com aparente semelhança de desempenho em um grupo denominado de conjunto solução²⁹ e que estarão sujeitas a uma análise comparativa de maior rigor, conforme ilustra a figura 18.

A pré-seleção³⁰ pode utilizar um método sistemático, não numérico e de menor rigor (e.g. método de Pugh (1996), ver item 2.5.2.1) ou um método intuitivo, por meio da eliminação de alternativas que nitidamente apresentem-se insatisfatórias. O uso de um ou outro método está relacionado ao número de alternativas que são inicialmente propostas, a complexidade do produto em desenvolvimento e a experiência da equipe de avaliadores.

As alternativas factíveis pertencentes ao conjunto solução e inicialmente selecionadas pela pré-seleção, devem aproximar-se tanto quanto possível dos requisitos de projeto previamente listados, cujo desempenho deve atender a VOC (ver seção 2.4) e os objetivos estratégicos do processo de negócio (ver item 2.2.2).

Portanto, o conceito com melhor possibilidade de sucesso deve ser resultado de um processo refinado de análise, avaliação e seleção entre as alternativas pertencentes ao conjunto solução, conduzido pelo processo de negócio e focado no cliente.

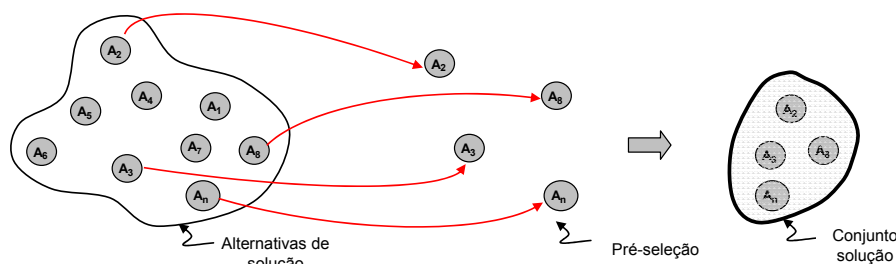


Figura 18 – Representação gráfica da origem do conjunto-solução.

²⁹ Nesta investigação, define-se como conjunto solução o agrupamento de alternativas factíveis na etapa conceitual de projeto.

³⁰ Denominação utilizada para indicar a seleção preliminar de alternativas.

3.1 MODELO PARA ANÁLISE E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS NA ETAPA CONCEITUAL DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

3.1.1 Pressuposto para Estabelecer o Modelo

Estabelecer um processo refinado de análise, avaliação e escolha de alternativas pertencentes ao conjunto solução pode não garantir por si só um resultado de sucesso. No processo de seleção de alternativas conceituais, possíveis desacertos podem, sem as devidas precauções, conduzir os avaliadores a tomarem uma decisão equivocada, mesmo ao considerar um sistema funcionalmente correto e que atende às necessidades do usuário. Uma das razões de desacerto é que, talvez, a concepção não se mantenha dentro de um padrão de coesão e consistência do negócio como um todo (ver item 2.6.1).

Back (1983) classifica estes possíveis desacertos em dois grupos: i) equívocos dos avaliadores; e ii) equívocos do próprio método de seleção. No primeiro grupo, os avaliadores tomam decisões de seleção de forma subjetiva, sem critérios homogêneos, com forte influência pessoal. O segundo grupo submete os avaliadores a equívocos devido à falta de um único método de seleção, a má escolha dos critérios de avaliação e a desconsideração de independência entre os critérios.

Starkey (1992) observou que algumas precauções³¹ devem ser tomadas quanto à definição da escolha de alternativas conceituais. O autor salienta que uma escolha baseada apenas na alternativa que melhor atenda aos requisitos de projeto pode não levar em consideração que as necessidades dos clientes podem mudar com a passagem do tempo, fator natural da evolução humana.

Ao se considerar a possibilidade de desacerto na seleção de alternativas conceituais, identifica-se a necessidade de utilizar um processo de escolha que oriente para uma ou mais alternativas que sejam factíveis, maximizem a utilização dos recursos e habilidades da organização, apresentem os melhores resultados funcionais e reduzam a possibilidade de inviabilidade (percebida muitas vezes, em uma fase posterior do desenvolvimento do produto, ou até mesmo, depois que o produto é comercializado).

³¹ As precauções citadas por Starkey estão relacionadas aos equívocos no processo de seleção citados por Back.

Contudo, dificilmente um modelo abrangerá todas as variáveis envolvidas no processo de seleção, em razão de que usualmente o desenvolvimento de produto é uma atividade multiobjetivo.

Entretanto, variáveis relacionadas às características técnicas com o foco no consumidor devem obrigatoriamente ser consideradas e pode-se, adicionalmente, considerar variáveis relacionadas ao negócio. Assim sendo, propõe-se uma nova abordagem para o processo de seleção, fundamentada na variabilidade de resultados, cujo pressuposto é enunciado como:

Fatores externos e internos atribuídos às estratégias competitivas da organização influenciam a tomada de decisão de escolha de um conceito de produto. Portanto, o processo de seleção pode acusar uma variabilidade nos seus resultados, i.e. é um processo determinístico.

Embasado neste pressuposto pode-se estabelecer uma relação entre as ações adotadas durante o processo de seleção e os possíveis efeitos destas ações.

3.1.2 O Escopo do Modelo

Para estabelecer o escopo do modelo que considere características de desempenho para determinada alternativa pertencente ao conjunto solução e relacionadas aos requisitos de projeto provenientes da VOC é conveniente conhecer os possíveis resultados referentes às ações de apoio a tomada de decisão.

A aplicação de um diagrama de convergência propicia a visualização do processo de seleção fundamentado no pressuposto da variabilidade de resultados, conforme representa a figura 19. O componente de entrada do processo é o conjunto solução. Caso uma decisão de escolha fosse tomada neste ponto, o resultado provavelmente seria fortemente influenciado por impressões de critérios pessoais dos avaliadores. Para minimizar esta influência são usualmente utilizados critérios homogêneos de seleção para todos os avaliadores.

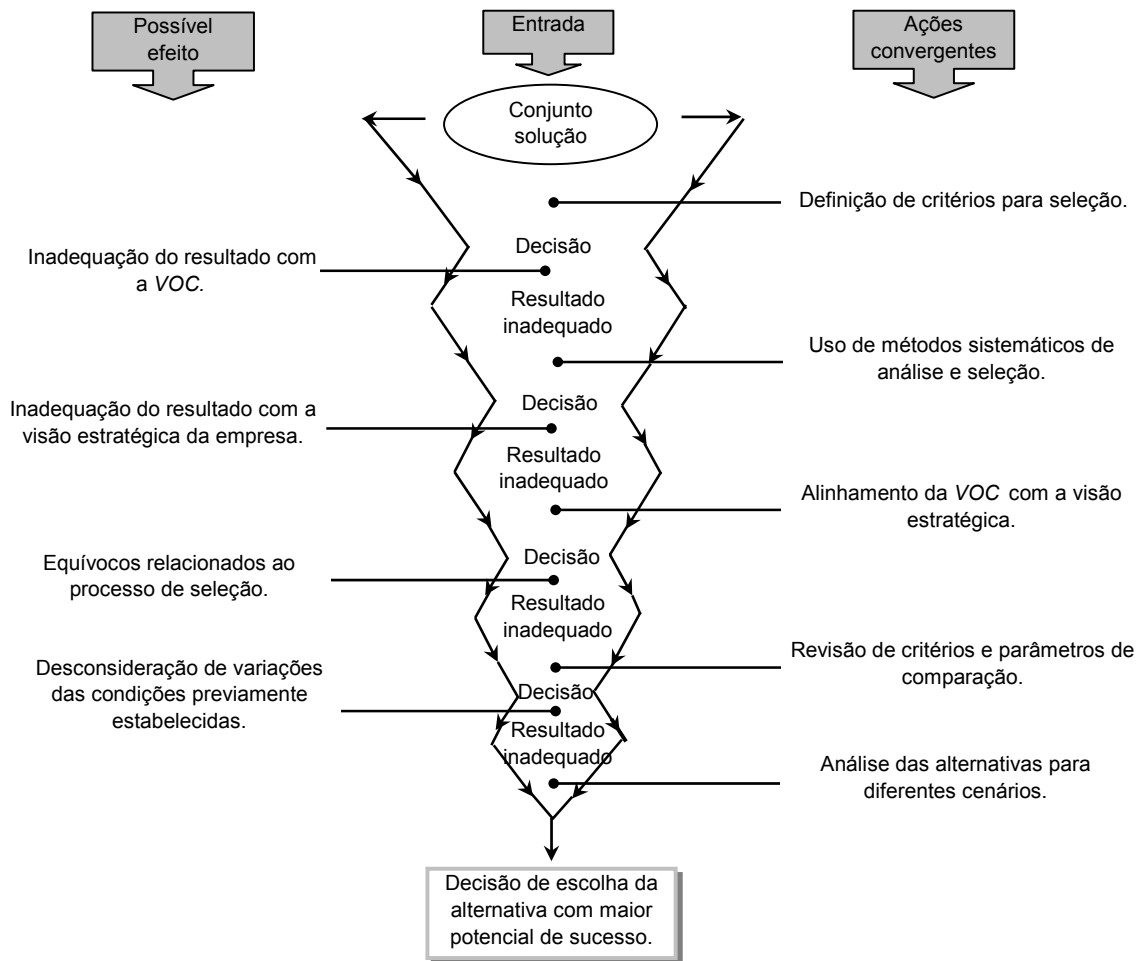


Figura 19 – Diagrama de convergência para elaboração do modelo de processo de seleção de alternativas na etapa conceitual de desenvolvimento de produto.

Contudo, o resultado de uma decisão embasada exclusivamente em critérios homogêneos pode não ser satisfatório pela possibilidade de inadequação com a VOC. Sendo assim, o uso de um método sistemático de seleção habilita os avaliadores a tomar uma decisão de escolha de uma alternativa que contemple diferentes focos do projeto.

Entretanto, com base no pressuposto da variabilidade de resultados, pode-se obter um resultado desalinhado com as estratégias da empresa. Uma possível solução é o alinhamento da VOC com a visão estratégica para o produto. Contudo, o resultado está sujeito à influência de equívocos relacionados ao método de seleção utilizado e aos próprios avaliadores. Assim sendo, é conveniente revisar determinados critérios e parâmetros de comparação para verificação de pontos destoantes de desempenho.

Ao se considerar a convergência descrita, pode-se decidir sobre a alternativa que mais se aproxima dos objetivos de projeto.

Contudo, a visão estratégica fundamentada num futuro provável pode estar sujeita as variações das condições previamente consideradas e, portanto, influenciar o resultado da decisão. Uma possível solução é a análise de diferentes cenários relacionados à visão estratégica da empresa para o produto.

O resultado da tomada de decisão abalizado em um modelo de processo de seleção de alternativas pertencentes a um conjunto solução com a convergência apresentada, pode conduzir a escolha de um conceito de produto com maior potencial de sucesso.

3.1.3 Limitações do Modelo

Não obstante da convergência das ações para obter um resultado de potencial sucesso, faz-se necessário estabelecer algumas importantes características específicas de uso para compor os limites do escopo do modelo. Estes limites são concernentes à multiplicidade de objetivos da atividade de desenvolvimento de produto. Assim sendo, o escopo considera o uso do modelo quando:

- a) A decisão está relacionada a impactos moderados ou elevados na organização;
- b) A decisão afeta incisivamente a gestão dos produtos na organização;
- c) O resultado da decisão poderia conduzir a significativos atrasos de cronograma;
- d) O resultado da decisão poderia conduzir a um aumento de custos na organização;
- e) Uma parcela pequena de componentes representa a maior parcela do custo de material;
- f) A decisão é baseada em um número limitado de alternativas;

- g) A decisão está relacionada a mudanças na linha base de fabricação;
- h) A decisão interfere na habilidade da organização para atingir os objetivos do projeto;
- i) Os custos da avaliação formal são admissíveis quando comparados ao impacto da decisão;
- j) As decisões proporcionam potencial e significativa redução do risco de projeto, mudanças de engenharia, tempo de ciclo de desenvolvimento ou custos de produção.

3.1.4 Estrutura do Modelo

A observação do diagrama de convergência (figura 19) possibilita analisar os possíveis desvios nos resultados provenientes de cada ação para apoio da tomada de decisão, a qual conduz uma proposta de um modelo de processo de seleção de alternativas na etapa conceitual de DP. A estrutura do modelo proposto é decomposta em três etapas. Cada etapa agrupa uma série de ações que conduzem a uma convergência de resultados, conforme é representado na figura 20.

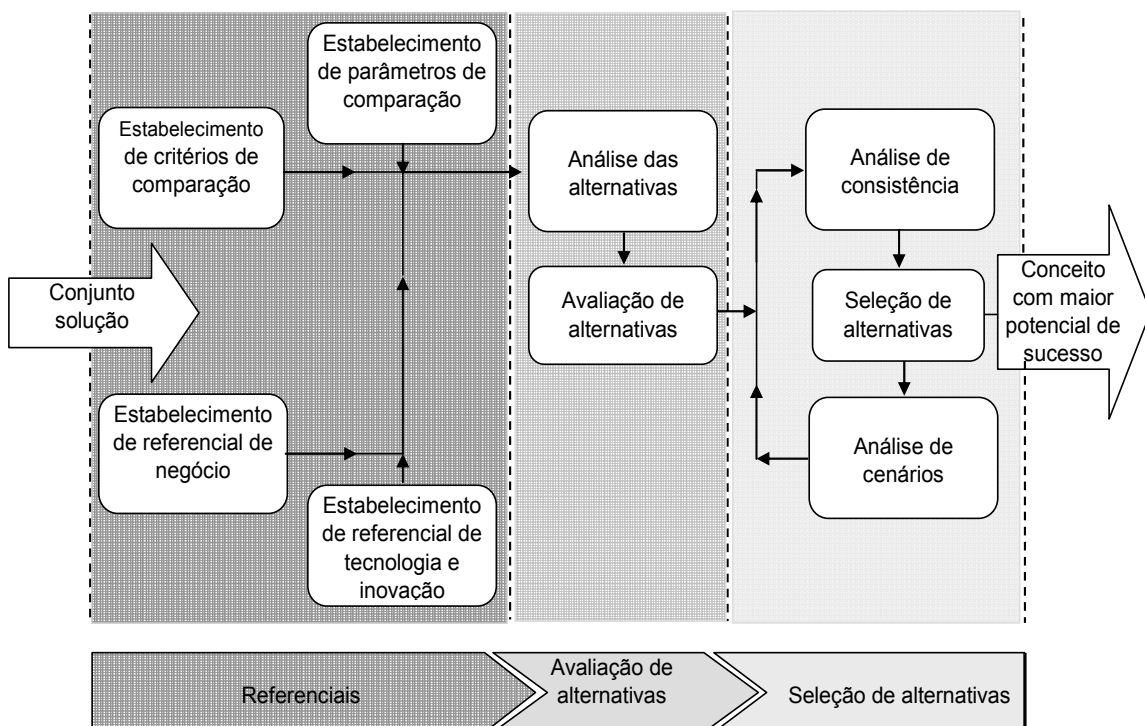


Figura 20 – Representação gráfica do modelo proposto.

A primeira etapa prevista no modelo aponta para o estabelecimento de referenciais tanto provenientes dos requisitos de projeto quanto referenciais provenientes das estratégias da empresa para o produto. A segunda etapa refere-se às análises de desempenho e a avaliação por comparação absoluta de cada alternativa. Finalmente, a terceira etapa posiciona cada alternativa uma em relação à outra e verifica a consistência deste posicionamento inclusive para diferentes cenários estratégicos. A representação detalhada de cada etapa está disposta no item 3.1.4.1.

Algumas vezes torna-se necessário citar o modelo como um conjunto de ações, mormente quando envolve o relacionamento com outros conjuntos de decisões que permeiam o processo. Portanto, o uso de uma representação simbólica é significativamente útil e neste caso é apresentada pela figura 21.

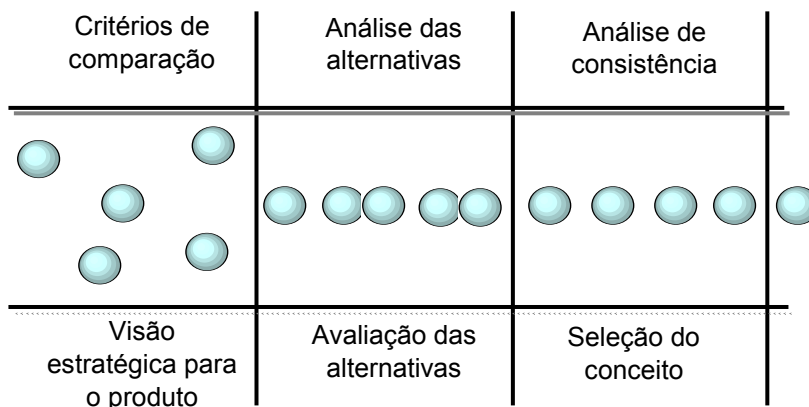


Figura 21 – Representação simbólica do modelo.

3.1.4.1 Estrutura Detalhada do Modelo

As ações apresentadas na figura 20 para cada uma das três etapas previstas pelo modelo proposto para processo de seleção, são decompostas em tarefas que estão inter-relacionadas, conforme representa a figura 22. Contudo, a primeira etapa é a que exige dos avaliadores toda a atenção e preocupação, cuja função é estabelecer os critérios de avaliação e de visão estratégica, i.e. mesmo que o modelo contemple rigor matemático para a análise das alternativas, uma discrepância na escolha destes elementos conduzirá a equívocos de avaliação.

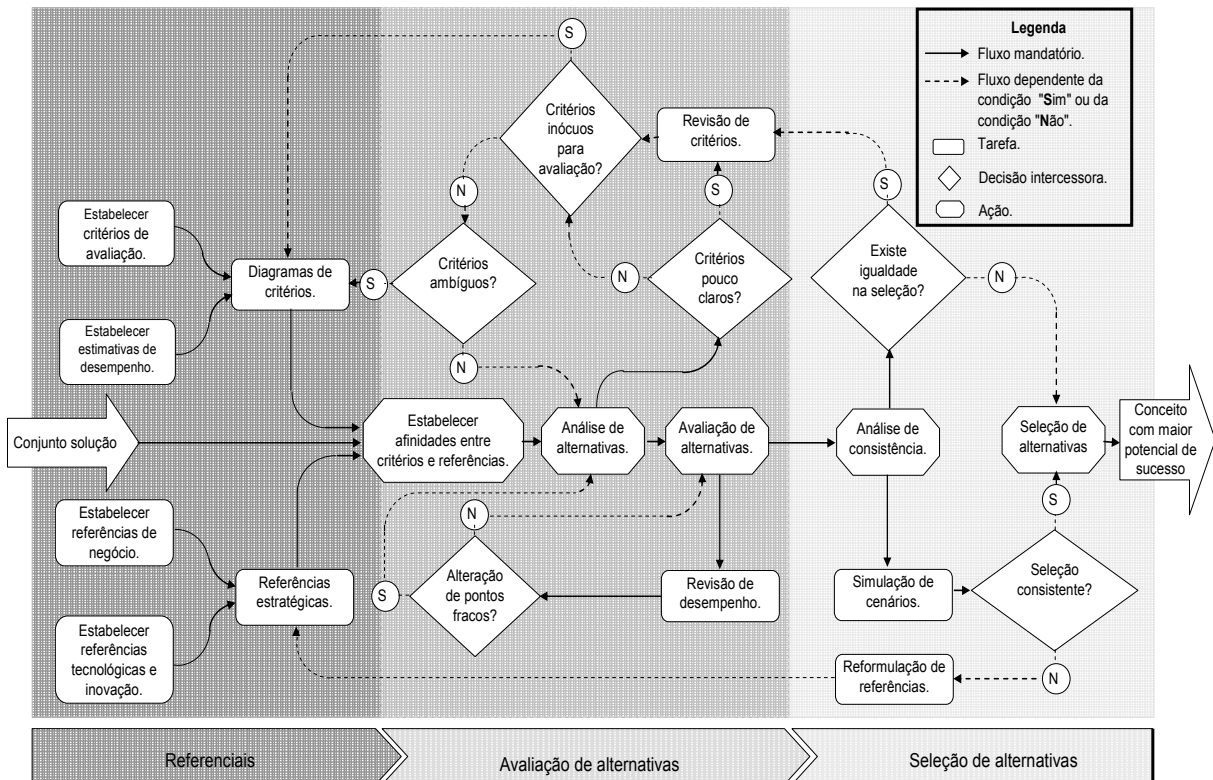


Figura 22 – Representação gráfica detalhada do modelo.

Uma das razões de decompor o modelo em três etapas é que grande parte das ações da segunda e terceira etapas equivalem a cálculos matemáticos e, portanto, possibilitam automatização com o uso de planilha eletrônica.

Assim, o modelo ambiciona concentrar os esforços dos avaliadores na definição de referenciais que possibilitem representar os objetivos de projeto, tanto provenientes da VOC quanto da visão estratégica da empresa para o produto.

Os inter-relacionamentos das tarefas e ações são estabelecidos por onze passos apresentados detalhadamente no item 3.1.5. A simbologia utilizada, os termos conceituais e o desenvolvimento do raciocínio matemático são descritos na seqüência em que são empregados.

3.1.4.2 Estágios que Antecedem e Sucedem o Modelo

Para a aplicação do modelo proposto, considera-se que tarefas e ações predecessores estejam suplantados, conforme representa a figura 23. Estas tarefas são dependentes do modelo de desenvolvimento de produto adotado (ver seção 2.3).

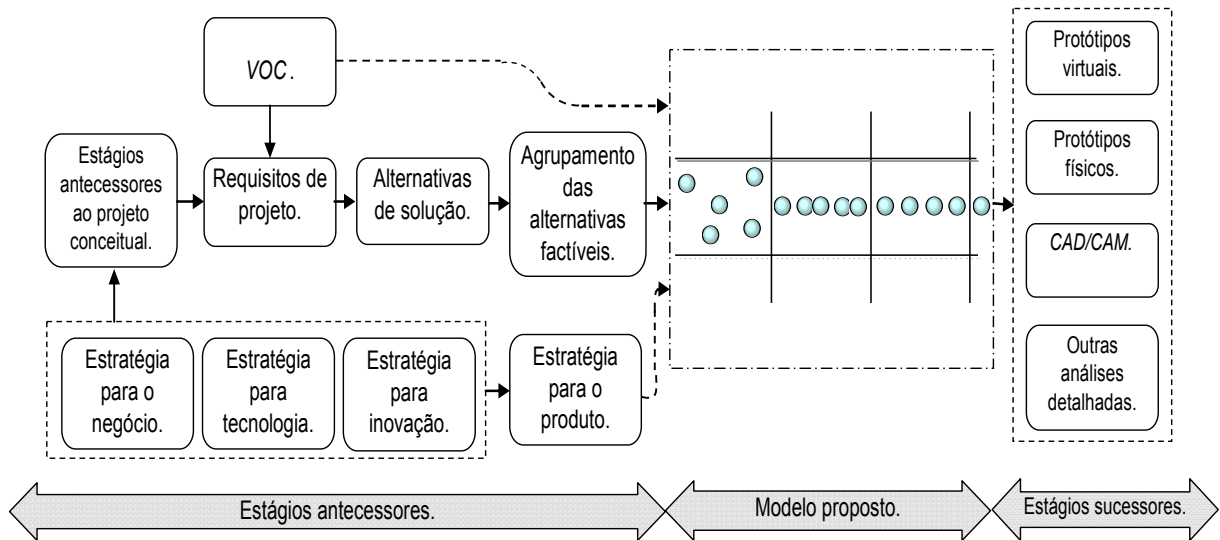


Figura 23 – Estágios antecedentes e sucessores ao modelo proposto.

Contudo, tarefas de coleta de informações traduzidas em requisitos de projeto, geração de idéias, alternativas de solução (ver seção 2.4) e definição de estratégias organizacionais (ver seção 2.2) são desejáveis para o uso do modelo proposto.

Igualmente, algumas tarefas podem ser necessárias antes da fase de detalhamento do projeto com base no conceito selecionado, tais como: i) elaboração de protótipos virtuais; ii) protótipos físicos; iii) análise *CAD/CAM*; e iv) outras análises detalhadas.

3.1.5 Ações e Tarefas do Modelo

O modelo estabelece ações e tarefas³² inter-relacionadas executadas em passos seqüenciais, descritos em detalhes nas seções subseqüentes.

É denominada como tarefa, a atividade concernente a uma entrada de dados, cálculo matemático ou revisão durante o processo de seleção. As primeiras tarefas são essencialmente relacionadas com o estabelecimento dos referenciais que são utilizados durante todo o processo de seleção e figuram como a etapa mais importante do modelo.

³² Os conceitos de ações e tarefas foram estabelecidos exclusivamente para a aplicação no modelo.

As ações são agrupamentos de tarefas que são determinantes do resultado final do processo, i.e. a tomada de decisão de escolha da alternativa com maior potencial de sucesso.

A figura 24 é uma representação de referência visual para o leitor, a propósito do progresso dos passos, posicionamento das ações e desenvolvimento seqüencial do modelo.

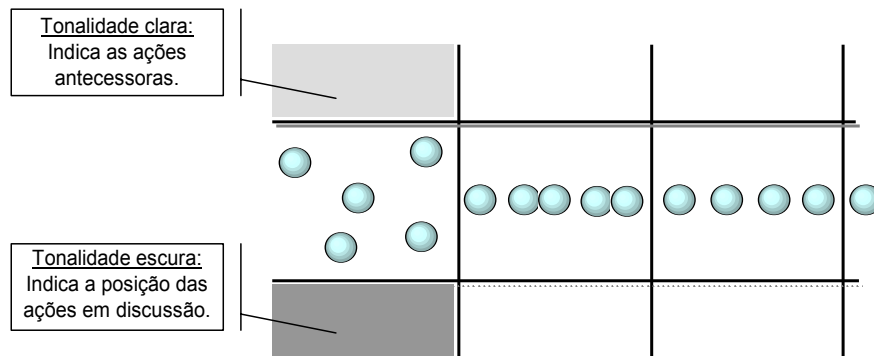
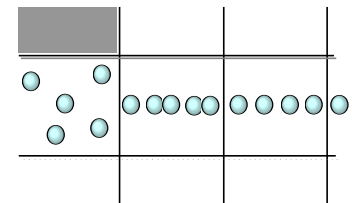


Figura 24 – Representação de referência visual do desenvolvimento dos passos do modelo proposto.

3.1.5.1 Primeiro passo – elaboração do diagrama de critérios



De maneira geral, os métodos de avaliação de alternativas na etapa conceitual estabelecem diversos critérios que envolvem tópicos técnicos, econômicos, segurança, entre outros (e.g. objetos de amplos significados como interesses organizacionais e tendências de mercado). Portanto, ao estabelecer um critério, segundo Back (1983), devem ser preenchidas as seguintes condições:

- a) Os critérios devem conglomerar todos os requisitos relevantes e as condições possíveis, sem que nenhum tópico seja esquecido da avaliação da solução;
- b) Os critérios individuais devem ser independentes uns dos outros, de maneira que a majoração de uma variante relativa a um critério não influencie o valor de outro critério;
- c) As propriedades do sistema a ser avaliado, em relação aos critérios, devem ser verossímeis, identificadas de forma quantitativa ou, no mínimo, qualitativamente.

Pahl e Beitz (1996) afirmam que a composição desses critérios é influenciada pelo propósito da respectiva avaliação e do grau de inovação do produto (ver item 2.5.2.2).

A partir desta composição é estabelecido o critério total de avaliação ou função critério (ver item 3.1.5.8). A figura 25 exemplifica a montagem do sistema de critérios globais em sub-critérios³³, colocados verticalmente em níveis decrescentes de complexidade e horizontalmente em diferentes campos de critérios.

Os sub-critérios de um determinado nível são ligados somente com aqueles do nível superior seguinte, fato facilitador à observação de que todos os sub-critérios foram considerados e simplifica a estimativa de pesos³⁴.

O campo de critérios é definido pela equação 4:

$$\text{campo de critérios} = \{C_1; C_2; \dots; C_n\}, \text{ para } n \geq 2 \quad \text{Eq.4}$$

Sendo,

n = número de ordem dos critérios globais.

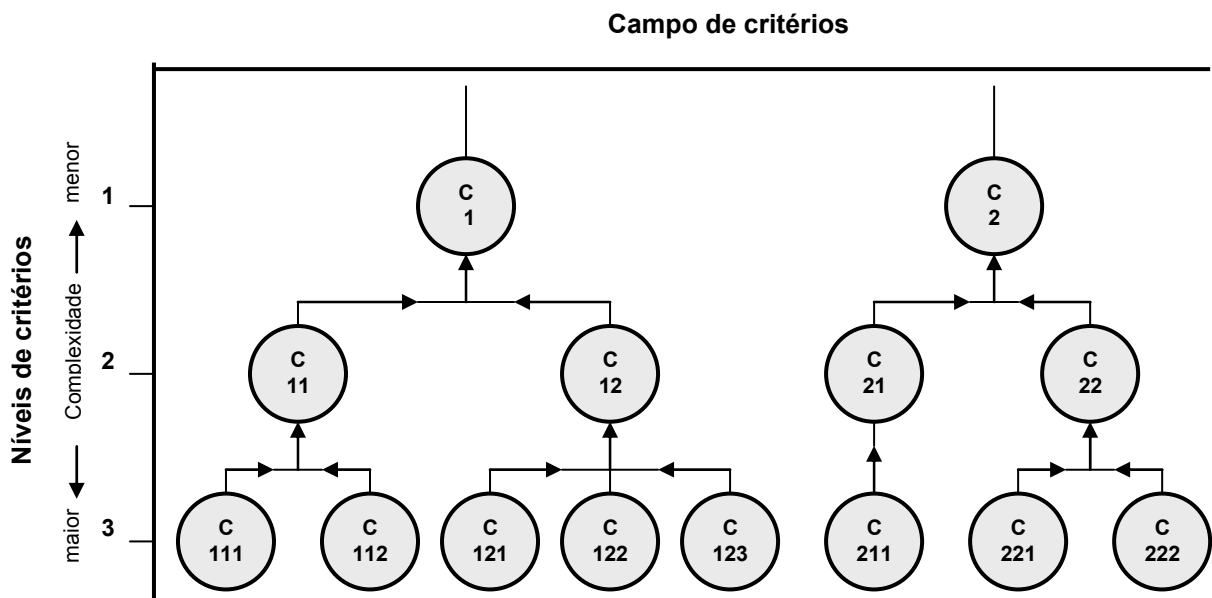
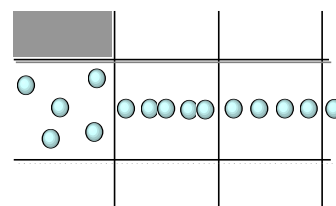


Figura 25 – Exemplo de diagrama de um sistema de critérios, segundo Pahl e Beitz.
Fonte: (Adaptado de Pahl e Beitz, 1996).

³³ Também denominados de critérios individuais parciais.

³⁴ Consultar a item 2.6.3.2 para suplementação de informações.

3.1.5.2 Segundo passo – estabelecimento dos coeficientes de ponderação para os critérios



O segundo passo é a determinação dos coeficientes de ponderação dos critérios. Este coeficiente é um número real e positivo, que fornece a importância relativa de um determinado sub-critério ao critério global.

Os pesos de cada sub-critério podem ser fixados entre valores de 0 a 1 (ver item 2.5.2.2). A determinação dos pesos progride do nível de maior complexidade para o nível precedente de menor complexidade (ver figura 25). A soma dos pesos dos sub-critérios de um mesmo nível referente a um critério de nível menor, igualam o valor um (conforme equação 1, item 2.5.2.2) , conforme dispostos no quadro 11.

Quadro 11 – Cálculo dos coeficientes de ponderação dos critérios e sub-critérios de diferentes campos.

Nível 1			Nível 2			Nível x		
Critérios (C)	Peso (P ₁)	Peso que afeta o critério global (P _{Gn1})	Sub-critérios	ΣPesos (P _{n2})	Peso que afeta o critério global (P _{Gn2})	Sub-critérios	ΣPesos (P _{nx})	Peso que afeta o critério global (P _{Gnx})
C ₁	P ₁ = 1	1	C ₁₁	$\sum_{1}^i P_{1i} = 1$	P ₁ . P ₁₁	C _{11...1}	$\sum_{1}^m P_{11...m} = 1$	P _{G1(x-1)} . P _{11...m}
						C _{11...2}		
						C _{11...m}		
C ₁	P ₁ = 1	1	C ₁₂	$\sum_{1}^i P_{1i} = 1$	P ₁ . P ₁₂	C _{12...1}	$\sum_{1}^p P_{12...p} = 1$	P _{G1(x-1)} . P _{12...p}
						C _{12...2}		
						C _{12...p}		
C ₁	P ₁ = 1	1	C _{1i}	$\sum_{1}^i P_{1i} = 1$	P ₁ . P _{1i}	C _{1i...q}	$\sum_{1}^{i,q} P_{1i...q} = 1$	P _{G1(x-1)} . P _{1i...q}
C ₂	P ₂ = 1	1	C ₂₁	$\sum_{1}^j P_{2j} = 1$	P ₂ . P ₂₁	C _{21...1}	$\sum_{1}^r P_{21...r} = 1$	P _{G2(x-1)} . P _{21...r}
						C _{21...2}		
						C _{21...r}		
C ₂	P ₂ = 1	1	C ₂₂	$\sum_{1}^j P_{2j} = 1$	P ₂ . P ₂₂	C _{22...1}	$\sum_{1}^s P_{22...s} = 1$	P _{G2(x-1)} . P _{22...s}
						C _{22...2}		
						C _{22...s}		
C ₂	P ₂ = 1	1	C _{2j}	$\sum_{1}^j P_{2j} = 1$	P ₂ . P _{2j}	C _{2j...t}	$\sum_{1}^{j,t} P_{2j...t} = 1$	P _{G2(x-1)} . P _{2j...t}
C _n	P _n = 1	1	C _{nk}	$\sum_{1}^{n,k} P_{nk} = 1$	P _n . P _{nk}	C _{nk...z}	$\sum_{1}^{j,t} P_{2j...t} = 1$	P _{Gn(x-1)} . P _{nk...z}

O coeficiente de ponderação de um sub-critério que afeta o critério global (P_G) é obtido pela multiplicação do peso do sub-critério do nível de menor complexidade para o nível de maior complexidade, conforme a equação 5.

$$P_{GnX} = P_{Gn(x-1)} \cdot P_{nk\dots z} \tag{Eq.5}$$

Onde,

P_{GnX} = coeficiente de ponderação de um sub-critério que afeta o critério global n no nível genérico X;

$P_{Gn(X-1)}$ = coeficiente de ponderação de um sub-critério que afeta o critério global n no nível genérico (X-1);

$P_{nk\dots z}$ = peso do sub-critério de um critério global n no nível genérico X;

n = ordem do critério global;

nk...z = ordem de um sub-critério no nível genérico X.

Como exemplo, toma-se um critério C_1 sub-dividido em dois sub-critérios de segundo nível de complexidade e cinco sub-critérios de terceiro nível, conforme ilustra a figura 26. Os coeficientes de ponderação (pesos) do critério e dos sub-critérios estabelecidos estão indicados abaixo dos seus respectivos códigos de identificação.

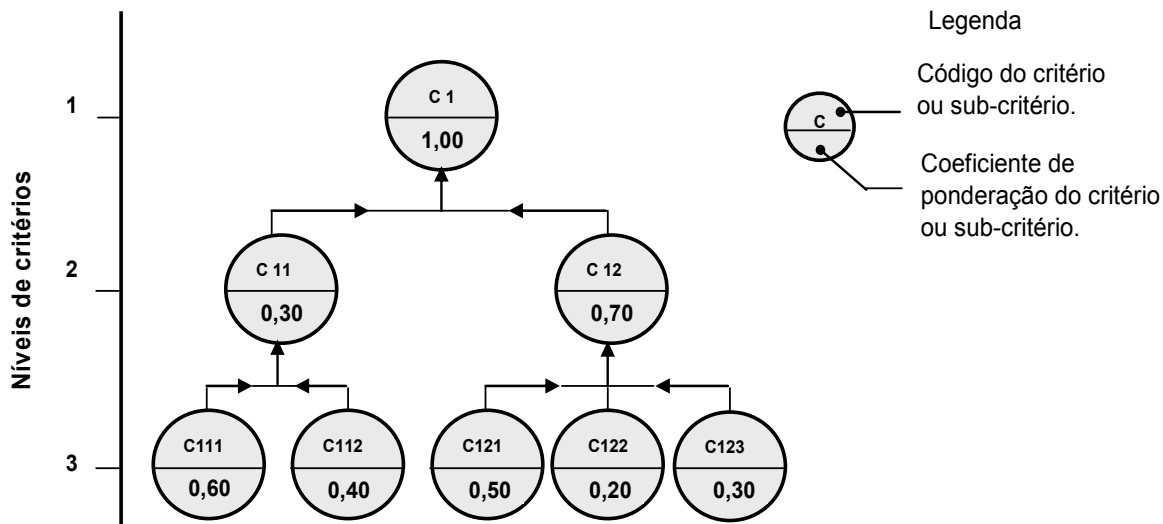


Figura 26 – Diagrama de critério e seus respectivos sub-critérios para o exemplo ilustrativo do cálculo dos coeficientes de ponderação que afetam o critério global.

O cálculo do coeficiente de ponderação (peso) que afeta o critério global para cada sub-critério é apresentado no quadro 12 com o uso da equação 5. Salienta-se que a soma dos coeficientes de ponderação que afetam o critério global em um determinado nível deve sempre igualar o valor unitário.

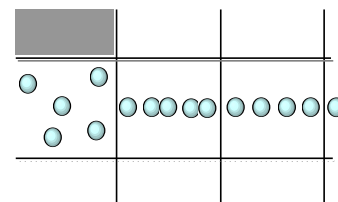
Quadro 12 – Exemplo de cálculo dos coeficientes de ponderação que afetam o critério global.

Nível 1			Nível 2			Nível 3		
Critério	Peso (P ₁)	Peso que afeta o critério global (P _{G1})	Sub-critério	Peso (P ₂)	Peso que afeta o critério global (P _{G2})	Sub-critério	Peso (P ₃)	Peso que afeta o critério global (P _{G3})
C ₁	1,00	1,00	C ₁₁	0,30	1,00 . 0,30 = 0,30	C ₁₁₁	0,60	0,30 . 0,60 = 0,18
						C ₁₁₂	0,40	0,30 . 0,40 = 0,12
			C ₁₂	0,70	1,00 . 0,70 = 0,70	C ₁₂₁	0,50	0,70 . 0,50 = 0,35
						C ₁₂₂	0,20	0,70 . 0,20 = 0,14
						C ₁₂₃	0,30	0,70 . 0,30 = 0,21
Σ		1,00	Σ		1,00	Σ		1,00

3.1.5.3 Terceiro passo – estabelecimento dos parâmetros de comparação

Estabelecer um parâmetro de comparação significa traduzir um sub-critério em uma referência de avaliação, de

acordo com a possibilidade de estimar o desempenho de uma alternativa, preferencialmente de modo quantitativo ou no mínimo qualitativamente.



O exemplo representado na figura 27 adota um critério de primeiro nível relacionado a um determinado automóvel denominado “consumo de combustível”. Este critério é desmembrado em dois sub-critérios denominados “consumo em via urbana e consumo em rodovia”.

Adicionalmente, estes dois sub-critérios são decompostos em outros dois sub-critérios de terceiro nível, denominados “consumo em velocidade média abaixo ou igual a 40 km/h” e “consumo em velocidade média acima de 40 km/h” para via urbana e “consumo em velocidade média abaixo ou igual a 100 km/h” e “consumo em velocidade média acima de 100 km/h” para rodovia. Assim, estabelece-se para cada sub-critério de terceiro nível um parâmetro de comparação, no exemplo denominado “consumo de combustível” e cuja unidade é km/litro.

Nota-se que cada sub-critério de último nível deve possuir um único parâmetro de comparação associado e um correspondente valor de desempenho individual para toda alternativa.

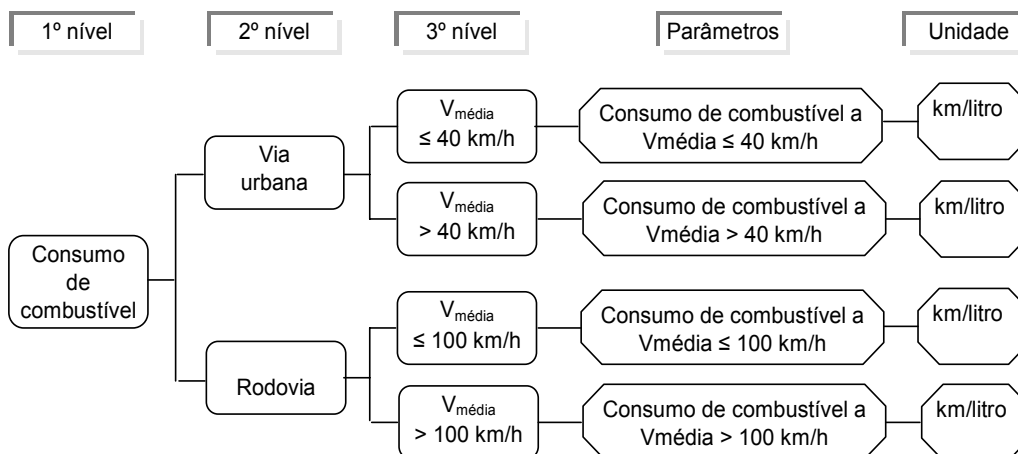
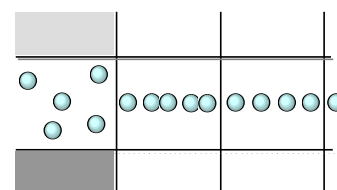


Figura 27 – Exemplo de diagrama de critérios com os parâmetros associados.

Para critérios e sub-critérios cujos parâmetros de comparação são estimados qualitativamente, pode-se estabelecer uma escala de desempenho³⁵ tal como: i) ideal; ii) excelente; iii) muito boa; iv) boa; v) satisfatória; vi) adequada; vii) tolerável; viii) pobre; ix) muito pobre; e x) inservível.

3.1.5.4 Quarto passo – determinação dos focos da visão estratégica



O quarto passo refere-se à tarefa de estabelecer a visão estratégica da organização referente ao negócio, tecnologia e inovação como referenciais de avaliação das alternativas³⁶. Esta é uma tarefa que deve ser executada com prudência pela equipe de avaliação, pois o resultado do conjunto de ações influenciará notadamente os posicionamentos relativos das alternativas e, portanto, diretamente a tomada de decisão.

O modelo utiliza o conceito de visão estratégica aludido por Kaplan e Norton (2000), assim:

Visão estratégica é uma declaração concisa que define as metas a médio e longo prazo da organização.

Convenciona-se que a visão estratégica possui desdobramentos denominados de focos, assim:

³⁵ A escala de desempenho qualitativa apresentada segue a escala de valores indicada na tabela 3 (ver item 3.1.5.6).

³⁶ Ver item 2.2.2.

*Focos da visão estratégica*³⁷ são singularidades e padrões de excelência associados aos valores essenciais e expresso em metas atingíveis da organização.

Ambos os conceitos são abrangentes. Contudo, o modelo considera que a visão estratégica está relacionada a áreas específicas do negócio, tecnologia ou inovação que a organização considera prioritárias e fundamentais para sua sustentabilidade e expansão, conforme ilustra a figura 28.

Portanto, para facilitar a aplicação do conceito de visão estratégica no modelo, pode-se meramente denominá-la com o termo utilizado para determinar a área de importância estratégica (e.g. os esforços necessários para atingir determinada meta na área de produção da empresa são denominados na aplicação do modelo meramente como “produção”).

Igualmente, os focos de cada visão estratégica são descritos como uma curta qualificação, e.g. um foco da visão estratégica “produção” poderia ser denominado meramente de “padronização de componentes”.

No apêndice A são apresentadas algumas áreas³⁸ que podem ter importância estratégica para a organização, cujos termos são utilizados no modelo. Estas áreas de importância e os focos da visão estratégica são tomados de citações

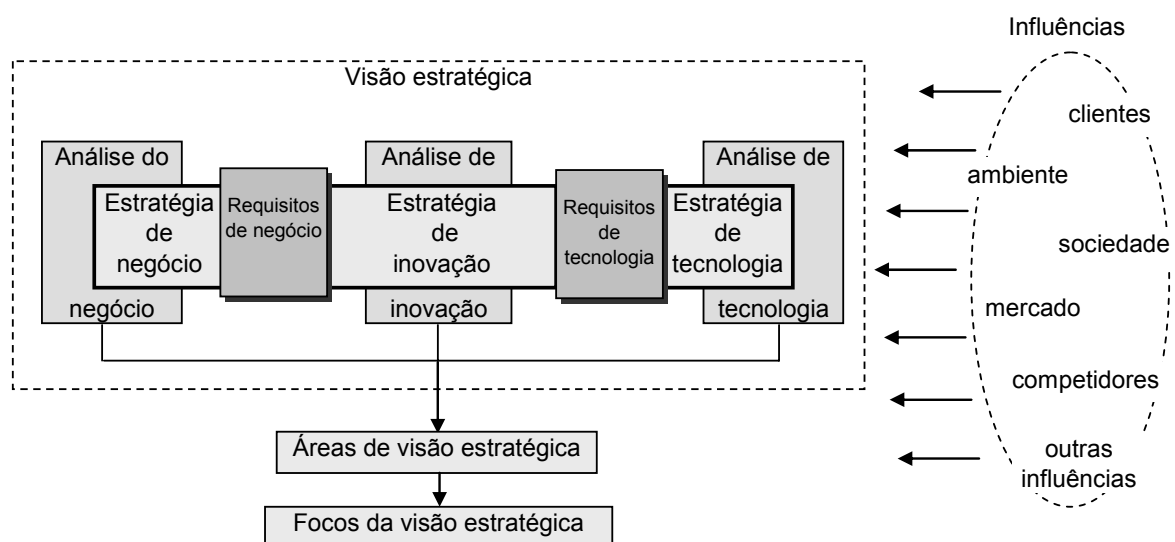


Figura 28 – Representação da visão estratégica de organização considerada neste modelo.

³⁷ A convenção do termo “foco da visão estratégica” está limitada à aplicação no modelo proposto.

³⁸ As áreas de visão estratégica e seus respectivos focos indicados no apêndice "A" são meramente referências para este trabalho. Portanto, os exemplos constantes no apêndice não contemplam todas as áreas genéricas e seus focos estratégicos, existentes nos complexos contextos de negócio.

de autores de diferentes campos do conhecimento entre eles Pahl e Beitz (1996), Back (1983), Pugh (1990), Starkey (1992), Blanchard e Fabrycky (1990), Ullman (1997), Rozenfeld et al. (2006), Freeman e Soet (2000), Cooper (2001), Hamel e Prahalad (1995), Guemawat (2006), Porter (1986), Aaker (2001), e Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade (2002 e 2003).

Do mesmo modo que os critérios, a visão estratégica e os focos podem ser dispostos em diagrama para facilitar a visualização e o passo seguinte relacionado à determinação de pesos, conforme ilustra a figura 29.

A declaração da visão estratégica deve ser tratada como uma tarefa cautelosa. Assim sendo, recomendam-se algumas diretrizes que podem auxiliar a tarefa:

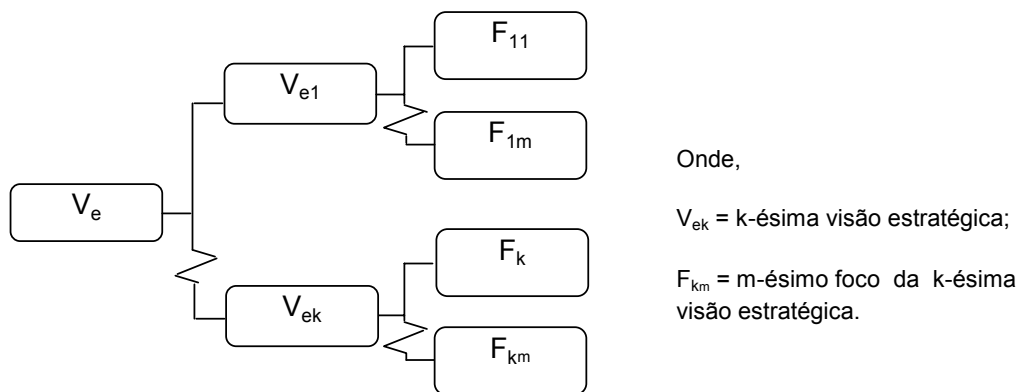


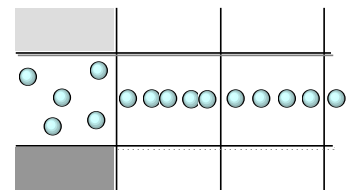
Figura 29 – Diagrama da visão estratégica e os respectivos focos.

- a) Cada área da visão estratégica é um excerto da visão estratégica global da empresa (V_e). Portanto, consideram-se as áreas de visão estratégica como inter-relacionadas e dependentes umas das outras;
- b) Uma ampla quantidade de áreas de visão estratégica pode tolher a análise das alternativas. Assim sendo, sugere-se o uso de três a cinco áreas, condição suficiente para que o modelo contemple a influência da estratégia no resultado da avaliação das alternativas;
- c) Os focos estratégicos são desdobramentos que especificam o objetivo em determinada área da visão estratégica. Portanto, deve-se apontar o maior conjunto de focos possível. Contudo, para a análise, deve-se estabelecer um

número limitado ao eleger aqueles que melhor representam a área de visão estratégica da organização para o produto em desenvolvimento;

- d) O estabelecimento de focos estratégicos apresenta algumas vezes distorção. O foco deve ser fundamentado em estimativas sólidas e metas realizáveis, as quais serão depositados diferentes e contínuos esforços para alcançá-las. A distorção ocorre quando o foco é estabelecido sob conjecturas, que em alguns casos, são conflitantes entre si.

3.1.5.5 Quinto passo – estabelecimento dos pesos para áreas e focos da visão estratégica



Conforme convencionado pelo modelo, as áreas da visão estratégica são inter-relacionadas (ver item 3.1.5.4)

e dependentes umas das outras. Contudo, esta afinidade pode não ser igualitária e, portanto, pode-se estabelecer um relacionamento ponderado proveniente das prioridades estratégicas estabelecidas para o produto.

Igualmente, os focos da visão estratégica podem ter importância diferenciada e assim, pesos distintos.

Assim sendo, estabelece-se que o somatório dos pesos das áreas da visão estratégica corresponde à equação 6.

$$\sum P_{V_{ek}} = 1 \quad \text{Eq.6}$$

Onde:

$P_{V_{ek}}$ = peso da k-ésima área de visão estratégica.

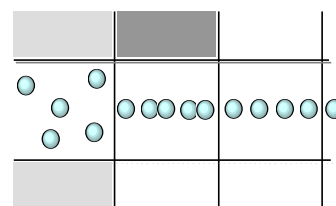
O somatório dos pesos dos focos das visões estratégicas é determinado pela equação 7.

$$\sum P_{F_{k,m}} = 1 \quad \text{Eq.7}$$

Onde:

$P_{F_{k,m}}$ = peso do m-ésimo foco da k-ésima área de visão estratégica.

3.1.5.6 Sexto passo – atribuição de valores para cada desempenho



O sexto passo é o início da etapa de análise e avaliação do modelo proposto, i.e. todos os referenciais necessários à avaliação foram estabelecidos. Esta tarefa prevista pelo modelo é concernente à atribuição de valores para cada desempenho dos parâmetros estabelecidos pela equipe de avaliação (ver passo três, item 3.1.5.3).

É recomendado que a equipe de avaliação estabeleça uma análise por meio de desempenhos de referência, tais como analogias com outros sistemas, desempenhos esperados ou desejados, produtos concorrentes, desempenho de um sistema ideal, limites estabelecidos por normas ou regulamentos, entre outros e que favoreça a atribuição de valores comparativos.

A tarefa de atribuir valores comparativos aos desempenhos dos critérios preliminarmente estabelecidos pode ser cumprida pelo consenso da equipe ou individualmente. Contudo, em avaliações individuais o resultado final será estabelecido pelas medianas dos valores atribuídos pelos participantes da equipe, sendo a mediana um número real e inteiro, com a prudência de evitar grandes desvios nos valores estabelecidos pelos participantes em relação à média (ver seção 2.4).

Contudo, caso se identifique grandes desvios de avaliação, é recomendável verificar a existência de ambigüidade, inocuidade ou falta de clareza do critério³⁹ (ver figura 22, item 3.1.4.1).

Pahl et al. (2005) sugerem estabelecer uma escala de valores para a avaliação dos desempenhos (D_n), conforme indica a tabela 3, que apresenta os valores da análise de valor e os sugeridos pelo guia VDI 2225, os quais são aplicados a cada parâmetro.

O modelo proposto determina a aplicação absoluta dos valores de avaliação (ver item 2.5.2.2). Portanto, nesta etapa do modelo, os desempenhos de

³⁹ Esta verificação pode ser conduzida pelo líder da equipe.

determinado parâmetro de avaliação das alternativas não são comparados entre si, i.e. os valores estabelecidos pela equipe para cada desempenho são atribuídos por colunas conforme ilustra a figura 30.

Tabela 3 - Escala de valores da análise de valor e guia VDI 2225.

ESCALA DE VALORES			
Análise de valor útil	Pontos	Pontos	Guia VDI 2225
Inservível	0	0	Insatisfatório
Muito fraco	1		
Fraco	2	1	Regular
Tolerável	3		
Adequado	4	2	Adequado
Satisfatório	5		
Bom com poucas falhas	6	3	Bom
Bom	7		
Muito bom	8	4	Muito bom (ideal)
Excelente	9		
Ideal	10		

Fonte: (adaptado de Pahl et al, 2005).

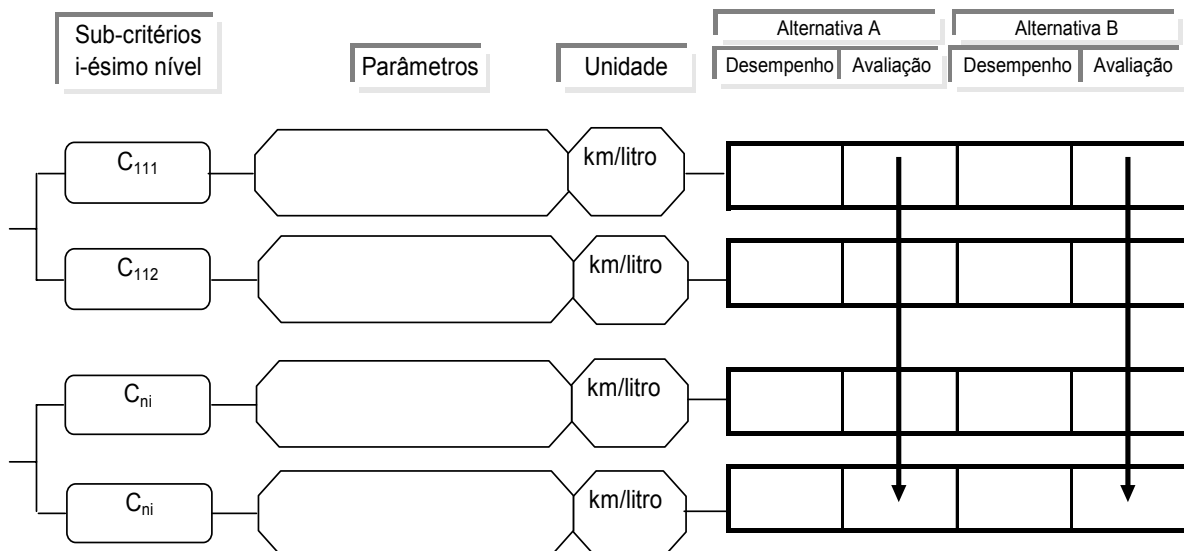
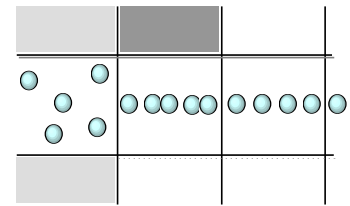


Figura 30 – Aplicação dos valores de comparação absoluta.

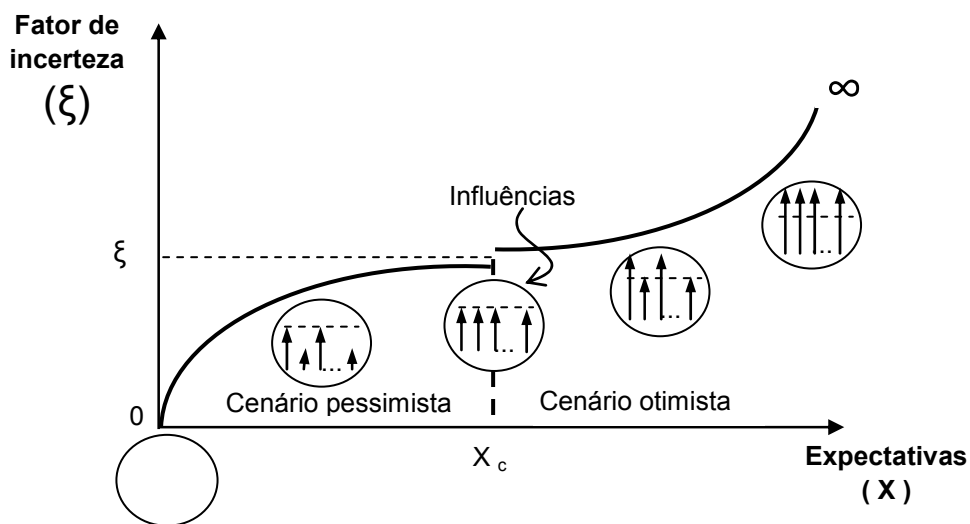
3.1.5.7 Sétimo passo – declaração do cenário para a visão estratégica



O pressuposto do modelo alude à possibilidade de incidência de variabilidade nos resultados de um processo de tomada de decisão para a seleção de alternativas na etapa conceitual do DP, proveniente da influência de distintos fatores, muitas vezes não controláveis pela organização (ver item 2.2.2.).

O pressuposto é fundamentado no fato de que a visão estratégica da organização é constituída diante da expectativa de ocorrência de uma série de eventos futuros, relativos a distintos fatores de influência⁴⁰. Esta expectativa é denominada no modelo proposto como cenário⁴¹.

A representação gráfica da figura 31 ilustra as possibilidades de cenário consideradas pelo modelo proposto. A expectativa de que os eventos ocorram conforme uma estimativa é denominada de cenário corrente e é aquele que estabelece a visão estratégica da empresa.



Onde,

X_c = expectativa para as influências da visão estratégica no cenário corrente.

Figura 31 – Representação gráfica dos cenários em função das expectativas e do fator de incerteza.

⁴⁰ Os fatores de influência são denominados no modelo proposto simplesmente como “influências” (ver figura 28).

⁴¹ A convenção do termo “cenário” está limitada à aplicação ao modelo proposto.

Contudo, segundo o pressuposto do modelo, as influências no cenário corrente estão sujeitas a sofrer uma variabilidade a qual pode alterar de modo positivo, denominado de cenário otimista, ou negativo, denominado de cenário pessimista, a avaliação de uma determinada alternativa⁴².

Esta influência se deve ao fato de que uma alternativa pode possuir um determinado desempenho com base em um critério que está fortemente coeso com uma visão estratégica e assim, sujeito a sofrer variações em diferentes cenários.

Observa-se na figura 31 que as variações dos cenários são representadas por curvas distintas, cuja origem é o ponto que representa o foco da visão estratégica no cenário corrente. A curva que representa o cenário pessimista finda no ponto 0, i.e. em um cenário extremamente pessimista, as influências são totalmente negativas e assim, as metas e objetivos da organização não seriam alcançados. Entretanto, a curva que representa o cenário otimista tende ao infinito, i.e. os eventos futuros implicarão em incrementos sucessivos nos desempenhos.

A representação das influências de determinada visão estratégica sugere que as duas curvas não se encontram no ponto de cenário corrente. Isto se justifica pelo fato de que toda visão estratégica é fundamentada em previsões, i.e. com risco inerente, denominado no modelo proposto de incertezas.

Adicionalmente, pode-se inferir que uma influência pode intervir em outra, negativamente ou positivamente, conforme o cenário estabelecido. Portanto, a representação gráfica das influências deve equivaler a uma curva.

Como exemplo, pode-se citar duas possíveis influências: i) câmbio monetário; e ii) impostos sobre importação. Estas influências não podem ser controladas pela empresa, uma vez que estão associadas às medidas econômicas do governo. Contudo, para estabelecer uma visão estratégica, pode-se considerar certa incerteza, positiva ou negativa, para ambas. Uma possível variação, negativamente superior à expectativa para uma delas, provocaria um cenário pessimista. Uma variação negativa superior às expectativas para ambas as influências, poderia conduzir a um efeito cumulativo (efeito cascata), consequência

⁴² O uso dos termos “cenário corrente”, “cenário otimista” e “cenário pessimista” estão restritos à aplicação ao modelo proposto.

de que os impostos sobre importação são calculados com base em moeda estrangeira e convertidos à moeda nacional pelo câmbio monetário. Portanto, este efeito cumulativo deve ser representado com a inclinação da curva.

Assume-se que qualquer ponto da curva de um cenário é relacionado a um fator de incerteza (ξ). Assim sendo, o valor de um determinado foco estratégico pode ser representado pela equação 8.

$$F_{E_{km}} = P_{F_{km}} \cdot P_{V_{e_k}} \cdot \xi \quad \text{Eq.8}$$

onde,

$F_{E_{km}}$ = valor do m-ésimo foco da k-ésima área da visão estratégica.

$P_{F_{km}}$ = peso do m-ésimo foco da k-ésima área de visão estratégica.

$P_{V_{e_k}}$ = peso da k-ésima área de visão estratégica.

A variabilidade dos cenários, pressuposto do modelo é representado pelo intervalo entre um ponto da curva do cenário otimista e outro da curva do cenário pessimista, conforme equação 9.

$$0 \leq \xi < \infty \quad \text{Eq.9}$$

Contudo, para aplicar este intervalo ao modelo é necessário limitar os fatores de incerteza, uma vez que para uma avaliação equilibrada em diferentes cenários é necessário que ambos os pontos, otimista e pessimista, sejam equidistantes, conforme estabelece a equação 10 (ver figura 32).

$$\overline{P_1 P_2} = \overline{P_1 P_3} \quad \text{Eq.10}$$

Portanto, para atender a esta condição, pode-se ajustar uma reta entre o ponto pessimista (P_2) e o ponto otimista (P_3) e que necessariamente passe pelo ponto de cenário corrente (P_1), indicados na figura 32. Assim, a reta ajustada é representada pela equação 11.

$$\xi_i = \xi_0 + \alpha \cdot X_i \quad \text{Eq.11}$$

Onde,

ξ_i = fator de incerteza em um ponto qualquer;

ξ_0 = interseção da reta com o eixo ξ ;

α = inclinação da reta;

X_i = valor representativo das expectativas de um conjunto de influências

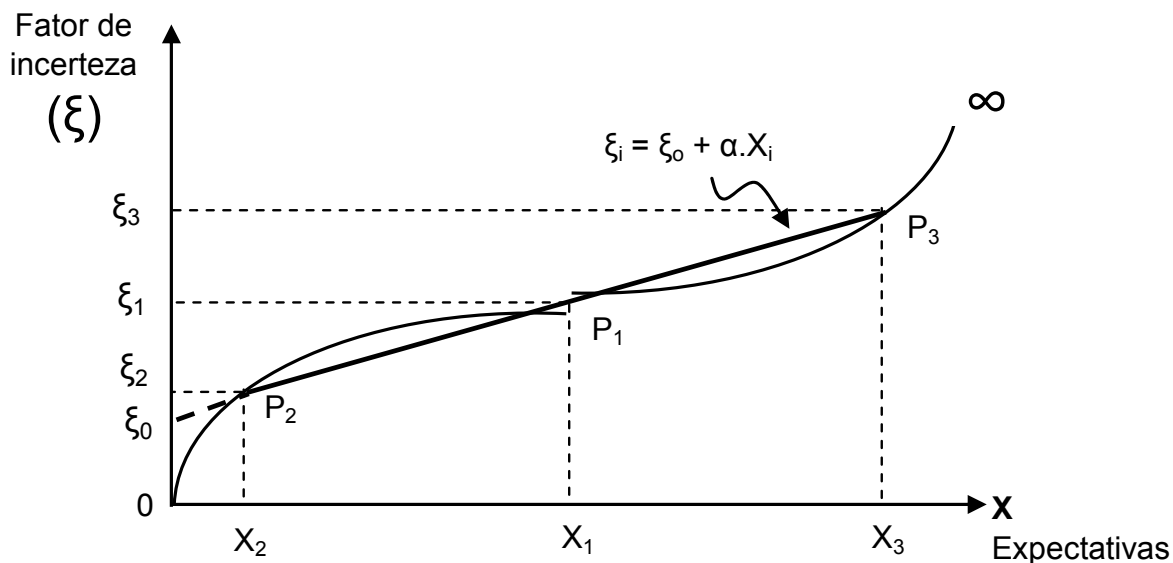


Figura 32 – Ajuste da reta entre os pontos otimista e pessimista.

O modelo proposto adota que o valor do foco estratégico (F_E) sob o cenário corrente não é alterado. Assim, conforme indica a equação 8, o fator de incerteza para o cenário corrente (ξ_1) deve assumir o valor unitário. Analogamente, pode-se estabelecer o valor um para as expectativas neste mesmo cenário (X_1), conforme indica a equação 12.

$$\xi_1 = 1 \text{ e } X_1 = 1 \quad \text{Eq.12}$$

Portanto, com auxílio da equação 10 que representa intervalos equidistantes entre os cenários pessimista e otimista e a condição apresentada pela equação 12, obtém-se a relação entre os fatores de incerteza ξ_2 e ξ_3 indicada pela equação 13.

$$\xi_3 = \xi_1 + (\xi_1 - \xi_2) = 2 - \xi_2 \quad \text{Eq.13}$$

Cabe salientar, que no modelo proposto assume-se que o conjunto de influências constituído pela relação entre a expectativa (X) e o fator de incerteza (ξ) pode ser representado por uma curva. Contudo, não é possível determinar a quantidade de influências, cujos efeitos cumulativos conduzem a diferentes inclinações da reta (α).

Não obstante, o fator de incerteza (ξ) é limitado à condição exposta pela equação 9. Assim sendo, admite-se que a reta de maior inclinação é aquela cuja

interseção com o eixo “ξ” é igual à zero, representada pela equação 14, conforme ilustra a figura 33.

$$\xi_2' = \xi_2 = \xi_0' + \alpha_2' \cdot X_2' \tag{Eq.14}$$

Portanto, ao considerar a condição proposta pelo modelo representada pela equação 12 e para $\xi_0' = 0$, pode-se concluir que a inclinação da reta (α) assume o valor unitário, i.e. $\xi_2 = X_2'$. Esta relação pode ser demonstrada com o uso do método dos mínimos quadrados⁴³, conforme apresentado nas equações 15 e 16.

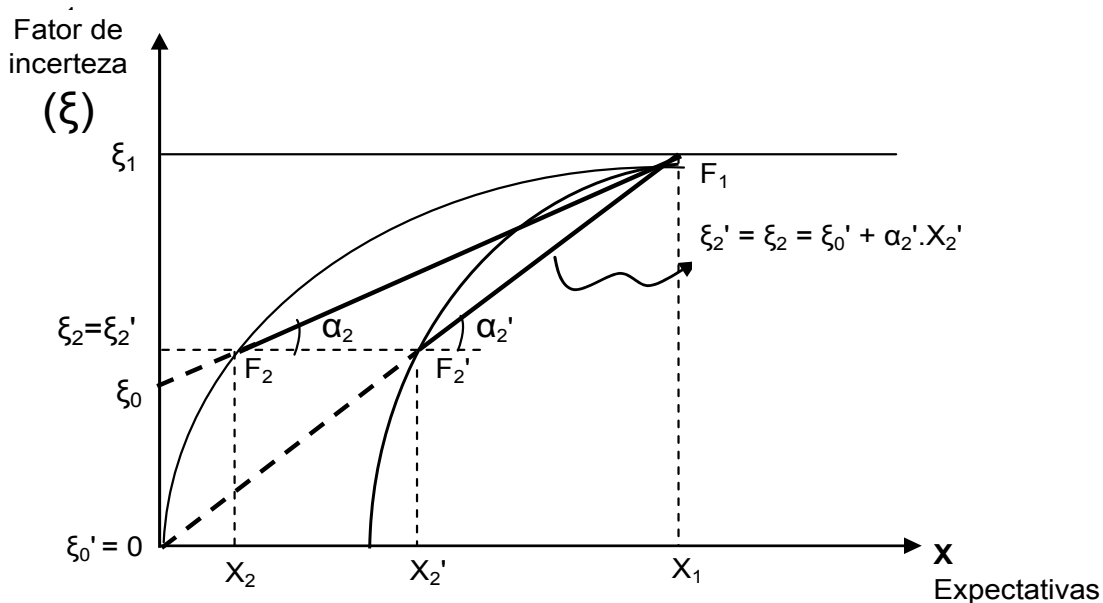


Figura 33 – Interseção e inclinação da reta representativa do cenário pessimista.

$$\alpha_2' = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot \xi_i - n \cdot \bar{X} \cdot \bar{\xi}}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - n \cdot \bar{X}^2} \quad \text{onde,} \tag{Eq.15}$$

n = número de pontos da reta considerados.

$$\xi_0' = \bar{\xi} - \alpha_2' \cdot \bar{X} \tag{Eq.16}$$

⁴³ Ver Triola (2005).

Assim, para $n = 2$; $\xi_1 = 1$; e $X_1 = 1$, obtém-se as equações 17 e 18:

$$\alpha_2' = \frac{X_2' \cdot \xi_2 - X_2' - \xi_2 + 1}{X_2'^2 - 2 \cdot X_2' + 1} \quad \text{Eq.17}$$

$$\xi_0' = \frac{\xi_2 + 1 - \alpha_2' \cdot (X_2' + 1)}{2} \quad \text{Eq.18}$$

Ao substituir $\xi_0' = 0$ na equação 18, obtém-se $\alpha_2' = 1$. Assim, pode-se estabelecer a relação expressa pela equação 19.

$$\xi_2' = \xi_2 = X_2' \quad \text{Eq.19}$$

Fundamentado na equação 19, conclui-se que *o fator de incerteza está diretamente relacionado às expectativas, i.e. a quantidade e conjunção⁴⁴ de influências.*

Portanto, adotar um valor para o fator de incerteza próximo de zero, significa assumir que a maior parte das prováveis influências e suas conjunções está sendo considerada. Contudo, é necessário um profundo conhecimento dos fatores que podem influenciar um determinado foco estratégico.

Analogamente, estabelecer o valor para fator de incerteza próximo a um, significa assumir uma postura conservadora que considera as variações das influências inicialmente previstas sob uma das condições possíveis: i) qualquer que seja a variação das influências, não modificará as expectativas estabelecidas; ou ii) qualquer variação provocaria a imediata conjunção do conjunto de influências e assim, não permitiria a determinação de um cenário, tanto pessimista quanto otimista.

Assim sendo, é necessário observar o comportamento do modelo com diferentes fatores de incerteza em estudo de casos de aplicação. Contudo, como premissa, adota-se para as expectativas um valor medial ($X=0,5$) associado a uma

⁴⁴ O termo “conjunção” tem a conotação de um ou mais eventos incluídos ocorrerem simultaneamente (ver Gemignani, 2004).

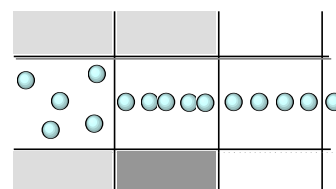
postura moderada. Com o uso das equações 19 e 13 obtém-se o intervalo de variabilidade dos cenários, expresso pela equação 20.

$$0,5 \leq \xi \leq 1,5 \quad \text{Eq.20}$$

Portanto, para as aplicações iniciais do modelo atribui-se o fator de incerteza (ξ) o valor 1,0 para o cenário corrente, 0,5 para o cenário pessimista e 1,5 para o cenário otimista.

Estes valores são aplicados à equação 8 para majorar o valor de um determinado foco estratégico no caso de cenário otimista ou reduzir o valor do foco no caso de cenário pessimista.

3.1.5.8 Oitavo passo – estabelecimento de afinidades



A ação deste passo é correlacionar os critérios estabelecidos pela equipe de avaliação com os focos da visão estratégica da empresa para o produto. O modelo caracteriza duas tarefas para cumprir esta ação. A primeira é estabelecer a afinidade entre um sub-critério e um foco estratégico e a segunda tarefa é o cálculo do valor de avaliação para a afinidade estabelecida.

A realização destas tarefas é facilitada com o uso de uma matriz, denominada de matriz de afinidades, exemplificada pelo quadro 13. Salienta-se que o modelo proposto condiciona o cálculo do valor apenas para as afinidades estabelecidas pela equipe.

As afinidades são apontadas pela influência de um determinado foco de visão estratégica em um sub-critério. São condições estabelecidas pelo modelo proposto: i) que todo critério deve possuir uma afinidade com pelo menos um foco estratégico; e ii) todo foco estratégico deve ter pelo menos um critério correlacionado.

Caso uma das condições não seja atendida, acrescenta-se um novo critério ou um novo foco estratégico.

Quadro 13 – Matriz de afinidades.

		Alternativas									
		Alternativa A					Alternativa B				
		Critérios de avaliação(C)					Critérios de avaliação(C)				
		C ₁		C ₂		C _n	C ₁		C ₂		C _n
		C ₁₁₁	C ₁₁₂	C ₁₂₁	C ₁₂₂	C _{nX}	C ₁₁₁	C ₁₁₂	C ₁₂₁	C ₁₂₂	C _{nX}
Focos estratégicos (F)	F ₁₁	√	√				√	√			
		V _{nx}	V _{nx}				V _{nx}	V _{nx}			
	F ₁₂	√	√				√	√			
		V _{nx}	V _{nx}				V _{nx}	V _{nx}			
F ₂₁			√	√	√	○	○	√	√	√	
				V _{nx}	V _{nx}	V _{nx}	V _{nx}	V _{nx}	V _{nx}	V _{nx}	
F _{km}	√	√			○	√	√	√	√	√	
		V _{nx}	V _{nx}	○	V _{nx}	V _{nx}	V _{nx}	V _{nx}	V _{nx}	V _{nx}	
ΣV _{nx} = V _{sc}											
ΣΣV _{nx} = V _c											
Σ...ΣΣV _{nx} = V _{alternativa}											

Valor de avaliação n no nível x.

Afinidade identificada entre o critério C_n e o foco estratégico k_m

Sem identificação de afinidade entre o critério C_n e o foco estratégico k_m.

Sem uma identificação de afinidade, porquanto, não existe valor de avaliação n no nível x.

Cada afinidade estabelecida assume o valor V_{nx} calculado pela equação 21.

$$V_{nx} = P_{GnX} \cdot D_n \cdot F_{E_{km}} \tag{Eq.21}$$

Sendo,

V_{nx} = valor de avaliação n no nível X;

P_{GnX} = coeficiente de ponderação de um sub-critério que afeta o critério global no nível genérico X (ver Eq.5);

D_n = valor de escala para o desempenho do critério n (ver tabela 3);

F_{E_{km}} = valor do m-ésimo foco da k-ésima área da visão estratégica (ver Eq.8).

Do quadro 13, têm-se as seguintes notações:

ΣV_{nx} = somatório dos valores de avaliação dos sub-critérios n no nível X, igualmente representado pela notação V_{sc};

ΣΣV_{nx} = somatório do somatório dos valores de avaliação dos sub-critérios n no nível X, igualmente representado pela notação V_c;

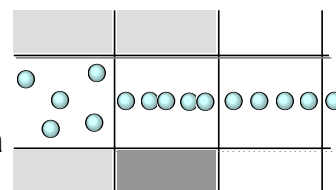
Σ...ΣΣV_{nx} = somatório dos valores de avaliação da alternativa, denominado de valor de desempenho da alternativa, igualmente representado pela notação V_{Alternativa}.

Assim, os valores de avaliação de cada sub-critério e alternativa são somados. Igualmente, somam-se os valores correspondentes aos critérios e

finalmente, somam-se os valores correspondentes a cada alternativa, cujo valor resultante é denominado de valor de desempenho da alternativa.

Não obstante a possibilidade de seleção da alternativa neste ponto do modelo pela comparação dos valores obtidos para as alternativas, é pressuposto do modelo proposto (ver item 3.1.1) que os resultados podem sofrer uma variabilidade, provenientes de equívocos ou do cenário estratégico estabelecido.

3.1.5.9 Nono passo – verificação dos pontos fracos de cada alternativa



A tarefa do nono passo é a verificação da ocorrência de um valor relativo a um critério muito baixo, denominado de ponto fraco⁴⁵, o qual poderia influenciar negativamente, o desempenho do conjunto de critérios da alternativa. Para facilitar a visualização dos pontos fortes e fracos pode-se utilizar uma representação gráfica, conforme ilustra o exemplo da figura 34.

Ao se identificar um ponto fraco no diagrama de uma alternativa, faz-se uma revisão do desempenho no parâmetro relativo ao sub-critério correspondente, na tentativa de aperfeiçoá-lo. Na possibilidade desta ação, estabelece-se um novo valor de desempenho (ver sexto passo, item 3.1.5.6) e recalcula-se o valor de avaliação para a alternativa.

Para obter os pontos fortes e fracos da alternativa, o modelo proposto estabelece uma correlação entre os valores dos critérios normalizados de uma alternativa, obtidos pela equação 22 e o valor normalizado máximo (valor ideal) do desempenho de um critério, obtidos em um cenário corrente para todas as alternativas. O valor ideal pode ser facilmente calculado ao estabelecer o valor máximo de desempenho para uma hipotética solução ideal do sistema considerado, i.e. valor dez (ou 4)⁴⁶ para todos os critérios. Assim sendo, o valor obtido é normalizado pela equação 23.

⁴⁵ A denominação “ponto fraco” faz referência aos valores de avaliação muito baixos, que influenciam na média dos valores de desempenho de uma alternativa e, portanto, sua definição é restrita a aplicação no modelo proposto.

⁴⁶ O valor máximo 10 ou 4 é estabelecido conforme a escala de valores utilizada (ver tabela 3, item 3.1.5.6).

$$V_{\text{normal}} = \frac{V_{\text{sc}}}{V_{\text{alternativa}}} \quad \text{Eq.22}$$

Onde,

V_{normal} = relação entre o valor de avaliação de um sub-critério⁴⁷ (V_{sc}) e o valor de desempenho de uma alternativa ($V_{\text{alternativa}}$).

$$V_{i\text{normal}} = \frac{V_{i\text{sc}}}{V_{i\text{alternativa}}} \quad \text{Eq.23}$$

Onde,

$V_{i\text{normal}}$ = relação entre o valor de avaliação de um sub-critério ($V_{i\text{sc}}$) e o valor de desempenho da alternativa ideal ($V_{i\text{alternativa}}$).

O valor de comparação (V_{comp}) é obtido pela diferença entre o valor normalizado do critério e o valor ideal normalizado, conforme a equação 24. Assim, os valores negativos do diagrama representam os pontos fracos da alternativa, alvo de atenção por parte dos avaliadores para uma possível melhoria no desempenho da alternativa.

$$V_{\text{comp}} = V_{\text{normal}} - V_{i\text{normal}} \quad \text{Eq.24}$$

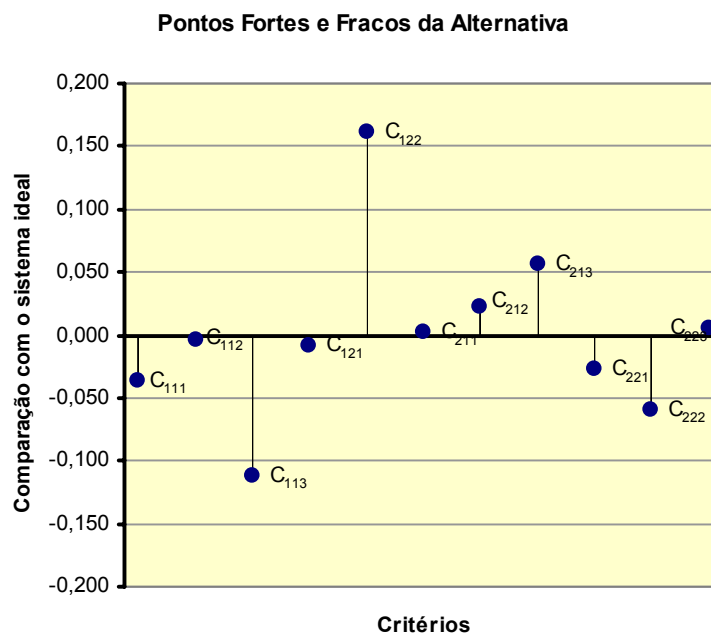
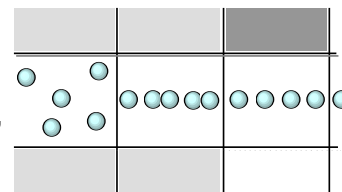


Figura 34 – Exemplo de uma representação gráfica de pontos fortes e fracos de uma alternativa.

⁴⁷ Em alguns casos, quando a quantidade de sub-critérios é numerosa, sugere-se calcular o V_{normal} como a relação entre o valor de avaliação de um critério global e o valor de desempenho da alternativa. Contudo, neste caso o V_{normal} da solução ideal deve ser calculado como a relação entre o valor de avaliação de um critério global da alternativa ideal e o valor de desempenho da alternativa ideal.

3.1.5.10 Décimo passo – análise de consistência



Não obstante da aquisição dos valores de avaliação, uma decisão tomada previamente poderia ser questionável.

Conforme o pressuposto estabelecido para o modelo proposto, os valores de avaliação das alternativas podem sofrer certa variabilidade, proveniente de equívocos do processo de avaliação ou de mudança de cenário estratégico (ver item 3.1.5.8).

Assim sendo, o modelo estabelece em sua terceira e última etapa, a análise de consistência dos valores obtidos para as alternativas. Esta ação é decomposta em duas tarefas: i) verificação do nível de confiança dos valores obtidos; e ii) verificação do possível posicionamento da alternativa em diferentes cenários estratégicos.

O décimo passo refere-se à verificação do nível de confiança dos valores obtidos denominado de análise de consistência⁴⁸. Esta análise é tratada semelhantemente às metodologias de análises fundamentadas em cálculos estatísticos.

O modelo proposto estabelece duas hipóteses para a análise de consistência:

- 1) Primeira hipótese – a alternativa com melhor desempenho numérico possui a média da soma dos critérios (μ) maior que a média da soma dos critérios da alternativa com o segundo melhor desempenho. Assim, conforme a equação 25 tem-se:

$$\mu_1 > \mu_2 \qquad \text{Eq.25}$$

- 2) Segunda hipótese – se as médias forem iguais não existirá diferença entre as alternativas, sendo que a desigualdade (ou não semelhança) é estabelecida por um valor denominado de valor de confiança.

⁴⁸ O termo “análise de consistência” é adotado exclusivamente para aplicação no modelo proposto.

Para verificar estas hipóteses, consideram-se os valores referentes à média da avaliação dos critérios de cada alternativa como uma distribuição normal padronizada, conforme ilustra a figura 35.

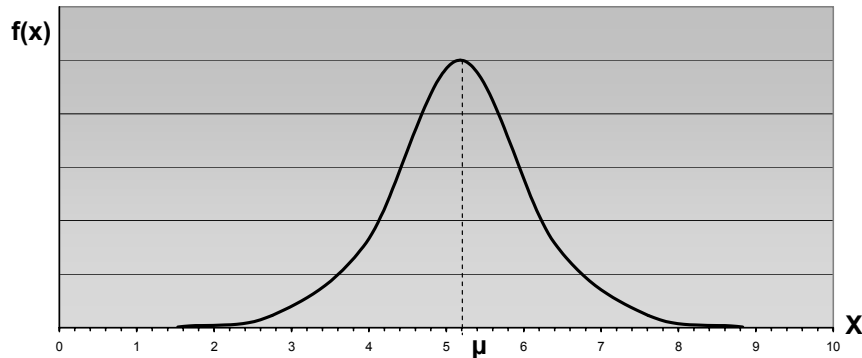


Figura 35 – Distribuição normal padronizada da avaliação de uma alternativa.

Assim sendo, a função de distribuição é representada pela equação 26.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{1}{2}\right)\left[\frac{x-\mu}{\sigma}\right]^2} \quad \text{Eq.26}$$

Para,

$$-\infty < x < \infty$$

Os pontos de inflexão são calculados pela equação 27.

$$x = \mu \pm \sigma \quad \text{Eq.27}$$

A distribuição normal padronizada para duas alternativas é representada pela figura 36. Estabelecem-se os pontos de inflexão⁴⁹ como $(\mu \pm \sigma)$, $(\mu \pm 2\sigma)$ e $(\mu \pm 3\sigma)$. O ponto de interseção das duas distribuições é definido pela equação 28.

$$P = \mu_2 + c \cdot \sigma_2 = \mu_1 - c \cdot \sigma_1 \quad \text{Eq.28}$$

Assim, o valor do coeficiente c é definido pela equação 29.

$$c = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sigma_1 + \sigma_2} \quad \text{Eq.29}$$

⁴⁹ Os pontos de inflexão *ad hoc* são sugeridos até 3σ por Otto e Wood (2001).

A área de interseção das duas distribuições representa a igualdade dos valores das alternativas, obtida pela equação 30.

$$A_i = 2 \cdot (1 - F(c)) \quad \text{Eq.30}$$

Sendo $F(c)$ a função cumulativa para c obtida pela equação 31.

$$F(c) = \int_{-\infty}^c \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{1}{2}\right) \left[\frac{c - \mu}{\sigma} \right]^2} dc \quad \text{Eq.31}$$

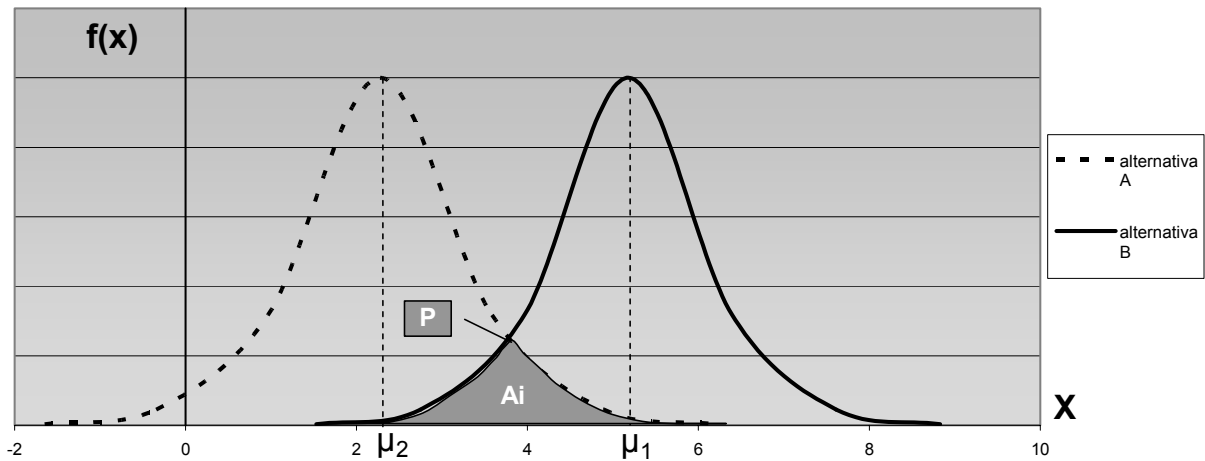


Figura 36 – Distribuição normal padronizada para duas alternativas.

Assim, quando $F(c) \Rightarrow f(x)_{\max}$ o valor de $A_i \Rightarrow 1$. Portanto, as alternativas são consideradas semelhantes. Estabelece-se que o valor de confiança possa ser obtido pela equação 32 e o valor percentual de confiança obtido pela equação 33.

$$\text{Fator de confiança} = 1 - 2 \cdot F(c) \quad \text{Eq.32}$$

$$\text{Valor de confiança} = (1 - 2 \cdot F(c)) \cdot 100 \quad \text{Eq.33}$$

A área de interseção representa um valor de confiança de não semelhança entre duas alternativas para um dado erro estimado. Otto e Wood (2001) observam que a derivação é análoga ao teste estatístico “t” que fornece o grau de confiança para que duas médias de uma distribuição amostral sejam semelhantes. Portanto, pode-se empregar o cálculo do “t” estatístico para obter o valor de $F(c)$.

Nota-se pela análise da figura 36 que quatro situações de comparação entre duas alternativas podem ser encontradas:

1) Igualdade:

Duas alternativas possuem desempenhos idênticos quando a média dos valores de desempenho (ver quadro 12) são iguais e os desvios padrões referentes a todos os parâmetros de avaliação são idênticos, conforme ilustra a figura 37. Neste caso, considera-se que ambas as soluções são absolutamente idênticas e são simplesmente denominadas de alternativas idênticas.

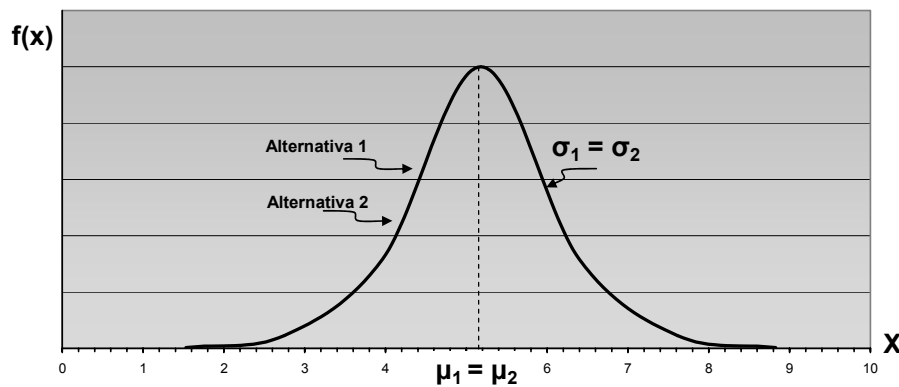


Figura 37 – Distribuições normais padronizadas para duas alternativas idênticas.

2) Semelhança com médias iguais:

As soluções são consideradas semelhantes quando existe igualdade entre as médias dos valores de desempenho. Contudo, seus desvios padrões são distintos, conforme ilustra a figura 38. Neste caso as soluções são denominadas de alternativas semelhantes.

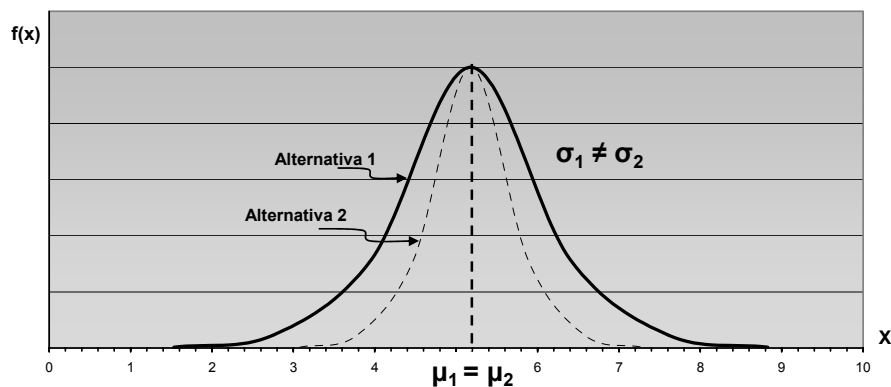


Figura 38 – Distribuições normais padronizadas para duas alternativas semelhantes com médias de valor de desempenho iguais e desvios padrões diferentes.

3) Semelhança com médias diferentes:

Duas soluções são consideradas semelhantes quando existe diferença entre as médias dos valores de desempenho, independente de seus desvios padrões. Contudo, o valor de confiança entre as alternativas é menor que o valor de confiança de referência⁵⁰, conforme ilustra a figura 39. Igualmente ao caso 3, as soluções são denominadas de alternativas semelhantes.

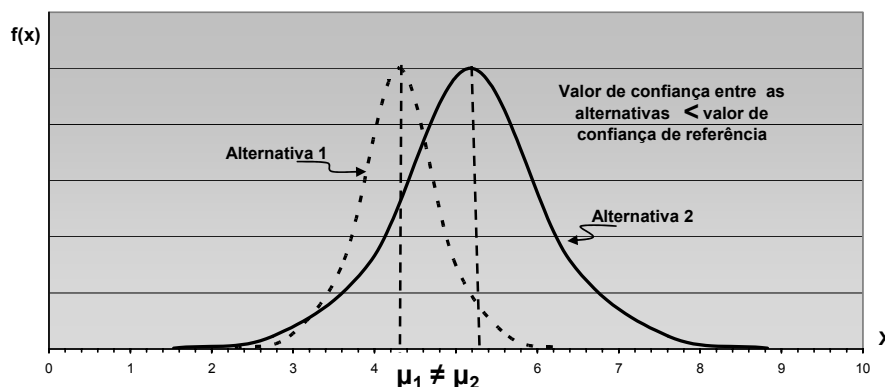


Figura 39 - Distribuições normais padronizadas para duas alternativas semelhantes com médias de valor de desempenho diferentes e valor de confiança menor que o valor de referência.

4) Não semelhança:

Duas soluções são consideradas não semelhantes quando existir diferença entre as médias dos valores de desempenho das alternativas e concomitantemente o valor de confiança entre as alternativas é maior ou igual ao valor de referência, conforme ilustra a figura 40. Neste caso as soluções são denominadas de alternativas não semelhantes.

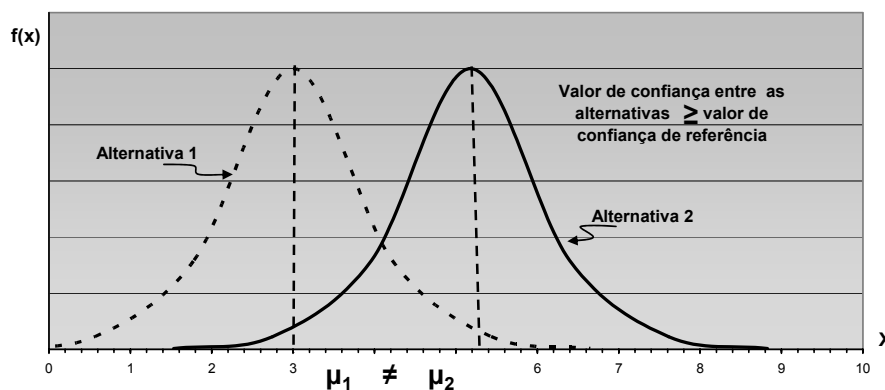
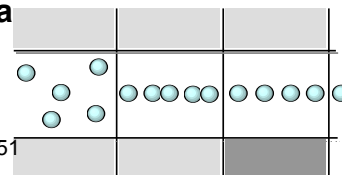


Figura 40 – Distribuições normais padronizadas para duas alternativas não semelhantes.

⁵⁰ O valor de confiança de referência é estabelecido pela equipe de avaliadores (ver item 3.1.5.11).

O valor de confiança é um apoio para a tomada de decisão. Portanto, cabe aos avaliadores decidirem qual valor de confiança é aceitável para uma determinada seleção.

3.1.5.11 Décimo primeiro passo – análise de consistência em diferentes cenários estratégicos



O décimo primeiro passo é uma tarefa de simulação⁵¹ do valor de confiança obtido no passo anterior para diferentes cenários estratégicos. Utilizam-se os fatores de incerteza estabelecidos no sétimo passo (ver equação 20) e recalculam-se os valores de avaliação para determinar o novo posicionamento da distribuição normal padronizada das alternativas.

Com o novo valor de desempenho obtido para os cenários otimista e pessimista é possível analisar a consistência da alternativa de melhor desempenho (e.g. uma alternativa pode possuir um valor de confiança minimamente aceitável para o cenário corrente e um valor inaceitável para um cenário pessimista).

Recomenda-se proceder à tarefa segundo as seguintes diretrizes:

- a) Estabelecer um valor de confiança de referência aceito consensualmente pela equipe e pela empresa (i.e. valores de confiança muito altos podem não determinar diferença entre alternativas. Assim, a experiência da equipe, tipo de produto e maturidade em desenvolvimento de produtos devem ser levadas em consideração);
- b) Alterar o fator de incerteza do cenário corrente ($\xi = 1,00$) para um cenário pessimista ($\xi = 0,5$). Contudo, deve-se limitar a alteração para apenas algumas visões estratégicas (i.e. caso modifique todos os valores das visões estratégicas simultaneamente, todas as alternativas sofrerão uma variação de desempenho negativa. Adicionalmente, o cenário pessimista considera que somente algumas metas estratégicas não serão alcançadas);

⁵¹ Neste ponto, o termo simulação refere-se ao uso do modelo com diferentes possibilidades de cenários estratégicos para observar o comportamento da curva representativa da alternativa e as alterações do valor de confiança.

- c) Alternar a modificação do valor de incerteza para diferentes combinações de visão estratégica;
- d) Analisar os resultados com o auxílio do valor de confiança para estabelecer a comparação entre duas alternativas;
- e) Repetir as diretrizes b, c e d para o cenário otimista;
- f) Selecionar a alternativa com maior potencial de sucesso.

O resultado da análise será estabelecido sob o enfoque das duas hipóteses apontadas no item 3.1.5.10.

A primeira é o índice de diferença numérica referente aos critérios previamente estabelecidos entre as alternativas, conforme o valor de confiança aceito pela equipe. Assim sendo, a alternativa com maior valor de comparação terá maior potencial de sucesso.

A segunda hipótese é o índice de semelhança numérica entre as alternativas com melhor desempenho. Neste caso, recomendam-se as possíveis ações:

- a) Se possível, estabelecer um novo critério de avaliação para o desempate numérico das alternativas;
- b) Alterar as prioridades de desempenho das alternativas, ao estabelecer novos pesos para os critérios de avaliação;
- c) Considerar a seleção de todas as alternativas semelhantes e com maior valor de comparação, conforme o valor de confiança estabelecido. Assim sendo, para o desempate das alternativas a equipe necessitará realizar uma análise detalhada de comparação obtida de estágios sucessores ao modelo proposto (ver item 3.1.4.2).

Destaca-se que o modelo proposto pretende ser um meio auxiliar ao processo de seleção. Assim sendo, a escolha da alternativa na etapa conceitual do PDP deve ser consolidada pelos gestores da empresa, fato insubstituível da condição de tomada de decisão.

3.2 EXEMPLO ILUSTRATIVO NUMÉRICO DA APLICAÇÃO DO MODELO

Para ilustrar a aplicação do modelo proposto é utilizado um exemplo numérico⁵² elucidativo de seleção de alternativas na etapa conceitual de desenvolvimento de produto. Este exemplo pode possibilitar ao leitor a compreensão das tarefas, ações e os resultados de cada etapa estabelecida pelo modelo, assim como, apresentar a sustentação numérica do pressuposto da variabilidade de resultados, prevista pelo modelo proposto (ver item 3.1.1).

Para o exemplo, apresenta-se uma situação hipotética de seleção de alternativas para uma oportunidade de desenvolvimento de um produto denominado "carrinho dobrável para transporte de criança".

Supõe-se um processo preliminar de seleção de 10 possíveis soluções, realizado pela equipe de desenvolvimento da empresa, o qual resultou em apenas três alternativas "A", "B" e "C" escolhidos para a próxima fase do processo, cujas características atendiam aos requisitos provenientes das expectativas dos consumidores (pré-seleção de alternativas).

Em uma primeira análise a equipe não identificou diferenças expressivas entre as alternativas. Assim, resolveu utilizar um modelo de seleção para apoio a tomada de decisão que acolhia o processo em questão (ver item 3.1.3).

3.2.1 Etapa de Estabelecimento de Referenciais

O primeiro passo desta etapa foi estabelecer os critérios de avaliação conforme as condições determinadas pelo modelo (ver item 3.1.5.1).

Para facilitar a ilustração do modelo apenas dois critérios de avaliação serão utilizados: i) características técnicas; e ii) características de uso. Ambos os critérios e seus respectivos sub-critérios são representados por meio de um diagrama, conforme ilustra a figura 41.

⁵² Utilizou-se como apoio a planilha eletrônica Excel® da Microsoft®.

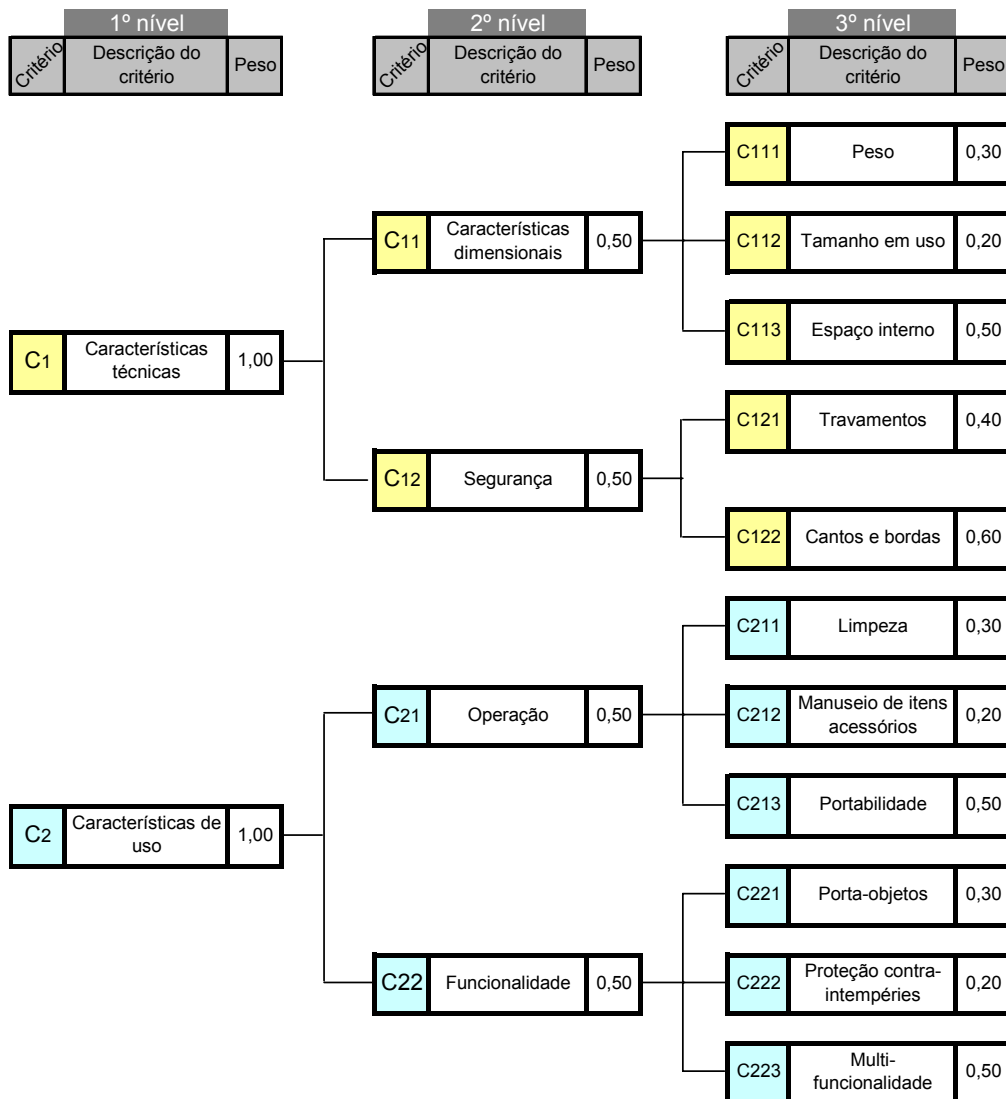


Figura 41 – Diagrama de critérios para o exemplo ilustrativo.

O segundo passo estabelece pesos para os critérios (ver item 3.1.5.2). Nota-se no diagrama da figura 41, que a condição de independência de critérios foi atendida, pois ambos os critérios de primeiro nível possuem peso de valor um. A soma dos pesos dos sub-critérios de segundo nível para cada critério e, igualmente, para a soma dos sub-critérios de terceiro nível em relação a cada critério de segundo nível, possuem somatórias de valor um.

A definição dos parâmetros de comparação para cada sub-critério de último nível é o terceiro passo do modelo (ver item 3.1.5.3), conforme ilustra a figura 42. Observa-se que alguns parâmetros são avaliados quantitativamente e outros qualitativamente.

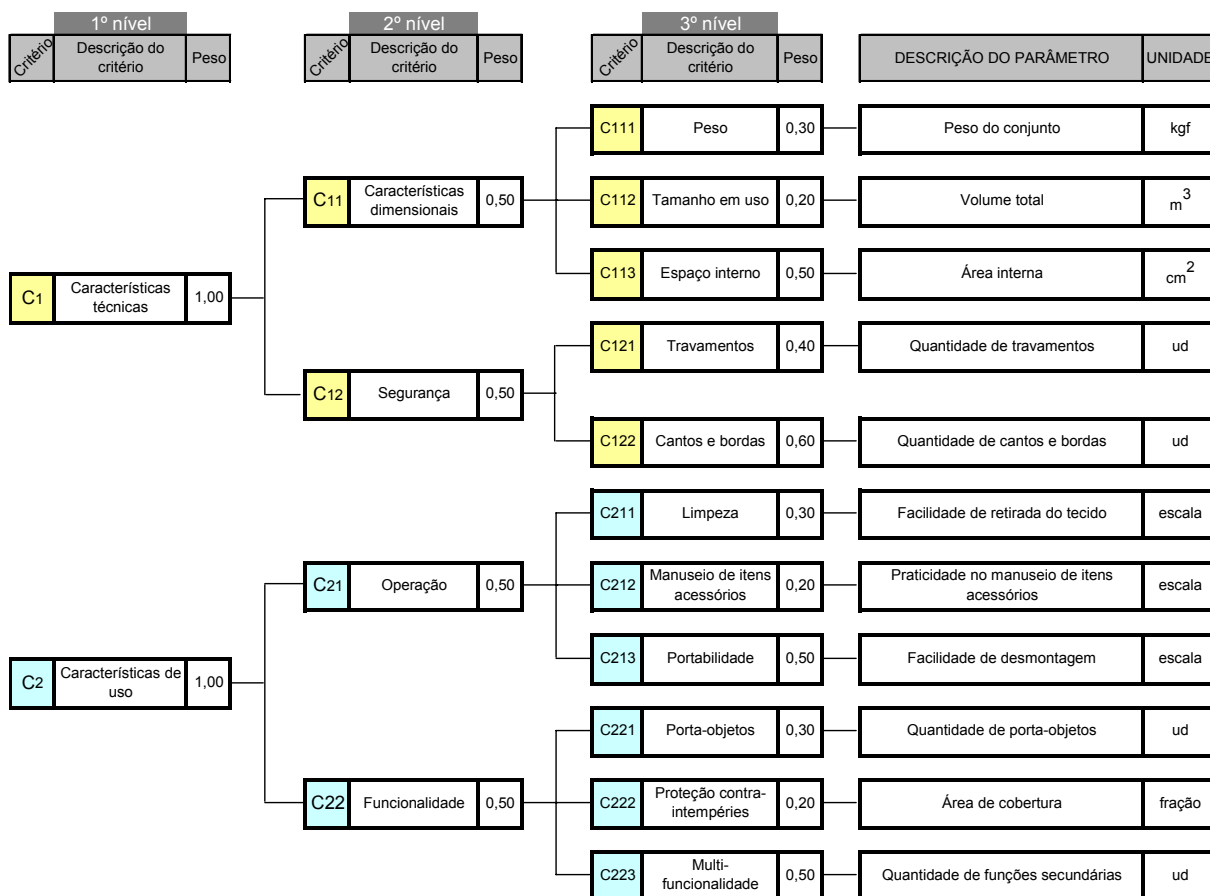


Figura 42 – Diagrama de critérios com parâmetros associados para o exemplo ilustrativo.

Adicionalmente, nota-se que a equipe estabeleceu para alguns parâmetros um valor de escala, e.g. o sub-critério “facilidade de retirada do tecido” cujo valor de desempenho é a soma de pontos de fixação do tecido na estrutura.

Assim, a equipe considerou como referência que cada conjunto de seis fixações por botões equivaleria a dois pontos, seis fixações em zíper® a quatro pontos e seis fixações em velcro® a seis pontos. Quanto maior quantidade de fixações menor foi o valor de desempenho. A equipe adotou procedimento semelhante de adoção de referências para os parâmetros que utilizaram valor de escala.

Para os parâmetros cuja avaliação é qualitativa utilizou-se a escala sugerida no item 3.1.5.3.

O quarto passo refere-se a determinação dos focos da visão estratégica da organização (ver item 3.1.5.4). Para o exemplo, foram estabelecidas quatro áreas estratégicas prioritárias: i) capacidade tecnológica; ii) controle de qualidade; iii) resposta de mercado; e iv) função.

Os focos de cada visão estratégica foram determinados a partir das prioridades de ação da organização, conforme ilustra o quadro 14.

O quinto passo denota a determinação dos pesos para cada visão estratégica e seus respectivos focos (ver item 3.1.5.5). Observa-se no quadro 14, que a condição de inter-dependência das áreas de visão estratégica foi atendida, pelo fato da soma dos pesos igualar o valor um.

Neste ponto do processo de seleção, os referenciais foram estabelecidos conforme os passos do modelo.

Quadro 14 – Visão estratégica e focos estratégicos para o exemplo ilustrativo.

VISÃO ESTRATÉGICA	$P_{V_{ek}}$	$P_{F_{km}}$	$\frac{P_{V_{ek}}}{P_{F_{km}}}$	FOCO ESTRATÉGICO (F_{km})
Capacidade tecnológica	0,2	0,25	0,05	Uso de novos métodos de produção
		0,25	0,05	Automação de parte do sistema de produção
		0,25	0,05	Desenvolvimento de projetos para o ciclo-de-vida do produto
		0,25	0,05	Uso de novas matérias-primas
Controle de qualidade	0,3	0,50	0,15	Intensificação do uso da força da marca
		0,50	0,15	Percepção de produto de qualidade
Resposta de mercado	0,4	0,50	0,2	Atratividade do mercado
		0,50	0,2	Formato atraente
Função	0,1	1,00	0,1	Possibilidade de funções secundárias

3.2.2 Etapa de Análise e Avaliação

O sexto passo estabelecido pelo modelo é concernente à determinação de valores de avaliação para os desempenhos dos sub-critérios previamente definidos (ver item 3.1.5.6). As análises e avaliações destes parâmetros devem ser efetuadas por alocação absoluta, i.e. avaliam-se todos os desempenhos de uma alternativa para então, avaliar a próxima alternativa.

No exemplo, a equipe responsável pela análise e seleção da alternativa de maior potencial de sucesso, estabeleceu os valores apresentados na figura 43.

O sétimo passo determina qual é o cenário estratégico para o qual as alternativas são avaliadas (ver item 3.1.5.7). É recomendável sempre iniciar com o cenário corrente, cujo fator de incerteza é um. Com este valor é possível calcular o valor de influência de cada foco estratégico ($F_{E_{km}}$) apresentado na matriz, conforme quadro 15, para este exemplo.

3º nível			DESCRIÇÃO DO PARÂMETRO	UNIDADE	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
Critério	Descrição do critério	Peso			Desempenho	Avaliação	Desempenho	Avaliação	Desempenho	Avaliação
C111	Peso	0,30	Peso do conjunto	kgf	8	4	9	3	6	7
C112	Tamanho em uso	0,20	Volume total	m ³	0,5	5	0,65	2	0,45	6
C113	Espaço interno	0,50	Área interna	cm ²	1125	3	1000	2	1950	7
C121	Travamentos	0,40	Quantidade de travamentos	ud	4	4	6	2	2	6
C122	Cantos e bordas	0,60	Quantidade de cantos e bordas	ud	3	6	6	2	2	8
C211	Limpeza	0,30	Facilidade de retirada do tecido	escala	satisfatório	5	tolerável	3	muito bom	8
C212	Manuseio de itens acessórios	0,20	Praticidade no manuseio de itens acessórios	escala	bom com falhas	6	fraco	2	bom	7
C213	Portabilidade	0,50	Facilidade de desmontagem	escala	bom com falhas	6	fraco	2	muito bom	8
C221	Porta-objetos	0,30	Quantidade de porta-objetos	ud	2	4	3	5	5	7
C222	Proteção contra-intempéries	0,20	Área de cobertura	fração	1/4	2	1/2	6	1/2	6
C223	Multi-funcionalidade	0,50	Quantidade de funções secundárias	ud	2	5	5	7	6	8

Figura 43 – Diagrama da avaliação dos desempenhos para o exemplo ilustrativo.

Quadro 15 – Matriz para o cálculo do valor de influência dos focos da visão estratégica do exemplo ilustrativo.

VISÃO ESTRATÉGICA	$P_{V_{ek}}$	$P_{F_{km}}$	$\frac{P_{V_{ek}}}{P_{F_{km}}}$	FOCO ESTRATÉGICO (F_{km})	ξ	$F_{E_{km}}$
Capacidade tecnológica	0,2	0,25	0,05	Uso de novos métodos de produção	1	0,050
		0,25	0,05	Automação de parte do sistema de produção	1	0,050
		0,25	0,05	Desenvolvimento de projetos para o ciclo-de-vida do produto	1	0,050
		0,25	0,05	Uso de novas matérias-primas	1	0,050
Controle de qualidade	0,3	0,50	0,15	Intensificação do uso da força da marca	1	0,150
		0,50	0,15	Percepção de produto de qualidade	1	0,150
Resposta de mercado	0,4	0,50	0,2	Atratividade do mercado	1	0,200
		0,50	0,2	Formato atraente	1	0,200
Função	0,1	1,00	0,1	Possibilidade de funções secundárias	1	0,100

O oitavo passo correlaciona os critérios de avaliação determinados pelos avaliadores (ver figura 38) com os focos das áreas da visão estratégica, ação denominada de “afinidades”. Assim, efetua-se o cálculo do valor de avaliação para cada afinidade estabelecida.

Recomenda-se que para realizar as tarefas desta ação, se utilize uma matriz, denominada de matriz de afinidades (ver item 3.1.5.8). Salienta-se que o modelo proposto condiciona o cálculo do valor apenas para as afinidades estabelecidas pelos avaliadores. As afinidades são apontadas pela influência de um determinado foco de visão estratégica em um sub-critério, conforme ilustra o quadro 16 para a alternativa A, quadro 17 para a alternativa B e quadro 18 para a alternativa C.

No nono passo o modelo procura identificar pontos fracos das alternativas, i.e. verifica a ocorrência de valores relativos baixos de um critério, o qual poderia influenciar negativamente o desempenho do conjunto de critérios da alternativa (ver item 3.1.5.9).

Quadro 16 – Matriz de afinidades para a alternativa A do exemplo ilustrativo.

		ALTERNATIVA A											
		C1					C2						
		Portabilidade	Tamanho em uso	Espaço interno	Travamentos de segurança	Cantos e bordas	Limpeza	Manuseio de itens acessórios	Peso	Porta-objetos	Proteção contra intempéries	Multi-funcionalidade	
Fe ₁	Capacidade tecnológica	Uso de novos métodos de produção	0,030	0,025	0,038	0,040	0,090						
		Automação de parte do sistema de produção	0,030	0,025	0,038	0,040	0,090						
		Desenvolvimento de projetos para o ciclo-de-vida do produto	0,030	0,025	0,038	0,040	0,090						
		Uso de novas matérias-primas	0,030	0,025	0,038	0,040	0,090						
Fe ₂	Controle de qualidade	Intensificação do uso da força da marca					0,113	0,090	0,225	0,090	0,030	0,188	
		Percepção de produto de qualidade					0,113	0,090	0,225	0,090	0,030	0,188	
Fe ₃	Resposta de mercado	Atratividade de mercado	0,120	0,100	0,150	0,160	0,360	0,150	0,120	0,300	0,120	0,040	0,250
		Formato atraente	0,120	0,100	0,150	0,160	0,360	0,150	0,120	0,300	0,120	0,040	0,250
Fe ₄	Função	Possibilidades de funções secundárias					0,075	0,060	0,150	0,060	0,020	0,125	

V _{sc}	0,360	0,300	0,450	0,480	1,080	0,600	0,480	1,200	0,480	0,160	1,000
V _c	2,67					3,92					
V _{alternativa}	6,59										

Quadro 17 – Matriz de afinidade para a alternativa B do exemplo ilustrativo.

		ALTERNATIVA B											
		C1					C2						
		Portabilidade	Tamanho em uso	Espaço interno	Travamentos de segurança	Cantos e bordas	Limpeza	Manuseio de itens acessórios	Peso	Porta-objetos	Proteção contra intempéries	Multi-funcionalidade	
Fe ₁	Capacidade tecnológica	Uso de novos métodos de produção	0,023	0,010	0,025	0,020	0,030						
		Automação de parte do sistema de produção	0,023	0,010	0,025	0,020	0,030						
		Desenvolvimento de projetos para o ciclo-de-vida do produto	0,023	0,010	0,025	0,020	0,030						
		Uso de novas matérias-primas	0,023	0,010	0,025	0,020	0,030						
Fe ₂	Controle de qualidade	Intensificação do uso da força da marca					0,068	0,030	0,075	0,113	0,090	0,263	
		Percepção de produto de qualidade					0,068	0,030	0,075	0,113	0,090	0,263	
Fe ₃	Resposta de mercado	Atratividade de mercado	0,090	0,040	0,100	0,100	0,120	0,090	0,040	0,100	0,150	0,120	0,350
		Formato atraente	0,090	0,040	0,100	0,100	0,120	0,090	0,040	0,100	0,150	0,120	0,350
Fe ₄	Função	Possibilidades de funções secundárias					0,045	0,020	0,050	0,075	0,060	0,175	

V _{sc}	0,270	0,120	0,300	0,280	0,360	0,360	0,160	0,400	0,600	0,480	1,400
V _c	1,33					3,40					
V _{alternativa}	4,73										

Quadro 18 – Matriz de afinidade para a alternativa C do exemplo ilustrativo.

		ALTERNATIVA C											
		C1					C2						
		Portabilidade	Tamanho em uso	Espaço interno	Travamentos de segurança	Cantos e bordas	Limpeza	Manuseio de itens acessórios	Peso	Porta-objetos	Proteção contra intempéries	Multi-funcionalidade	
Fe ₁	Capacidade tecnológica	Uso de novos métodos de produção	0,053	0,030	0,088	0,060	0,120						
		Automação de parte do sistema de produção	0,053	0,030	0,088	0,060	0,120						
		Desenvolvimento de projetos para o ciclo-de-vida do produto	0,053	0,030	0,088	0,060	0,120						
		Uso de novas matérias-primas	0,053	0,030	0,088	0,060	0,120						
Fe ₂	Controle de qualidade	Intensificação do uso da força da marca					0,180	0,105	0,300	0,158	0,090	0,300	
		Percepção de produto de qualidade					0,180	0,105	0,300	0,158	0,090	0,300	
Fe ₃	Resposta de mercado	Atratividade de mercado	0,210	0,120	0,350	0,240	0,480	0,240	0,140	0,400	0,210	0,120	0,400
		Formato atraente	0,210	0,120	0,350	0,240	0,480	0,240	0,140	0,400	0,210	0,120	0,400
Fe ₄	Função	Possibilidades de funções secundárias					0,120	0,070	0,200	0,105	0,060	0,200	

V _{sc}	0,630	0,360	1,050	0,720	1,440	0,960	0,560	1,600	0,840	0,480	1,600
V _c	4,20					6,04					
V _{alternativa}	10,24										

Ao se delinear uma representação gráfica de uma alternativa, é possível visualizar os pontos fracos em função de um desempenho ideal. Este desempenho é obtido ao creditar valores máximos a uma alternativa hipotética e estabelecer a relação com os valores de cada critério e alternativa. Os valores de comparação são obtidos pelas equações 22, 23 e 24, apresentados nos quadros 19, 20 e 21 para o exemplo ilustrativo. Assim, com estes valores traçam-se as representações gráficas apresentadas nas figuras 44, 45 e 46.

Quadro 19 – Valores de comparação de pontos fortes e fracos da alternativa A para o exemplo ilustrativo.

		V_{sc}	V_{normal}	$V_{i_{sc}}$	$V_{i_{normal}}$	V_{comp}
c111	Peso	0,360	0,055	0,900	0,064	-0,010
c112	Tamanho em uso	0,300	0,046	0,600	0,043	0,003
c113	Espaço interno	0,450	0,068	1,500	0,107	-0,039
c121	Travamentos	0,480	0,073	1,200	0,086	-0,013
c122	Cantos e bordas	1,080	0,164	1,800	0,129	0,035
c211	Limpeza	0,600	0,091	1,200	0,086	0,005
c212	Manuseio de itens acessórios	0,480	0,073	0,800	0,057	0,016
c213	Portabilidade	1,200	0,182	2,000	0,143	0,039
c221	Porta-objetos	0,480	0,073	1,200	0,086	-0,013
c222	Proteção contra intempéries	0,160	0,024	0,800	0,057	-0,033
c223	Multi-funcionalidade	1,000	0,152	2,000	0,143	0,009

Pontos Fortes e Fracos do Desempenho da Alternativa A

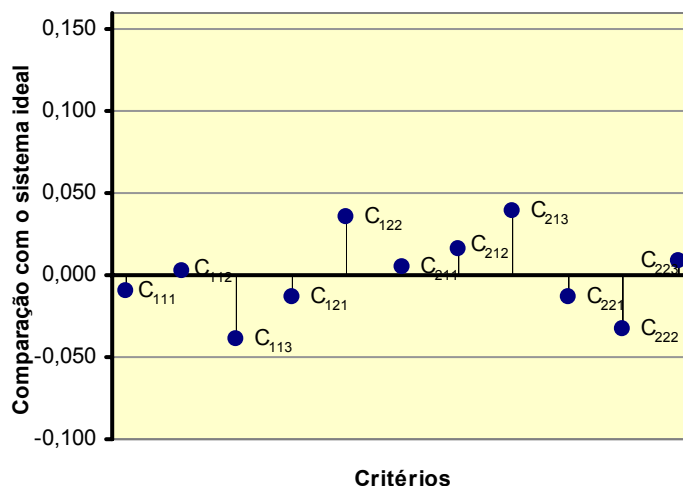


Figura 44 – Representação gráfica dos pontos fortes e fracos para a alternativa A do exemplo ilustrativo.

Quadro 20 – Valores de comparação de pontos fortes e fracos da alternativa B para o exemplo ilustrativo.

		V_{sc}	V_{normal}	V_{isc}	$V_{inormal}$	V_{comp}
c111	Peso	0,270	0,057	0,900	0,063	-0,006
c112	Tamanho em uso	0,120	0,025	0,600	0,042	-0,017
c113	Espaço interno	0,300	0,063	1,500	0,106	-0,042
c121	Travamentos	0,280	0,059	1,400	0,099	-0,039
c122	Cantos e bordas	0,360	0,076	1,800	0,127	-0,051
c211	Limpeza	0,360	0,076	1,200	0,085	-0,008
c212	Manuseio de itens acessórios	0,160	0,034	0,800	0,056	-0,023
c213	Portabilidade	0,400	0,085	2,000	0,141	-0,056
c221	Porta-objetos	0,600	0,127	1,200	0,085	0,042
c222	Proteção contra intempéries	0,480	0,101	0,800	0,056	0,045
c223	Multi-funcionalidade	1,400	0,296	2,000	0,141	0,155

Pontos Fortes e Fracos do Desempenho da Alternativa B

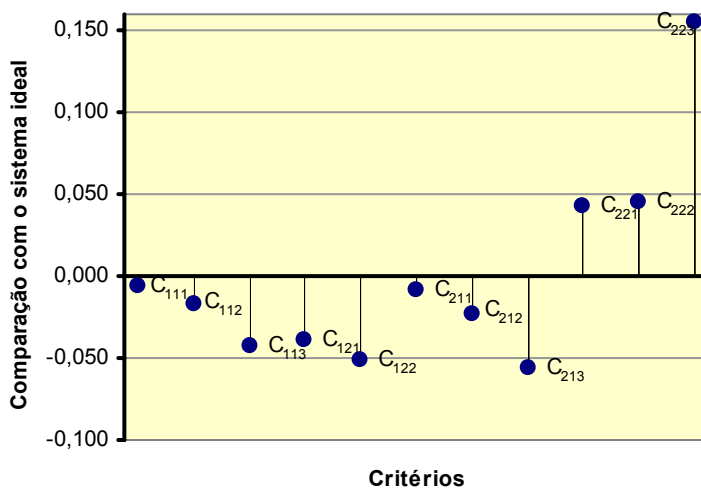


Figura 45 – Representação gráfica dos pontos fortes e fracos para a alternativa B do exemplo ilustrativo.

Quadro 21 – Valores de comparação de pontos fortes e fracos da alternativa C para o exemplo ilustrativo.

		V_{sc}	V_{normal}	$V_{i_{sc}}$	$V_{i_{normal}}$	V_{comp}
c111	Peso	0,630	0,062	0,900	0,064	-0,003
c112	Tamanho em uso	0,360	0,035	0,600	0,043	-0,008
c113	Espaço interno	1,050	0,103	1,500	0,107	-0,005
c121	Travamentos	0,720	0,070	1,200	0,086	-0,015
c122	Cantos e bordas	1,440	0,141	1,800	0,129	0,012
c211	Limpeza	0,960	0,094	1,200	0,086	0,008
c212	Manuseio de itens acessórios	0,560	0,055	0,800	0,057	-0,002
c213	Portabilidade	1,600	0,156	2,000	0,143	0,013
c221	Porta-objetos	0,840	0,082	1,200	0,086	-0,004
c222	Proteção contra intempéries	0,480	0,047	0,800	0,057	-0,010
c223	Multi-funcionalidade	1,600	0,156	2,000	0,143	0,013

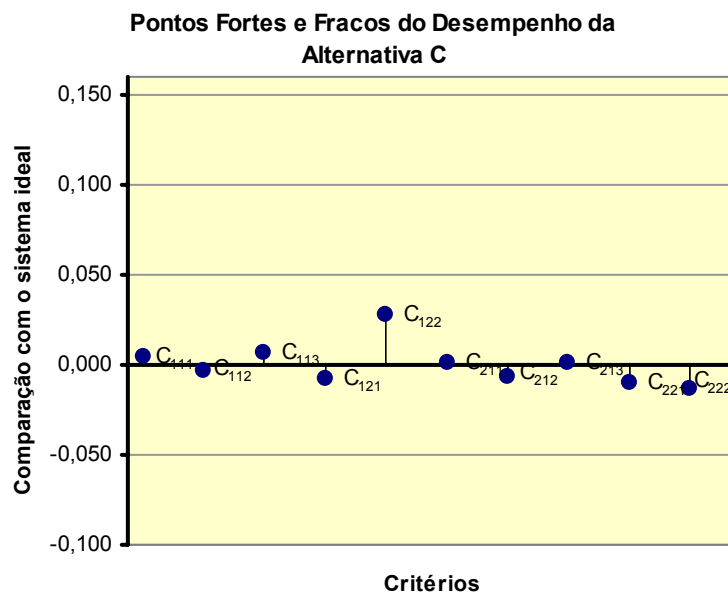


Figura 46 – Representação gráfica dos pontos fortes e fracos para a alternativa C do exemplo ilustrativo.

Para o exemplo, são destacados nas representações gráficas os pontos fracos das alternativas. Para a alternativa A (figura 44) os critérios C_{111} , C_{113} , C_{121} , C_{221} e C_{222} são passíveis de uma melhor análise. Estes critérios referem-se ao peso, espaço interno, travamentos de segurança, porta objetos e proteção contra

intempéries. Se a equipe entender como conveniente, poderia alterar o valor do desempenho ao considerar a aplicação de alguma melhoria referente a um determinado critério considerado fraco (e.g. a substituição do material da estrutura para reduzir o peso do conjunto e aumentar o espaço interno; modificação da posição e quantidade de porta objetos e melhoria da proteção contra intempéries).

Para a alternativa B (figura 45) a análise dos pontos fracos deveria incidir em C_{111} , C_{112} , C_{113} , C_{121} , C_{122} , C_{211} , C_{212} e C_{213} , i.e. peso, tamanho em uso, espaço interno, travamentos de segurança, cantos e bordas, limpeza, manuseio de itens acessórios, portabilidade, respectivamente. Em primeira análise observa-se por meio da figura 45, que a alternativa B tem uma forte característica multifuncional, a qual conduz um bom desempenho do critério denominado características de uso. Contudo, a alternativa não tem o mesmo desempenho nos outros critérios, i.e. os desempenhos não são homogêneos.

Para a alternativa C (figura 46) os pontos fracos são identificados para os critérios C_{112} , C_{121} , C_{222} , i.e. tamanho em uso, travamentos de segurança e proteção contra intempéries. Entretanto, o desempenho desta alternativa é mais homogêneo que os outros. Este fato é observado na representação gráfica, pela aproximação dos valores relativos da maioria dos critérios à linha de valor zero.

Contudo, para o exemplo ilustrativo não é considerada qualquer modificação nos valores preliminares de desempenho dos critérios estabelecidos.

3.2.3 Etapa de Seleção

Em uma primeira análise, a alternativa C possui um desempenho mais próximo do desejado. Contudo, o modelo estabelece em sua terceira e última etapa uma análise de consistência deste resultado preliminar (ver item 3.1.5.10).

A análise de consistência é fundamentada no pressuposto do modelo de que a avaliação das alternativas pode sofrer certa variabilidade, função de equívocos do processo de seleção ou de mudança de cenários estratégicos (ver item 3.1.1).

Assim sendo, cumpre-se o décimo passo, i.e. a verificação do nível de confiança dos valores obtidos. A obtenção do valor de confiança requer a construção

de uma distribuição normal padronizada para cada alternativa e exige alguns cálculos preliminares, cujos resultados para o exemplo ilustrativo são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Resultados dos cálculos para construção da distribuição normal de cada alternativa.

	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	x	f(x)	x	f(x)	x	f(x)
critério 1	2,67		1,33		4,2	
critério 2	3,92		3,4		6,04	
soma	6,59		4,73		10,24	
média	3,295	0,5000000	2,365	0,5000000	5,120	0,5000000
desvio p	0,8838835		1,463711		1,3010765	
$\mu-3\sigma$	0,6433496	0,0013499	-2,0261331	0,0013499	1,2167706	0,0013499
$\mu-2\sigma$	1,527233	0,0227501	-0,5624221	0,0227501	2,517847	0,0227501
$\mu-\sigma$	2,4111165	0,1586553	0,901289	0,1586553	3,8189235	0,1586553
μ	3,295	0,5000000	2,365	0,5000000	5,120	0,5000000
$\mu+\sigma$	4,1788835	0,1586553	3,828711	0,1586553	6,4210765	0,1586553
$\mu+2\sigma$	5,062767	0,0227501	5,2924221	0,0227501	7,722153	0,0227501
$\mu+3\sigma$	5,9466504	0,0013499	6,7561331	0,0013499	9,0232294	0,0013499

Nota-se na tabela 4, que o resultado do cálculo de x é obtido pela média dos valores de avaliação dos critérios (ver matriz de afinidades para o exemplo, quadros 16, 17 e 18). Os pontos de inflexão são obtidos pela equação 27. A função de distribuição f(x) é resultado da aplicação da equação 26⁵³.

Com o uso dos valores da tabela 3 elabora-se a representação gráfica das distribuições normais padronizadas das alternativas, conforme representa a figura 47 para o exemplo ilustrativo.

Para determinar o valor de confiança que representa a não semelhança entre duas alternativas para o exemplo ilustrativo, elabora-se a tabela 5.

Observa-se na representação gráfica da figura 47 que as curvas se interceptam e cujas áreas de interseção representam a semelhança entre as alternativas. Portanto, o cálculo do valor de confiança deve ser obtido pela combinação das alternativas duas a duas.

Observa-se na tabela 5 que os valores da coluna “c” representam o ponto de interseção de cada par de curvas. A coluna denominada “x(c)” representa a posição do ponto “c” no eixo das abscissas.

⁵³ Estes valores podem ser obtidos pela função DIST.NORM da planilha eletrônica Excel® ou por valores tabelados encontrados na maioria dos livros de estatística básica.

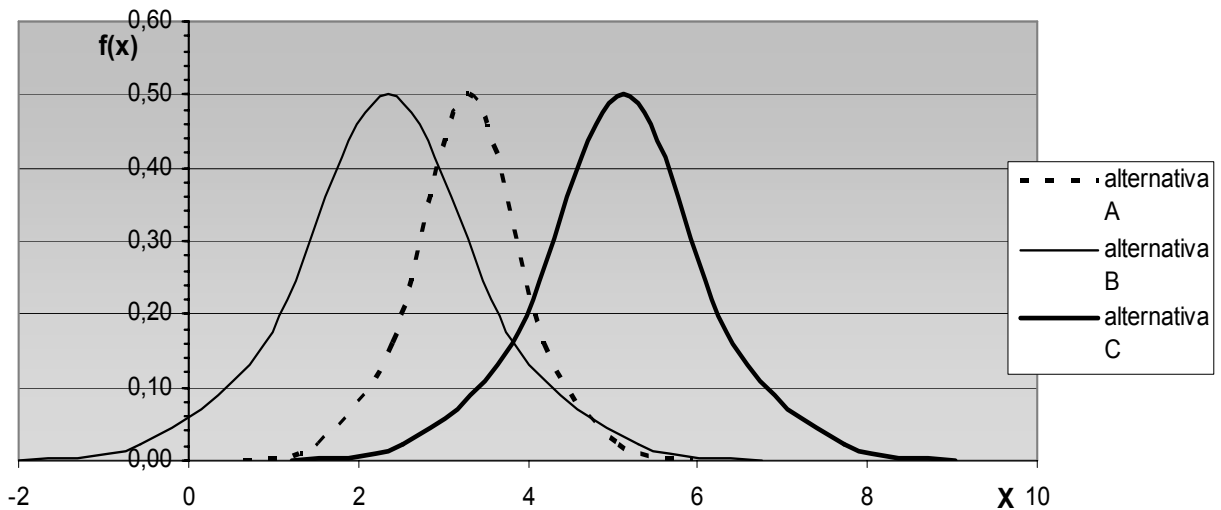


Figura 47 – Representação gráfica das distribuições normais padronizadas das avaliações das alternativas do exemplo ilustrativo.

Tabela 5 – Cálculo do valor de confiança da avaliação entre as alternativas do exemplo ilustrativo.

	c	x (c)	teste t	fator c	confiança
AB	0,39615018	2,9448494	0,26110142	0,47779717	47,78%
AC	0,83525558	4,03326861	0,12125761	0,75748479	75,75%
BC	0,99645994	3,82352941	0,09247123	0,81505755	81,51%
cc	0	5,12	0,5	0	0,00%

A coluna “teste t” é o valor do t – estatístico para o ponto “c”. A coluna descrita como “fator c” é resultado da equação 32. O valor de confiança é obtido pela equação 33.

Assim sendo, pode-se concluir que a confiança de não semelhança entre as alternativas A e C, i.e. com maior valor de avaliação, é de 75,75%. Como referência para a confiança, neste exemplo a equipe poderia ter previamente estabelecido um valor de 60%, como adequado para a decisão em questão.

Nota-se que, se por alguma razão, a alternativa C fosse eliminada do processo seletivo, a equipe não poderia apontar uma não semelhança entre as alternativas A e B, cujo valor de confiança é 47,78%, ao se considerar o valor estabelecido como referência. Observa-se que a linha denominada “cc” é um exemplo de comparação hipotética de uma quarta alternativa com os mesmos valores da alternativa C. Neste caso o valor de confiança assumiria o valor 0.

O modelo recomenda ainda, estabelecer a análise dos resultados em diferentes cenários estratégicos (décimo primeiro passo), com a substituição do fator de incerteza do quadro 15.

A substituição faz-se segundo as recomendações do item 3.1.5.11. Assim, para o fator de incerteza do cenário pessimista, conforme é apresentado no quadro 22, apenas parte dos focos estratégicos tem seu valor de incerteza alterado, i.e. capacidade tecnológica e resposta do mercado.

Com os novos valores estabelecidos, refazem-se os cálculos da matriz de afinidades e obtêm-se novos resultados. Assim, é possível traçar as distribuições normais padronizadas para o cenário pessimista estabelecido, ilustrado pela representação da figura 48, obtida a partir dos valores da tabela 6.

Quadro 22 - Matriz para o cálculo do valor de influência dos focos da visão estratégica no cenário pessimista do exemplo ilustrativo.

VISÃO ESTRATÉGICA	P _{Ve_k}	P _{F_{km}}	P _{Ve_k} . P _{F_{km}}	FOCO ESTRATÉGICO (F _{km})	ξ	F _{E_{km}}
Capacidade tecnológica	0,2	0,25	0,05	Uso de novos métodos de produção	0,5	0,025
		0,25	0,05	Automação de parte do sistema de produção	0,5	0,025
		0,25	0,05	Desenvolvimento de projetos para o ciclo-de-vida do produto	0,5	0,025
		0,25	0,05	Uso de novas matérias-primas	0,5	0,025
Controle de qualidade	0,3	0,50	0,15	Intensificação do uso da força da marca	1	0,150
		0,50	0,15	Percepção de produto de qualidade	1	0,150
Resposta de mercado	0,4	0,50	0,2	Atratividade do mercado	0,5	0,100
		0,50	0,2	Formato atraente	0,5	0,100
Função	0,1	1,00	0,1	Possibilidade de funções secundárias	1	0,100

Tabela 6 – Resultados dos cálculos para construção da distribuição normal de cada alternativa em cenário pessimista.

	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	x	f(x)	x	f(x)	x	f(x)
critério 1	1,335		0,665		2,1	
critério 2	2,94		2,55		4,53	
soma	4,275		3,215		6,63	
média	2,1375	0,5000000	1,6075	0,5000000	3,315	0,5000000
desvio p	1,1349064		1,3328963		1,7182695	
μ-3σ	-1,2672192	0,0013499	-2,3911888	0,0013499	-1,8398084	0,0013499
μ-2σ	-0,1323128	0,0227501	-1,0582926	0,0227501	-0,121539	0,0227501
μ-σ	1,0025936	0,1586553	0,2746037	0,1586553	1,5967305	0,1586553
μ	2,1375	0,5000000	1,6075	0,5000000	3,315	0,5000000
μ+σ	3,2724064	0,1586553	2,9403963	0,1586553	5,0332695	0,1586553
μ+2σ	4,4073128	0,0227501	4,2732926	0,0227501	6,751539	0,0227501
μ+3σ	5,5422192	0,0013499	5,6061888	0,0013499	8,4698084	0,0013499

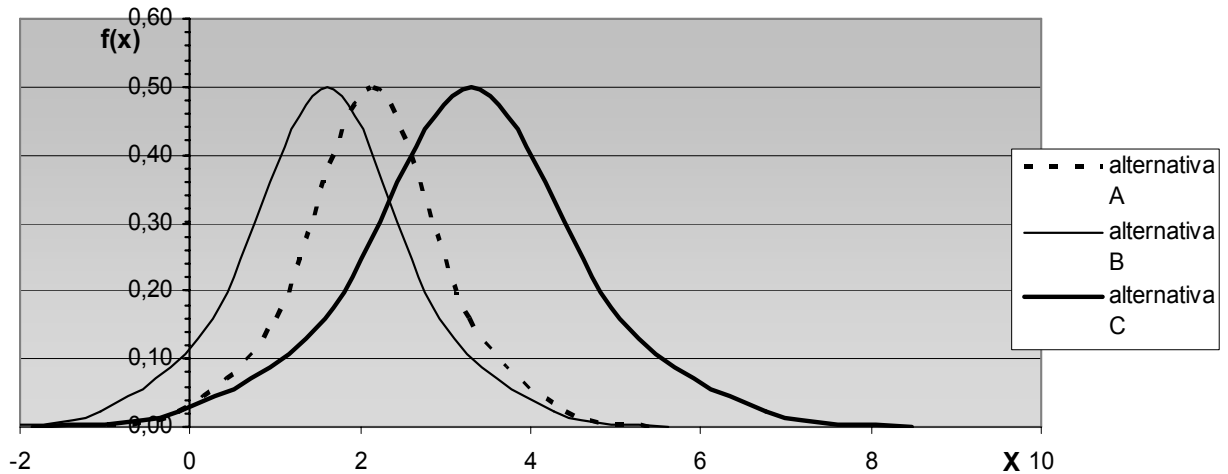


Figura 48 – Representação gráfica das distribuições normais padronizadas das avaliações das alternativas do exemplo ilustrativo, para um cenário pessimista.

Observa-se na figura 48 que todas as curvas representativas das avaliações das alternativas “moveram-se” para a esquerda, o qual indica que as médias dos valores de avaliação decresceram. As áreas de interseção entre as curvas estão mais evidenciadas, as quais demonstram uma redução do valor de confiança de não semelhança entre as alternativas.

Adicionalmente, nota-se o crescimento da cauda da curva representativa da avaliação da alternativa C, ocasionada pelo aumento do desvio padrão dos critérios em relação à média. Assim sendo, o valor de confiança entre as alternativas A e C é reduzido para 49,64%, abaixo do valor de referência estabelecido pela equipe, i.e. se fosse levado em consideração apenas o cenário pessimista, não existiria distinção entre as duas melhores alternativas A e C. Estas observações são confirmadas na tabela 7 que apresenta os cálculos dos valores de confiança.

O mesmo procedimento é estabelecido para o cenário otimista. Contudo, salienta-se que apenas os fatores de incerteza alterados de cenário corrente para cenário pessimista são substituídos (de 0,5 para 1,5).

Tabela 7 – Cálculo do valor de confiança da avaliação entre as alternativas do exemplo ilustrativo para um cenário pessimista.

	c	x (c)	teste t	fator c	confiança
AB	0,21476596	1,89376074	0,35511823	0,28976353	28,98%
AC	0,41269801	2,60587361	0,25180463	0,49639073	49,64%
BC	0,55962217	2,35341831	0,19121741	0,61756517	61,76%

Assim sendo, novos resultados são obtidos da matriz de afinidades e apontados na tabela 8. Por meio destes valores traça-se a representação gráfica apresentada na figura 49.

Na representação da figura 49, um novo comportamento das curvas é notadamente percebido pela redução das caudas das distribuições das alternativas A e C. Contudo, é claramente identificado o melhor posicionamento da curva referente a alternativa C, ratificado pelo cálculo do valor de confiança apresentado na tabela 9.

Tabela 8 – Resultados dos cálculos para construção da distribuição normal de cada alternativa em cenário otimista.

	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	x	f(x)	x	f(x)	x	f(x)
critério 1	4,005		1,995		6,3	
critério 2	4,9		4,25		7,55	
soma	8,905		6,245		13,85	
média	4,4525	0,5000000	3,1225	0,5000000	6,925	0,5000000
desvio p	0,6328606		1,5945258		0,8838835	
$\mu-3\sigma$	2,5539183	0,0013499	-1,6610774	0,0013499	4,2733496	0,0013499
$\mu-2\sigma$	3,1867789	0,0227501	-0,0665516	0,0227501	5,157233	0,0227501
$\mu-\sigma$	3,8196394	0,1586553	1,5279742	0,1586553	6,0411165	0,1586553
μ	4,4525	0,5000000	3,1225	0,5000000	6,925	0,5000000
$\mu+\sigma$	5,0853606	0,1586553	4,7170258	0,1586553	7,8088835	0,1586553
$\mu+2\sigma$	5,7182211	0,0227501	6,3115516	0,0227501	8,692767	0,0227501
$\mu+3\sigma$	6,3510817	0,0013499	7,9060774	0,0013499	9,5766504	0,0013499

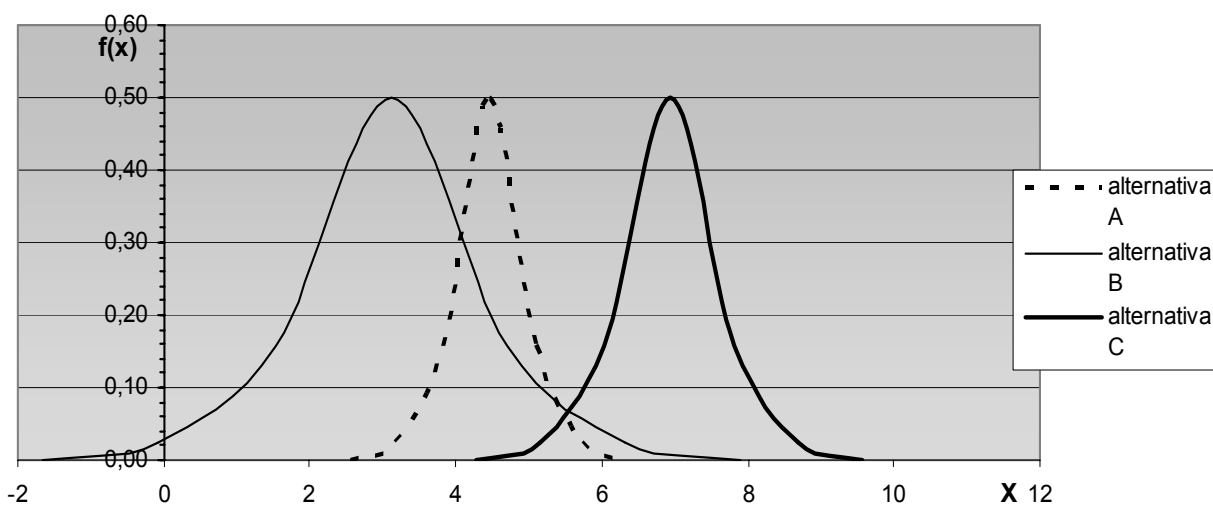


Figura 49 – Representação gráfica das distribuições normais padronizadas das avaliações das alternativas do exemplo ilustrativo, para um cenário otimista.

Tabela 9 – Cálculo do valor de confiança da avaliação entre as alternativas do exemplo ilustrativo para um cenário otimista.

	c	x (c)	teste t	fator c	confiança
AB	0,59711239	4,07461111	0,19364677	0,61270646	61,27%
AC	1,63013661	5,48414918	0,04228716	0,91542569	91,54%
BC	1,53425023	5,56890157	0,04914225	0,90171549	90,17%

Fundamentado nas informações obtidas pela análise de consistência, a equipe pode tomar sua decisão de seleção da alternativa que nos limites dos critérios estabelecidos, tem o maior potencial de sucesso.

3.3 SENSIBILIDADE NUMÉRICA DO MODELO

Não obstante serem suficientes os elementos obtidos da análise de consistência em diferentes cenários estratégicos para tomar a decisão de escolha da alternativa com maior potencial de sucesso, conforme demonstrado no exemplo ilustrativo, são possíveis inúmeras simulações de comportamento do modelo.

Com simulações de diferentes entrada de dados é possível averiguar a sensibilidade numérica do modelo. Assim sendo, três questionamentos devem ser examinados: i) a capacidade de ajuste do modelo a um possível erro de avaliação de um critério para uma alternativa; ii) a possibilidade de desvio de resultado para equívocos no estabelecimento de afinidades entre critérios e focos estratégicos; e iii) a sensibilidade do modelo às alterações de prioridades de visão estratégica.

Para provocar os resultados da simulação numérica emprega-se a estrutura do processo de seleção do exemplo ilustrativo do item 3.2.

A primeira simulação compara os resultados obtidos no exemplo ilustrativo para o cenário corrente com os resultados encontrados a partir de alterações em valores de avaliação de uma parcela de critérios, com a intenção de provocar um erro simulado, conforme ilustra a figura 50.

Assim, três desempenhos da alternativa A são inferiores aos da alternativa C. Contudo obtiveram equivocadamente valores de avaliação igual ou superior.

3º nível			DESCRIÇÃO DO PARÂMETRO	UNIDADE	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
Critério	Descrição do critério	Peso			Desempenho	Avaliação	Desempenho	Avaliação	Desempenho	Avaliação
C111	Peso	0,30	Peso do conjunto	kgf	8	4	9	3	6	7
C112	Tamanho em uso	0,20	Volume total	m ³	0,5	5	0,65	2	0,45	6
C113	Espaço interno	0,50	Área interna	cm ²	1125	3	1000	2	1950	7
C121	Travamentos	0,40	Quantidade de travamentos	ud	4	6	6	2	6	6
C122	Cantos e bordas	0,60	Quantidade de cantos e bordas	ud	3	6	6	2	2	8
C211	Limpeza	0,30	Facilidade de retirada do tecido	escala	satisfatório	5	tolerável	3	muito bom	8
C212	Manuseio de itens acessórios	0,20	Praticidade no manuseio de itens acessórios	escala	bom com falhas	7	fraco	2	bom	7
C213	Portabilidade	0,50	Facilidade de desmontagem	escala	bom com falhas	6	fraco	2	muito bom	8
C221	Porta-objetos	0,30	Quantidade de porta-objetos	ud	2	4	3	5	5	7
C222	Proteção contra-intempéries	0,20	Área de cobertura	fração	1/4	7	1/2	6	1/2	6
C223	Multi-funcionalidade	0,50	Quantidade de funções secundárias	ud	2	5	5	7	6	8

Figura 50 – Simulação de equívoco em valores de avaliação, comparados ao exemplo ilustrativo.

Embora os novos valores alterem o valor da média dos critérios da alternativa A, o valor de confiança continua favorável para a existência de não semelhança entre as duas curvas A e C, conforme apresenta a tabela 10 e a figura 51.

Contudo, ressalta-se que equívocos cumulativos reduzem o fator de confiança e, conseqüentemente o valor de confiança, i.e. a ocorrência de inúmeros equívocos de valores de avaliação incrementais para uma alternativa de menor desempenho e inversamente para outra de maior desempenho, reduzem a não semelhança entre as alternativas.

Assim sendo, conclui-se que a capacidade de acomodação dos equívocos de avaliação pelo modelo é inversamente dependente da semelhança das alternativas.

A segunda simulação examina a possibilidade de desvio de resultado para equívocos no estabelecimento de afinidades entre critérios e focos estratégicos.

Tabela 10 – Cálculo do valor de confiança da avaliação entre as alternativas para a simulação.

	c	x (c)	teste t	fator c	confiança
AB	0,51245379	3,11508427	0,20911102	0,58177797	58,18%
AC	0,62216903	4,31051051	0,17073497	0,65853007	65,85%
BC	0,99645994	3,82352941	0,09247123	0,81505755	81,51%

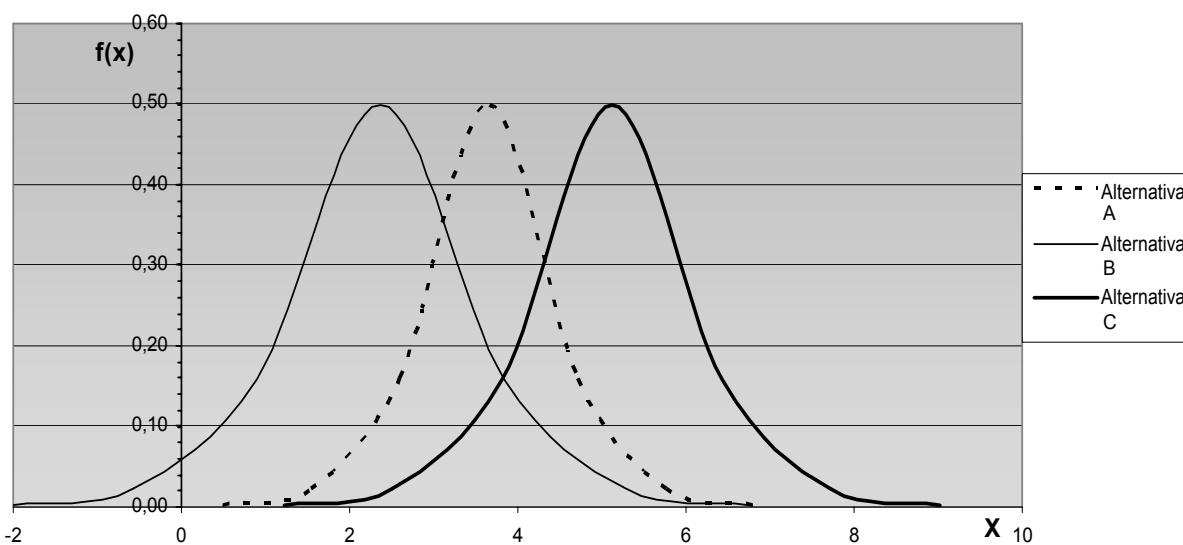


Figura 51 – Representação gráfica das distribuições normais padronizadas das avaliações das alternativas para a simulação de equívocos no valor de avaliação.

Portanto, compara-se o novo resultado, proveniente da alteração das afinidades com o resultado do exemplo ilustrativo para um cenário corrente.

Para provocar o equívoco, faz-se uma inversão das escolhas de afinidades para as áreas de visão estratégica denominadas de capacidade tecnológica e controle de qualidade e eliminam-se as afinidades estabelecidas entre o critério capacidade técnica, denominado C_1 e a visão estratégica denominada resposta do mercado, conforme apresentado no quadro 23, para uma alternativa S1.

Os elementos de entrada de dados foram considerados os mesmos do exemplo ilustrativo apresentados na figura 43 e quadro 15. As matrizes de afinidades das alternativas S2 e S3 foram igualmente estabelecidas à alternativa S1, assim, todas as matrizes sofreram as mesmas alterações das afinidades.

Quadro 23 – Matriz de afinidades para a alternativa S1 para simulação de equívoco.

		ALTERNATIVA S 1											
		C1					C2						
		Portabilidade	Tamanho em uso	Espaço interno	Tratamentos de segurança	Cantos e bordas	Limpeza	Manuseio de itens acessórios	Peso	Porta-objetos	Proteção contra intempéries	Multi-funcionalidade	
Fe ₁	Capacidade tecnológica	Uso de novos métodos de produção					0,038	0,03	0,075	0,03	0,01	0,063	
		Automação de parte do sistema de produção					0,038	0,03	0,075	0,03	0,01	0,063	
		Desenvolvimento de projetos para o ciclo-de-vida do produto					0,038	0,03	0,075	0,03	0,01	0,063	
		Uso de novas matérias-primas					0,038	0,03	0,075	0,03	0,01	0,063	
Fe ₂	Controle de qualidade	Intensificação do uso da força da marca	0,15	0,125	0,188	0,2	0,45						
		Percepção de produto de qualidade	0,15	0,125	0,188	0,2	0,45						
Fe ₃	Resposta de mercado	Atratividade de mercado					0,038	0,030	0,075	0,030	0,010	0,063	
		Formato atraente					0,038	0,030	0,075	0,030	0,010	0,063	
Fe ₄	Função	Possibilidades de funções secundárias	0,12	0,1	0,15	0,16	0,360	0,150					
Σ			0,420	0,350	0,525	0,560	1,260	0,375	0,180	0,450	0,180	0,060	0,375
Σ			3,115					1,620					
Σ			4,735										

Inversão de afinidades

Exclusão de afinidades

Deste modo, novas curvas são delineadas, ilustradas pela figura 52 e apresentados distintos resultados dos cálculos do valor de confiança comparativamente aos cálculos do exemplo ilustrativo.

Nota-se que o equívoco provocado ocasionou uma sensível redução dos valores de segurança, i.e. para as alternativas A e C do exemplo ilustrativo o valor de confiança é de 75,75%. Contudo, para o cálculo com simulação de equívoco foi obtido o valor de confiança de 66,32%, muito próximo do valor de referência estabelecido pela equipe para considerar uma não semelhança, conforme apresenta a tabela 11.

Pela análise da simulação pode-se concluir que o resultado apresentado pelo modelo é dependente do estabelecimento adequado de afinidades entre critérios e focos estratégicos e que equívocos podem conduzir a desvios de resultados.

A terceira simulação refere-se à sensibilidade do modelo para alterações de prioridades de visão estratégica, i.e. alterações dos pesos referentes às áreas de visão estratégica, conforme indicado no quadro 24.

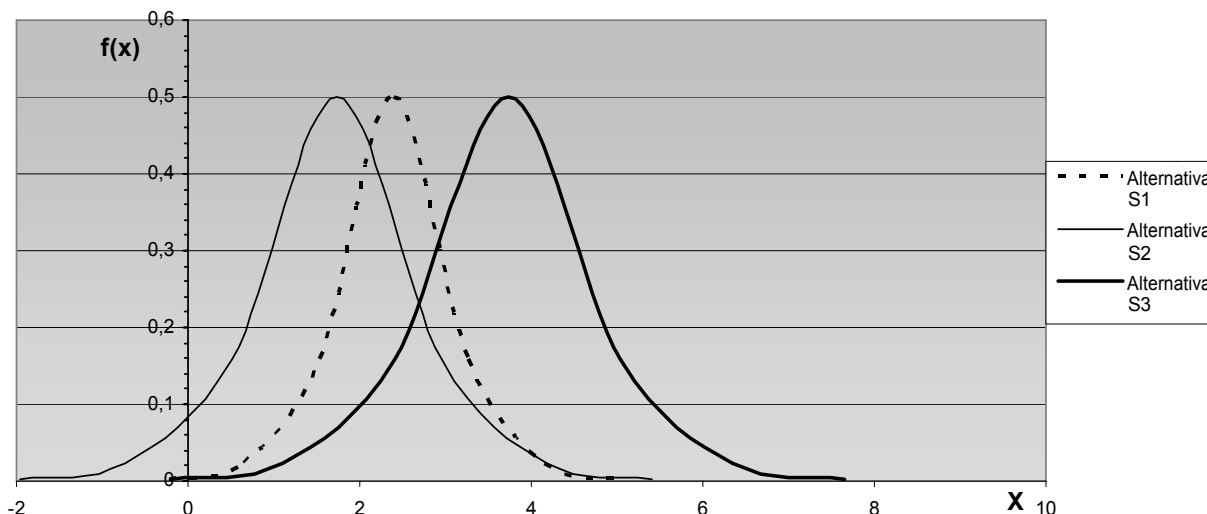


Figura 52 - Representação gráfica das distribuições normais padronizadas das avaliações das alternativas para a simulação de equívocos no estabelecimento de afinidades.

Tabela 11 – Cálculo do valor de confiança da avaliação entre as alternativas para a simulação.

	c	x (c)	teste t	fator c	Valor de confiança	Valor de confiança para o exemplo ilustrativo
S1S2	0,32502101	2,09340351	0,29409743	0,41180514	41,18%	47,78%
S1S3	0,63859817	2,88380623	0,16841306	0,66317389	66,32%	75,75%
S2S3	0,81048497	2,67353801	0,12324687	0,75350626	75,35%	81,51%

Contudo, o conjunto de dados de entrada, pesos dos critérios e valores de avaliação são os utilizados no exemplo ilustrativo e não são alterados.

Os resultados obtidos com a alteração conduzem a construção das distribuições normais padronizadas das alternativas A, B e C do exemplo ilustrativo, representados na figura 53. Nota-se que ocorre uma ampliação das caudas das curvas, função do aumento dos valores do desvio padrão.

A tabela 12 apresenta os resultados dos cálculos e a obtenção dos novos valores de confiança. Observa-se um decréscimo acentuado dos valores e, assim, dentro do limite de 60% estabelecido pela equipe como referência, não é possível identificar diferenças entre as alternativas.

Portanto, o modelo manifesta sensibilidade para alterações de prioridades de visão estratégica e, assim sendo, atende o pressuposto da variabilidade de resultados.

Quadro 24 – Visão estratégica e focos estratégicos para a simulação de alterações nas prioridades estratégicas.

VISÃO ESTRATÉGICA	P_{Ve_k}	$P_{F_{km}}$	$\frac{P_{Ve_k}}{P_{F_{km}}}$	FOCO ESTRATÉGICO (F_{km})
Capacidade tecnológica	0,2	0,25	0,05	Uso de novos métodos de produção
		0,25	0,05	Automação de parte do sistema de produção
		0,25	0,05	Desenvolvimento de projetos para o ciclo-de-vida do produto
		0,25	0,05	Uso de novas matérias-primas
Controle de qualidade	0,5	0,50	0,15	Intensificação do uso da força da marca
		0,50	0,15	Percepção de produto de qualidade
Resposta de mercado	0,1	0,50	0,2	Atratividade do mercado
		0,50	0,2	Formato atraente
Função	0,2	1,00	0,1	Possibilidade de funções secundárias

valores de pesos alterados

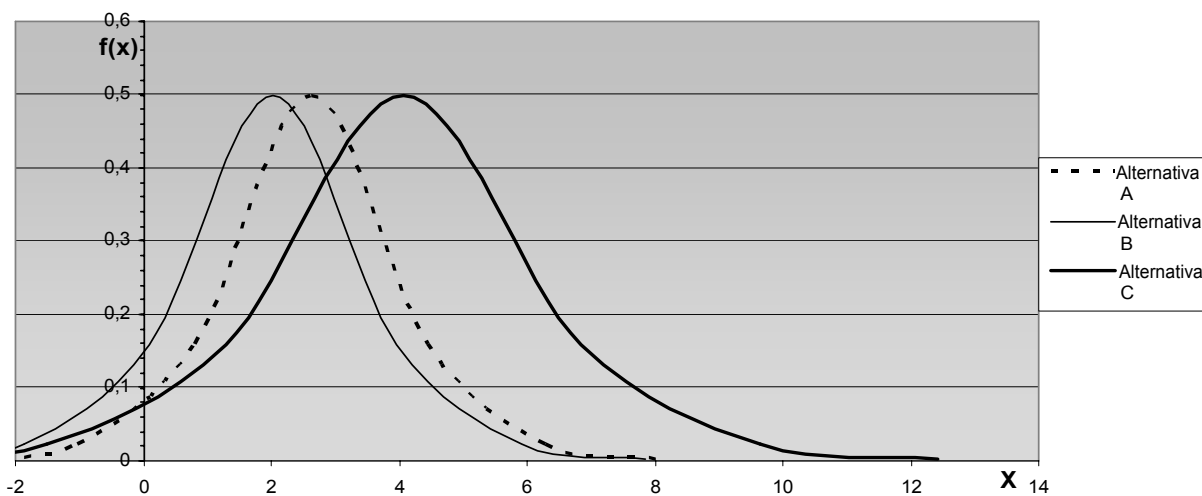


Figura 53 - Representação gráfica das distribuições normais padronizada das avaliações das alternativas para a simulação de sensibilidade do modelo para alterações de prioridades de visão estratégica.

Tabela 12 - Cálculo do valor de confiança da avaliação entre as alternativas para a simulação de sensibilidade do modelo para alterações de prioridades de visão estratégica.

	c	x (c)	teste t	fator c	confiança
AB	0,15919852	2,33650563	0,39022564	0,21954873	21,95%
AC	0,31264415	3,19897318	0,30135993	0,39728014	39,73%
BC	0,43209143	2,86619297	0,24226893	0,51546213	51,55%

3.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODELO

3.4.1 Aplicação do Modelo

Não obstante a característica de possibilitar algumas dezenas de combinações entre referenciais (critérios e visão estratégica) cujos cálculos representam o pressuposto da variabilidade dos resultados, o modelo admite que quatro condições essenciais devam ser atendidas em sua aplicação, para que a análise dos resultados conduza à seleção da alternativa com maior potencial de sucesso:

- a) Os avaliadores devem congregiar todos os requisitos relevantes e as condições possíveis, para estabelecer os critérios de avaliação, i.e. devem conhecer em profundidade as bases do projeto (e.g. a VOC e os requisitos e restrições técnicas);
- b) Os avaliadores devem ter amplo conhecimento dos focos estratégicos referentes à visão estratégica representada pelas áreas do negócio, tecnologia e inovação da organização, inclusive dos riscos inerentes às estratégias estabelecidas;
- c) Acuidade na determinação de relacionamentos entre critérios e focos estratégicos e nos cálculos matemáticos inerentes ao modelo; e
- d) A execução das tarefas e ações nos passos seqüenciais estabelecidos pelo modelo.

Contudo, unicamente atender as condições essenciais do modelo não garante como resultado a indicação da alternativa com melhor possibilidade de sucesso. A estrutura e características da equipe de desenvolvimento, concepções criativas, gestão do projeto, entre outros, são fatores críticos de sucesso⁵⁴.

Assim sendo, é necessária a observação da aplicação por meio de equipes de avaliação em ambientes de desenvolvimento com características distintas entre si e assim, estabelecer uma conclusão sobre o comportamento do modelo.

⁵⁴ Ver seção 2.4, quadro 6.

3.4.2 Análise do Comportamento do Modelo

O comportamento do modelo está sujeito à aplicabilidade na empresa e as suas limitações⁵⁵.

Acatados os limites do modelo, é possível aplicá-lo em qualquer organização industrial de manufatura. Contudo, é necessária uma análise da realidade do negócio.

Portanto, é determinante a avaliação do comportamento do modelo em casos distintos de aplicação (ver capítulo 5). Estas aplicações podem indicar as peculiaridades de cada organização e sua equipe nas questões de desenvolvimento de produtos, nas tomadas de decisão mais importantes relativas ao novo produto e se os resultados provenientes da aplicação do modelo estão adequados à realidade do negócio.

Contudo, podem existir alguns riscos de distorção na análise dos resultados do comportamento do modelo e nas conseqüentes conclusões. Um pressuposto é que algumas possíveis distorções podem ser originadas do entendimento da equipe de que o modelo acadêmico teórico não é adequado à realidade da empresa, antecipadamente à sua aplicação ou de que o modelo exige a penosa tarefa de construção de inúmeras planilhas e exaustivos cálculos matemáticos. Estes entendimentos podem ser fatores de resistência à correta aplicação do modelo.

Adicionalmente, processos sistemáticos de tomada de decisão e gestão de desenvolvimento de produtos não são práticas comuns em algumas empresas brasileiras. Assim sendo, a aplicação seqüencial dos passos do modelo e o rigor matemático poderiam ser considerados irrelevantes pela equipe e, assim, originar alguns equívocos de avaliação.

Contudo, pode-se reduzir o risco de equívocos das equipes na aplicação do modelo e no conseqüente comprometimento da análise, por meio de uma interface entre modelo e usuário, que conduza o processo de avaliação do comportamento do modelo igualmente.

⁵⁵ Ver item 3.1.3, limitações do modelo.

“Para conseguir que a força de seu exército seja semelhante à de uma pedra de moinho chocando-se contra um ovo, utilize a ciência dos pontos fracos e fortes.”

*SUN TZU,
“The Art of War”*

4 PLATAFORMA PARA ANÁLISE DE ALTERNATIVAS – UMA INTERFACE ENTRE O MODELO E O USUÁRIO

A P2As, acrônimo de Plataforma para Análise de Alternativas, é a denominação da implementação computacional fundamentada no modelo teórico proposto, cujo objetivo é estabelecer uma interface de acomodação entre o modelo e o usuário.

A P2As é a particularização de uma seqüência de planilhas eletrônicas, com o uso do *software* Excel® da Microsoft® e desenvolvida parcialmente com a linguagem de programação *Visual Basic for Applications - VBA®* (ver Shepherd, 2004). A P2As conduz a aplicação nos passos seqüenciais estabelecidos pelo modelo, automatiza os cálculos matemáticos, gera diagramas de desempenho e análise de consistência e informa o usuário sobre incorreções relacionadas às condições de utilização estabelecidas pelo modelo.

A implementação computacional do modelo é dividida em dois sistemas denominados como: i) P2As, cuja estrutura objetiva a aplicação do modelo teórico; e ii) P2AsTutorial, cuja estrutura funcional objetiva suprir informações sobre as seqüências de ações e tarefas necessárias para a aplicação do modelo teórico, os conceitos e condições estabelecidos pelo modelo e considerações a respeito das análises de resultados obtidos.

Assim, os sistemas foram construídos em estruturas funcionais independentes. Contudo, podem ser utilizados simultaneamente, i.e. o sistema P2AsTutorial pode ser utilizado como suporte informacional para o usuário, durante o uso do sistema P2As.

4.1 ESTRUTURA DA P2As

A estrutura do sistema P2As, representada graficamente pela figura 54, é dividida em cinco módulos⁵⁶ operacionais, obedientes⁵⁷ às três etapas propostas pelo modelo teórico (i.e. etapa de estabelecimento de referenciais, etapa de análise e avaliação das alternativas de solução e etapa de seleção da alternativa com o melhor potencial de sucesso, ver item 3.1.4), sendo:

1. Módulo administrativo (i.e. gerencia a seqüência de aplicações das tarefas e ações do modelo);
2. Módulo de entrada (i.e. gerencia a entrada de dados para o estabelecimento de referenciais de avaliação e os comandos de ação do usuário);
3. Módulo de armazenagem de dados (i.e. gerencia os locais de armazenagem de dados e conversão de valores);
4. Módulo matemático (i.e. gerencia os cálculos e interações matemáticas do modelo);
5. Módulo de saída (i.e. gerencia a interface de saída de resultados).

Adicionalmente, foram introduzidos dispositivos operacionais denominados de interface de segurança do sistema com o usuário. Estes dispositivos são bloqueios de ações e alertas gráficos referentes às operações incompletas ou equivocadas, demandadas pelas condições estabelecidas no modelo teórico, conforme exemplifica a figura 55.

⁵⁶ O termo “módulo” representa todos os procedimentos necessários para gerenciar uma operação inerente ao modelo teórico e ao sistema base (Windows XP Professional® e Windows Excel®).

⁵⁷ A Plataforma para Análise de Alternativas (P2As) segue estritamente a lógica (i.e. pressuposto, hipóteses, condições e considerações) do modelo de Análise de Alternativas com o Uso de Variáveis de Negócio (ver capítulo 3). Contudo, para melhor integração das planilhas eletrônicas, na P2As os 11 passos estabelecidos pelo modelo não seguem fielmente a seqüência original. Salienta-se que esta ação não interfere nos resultados obtidos.

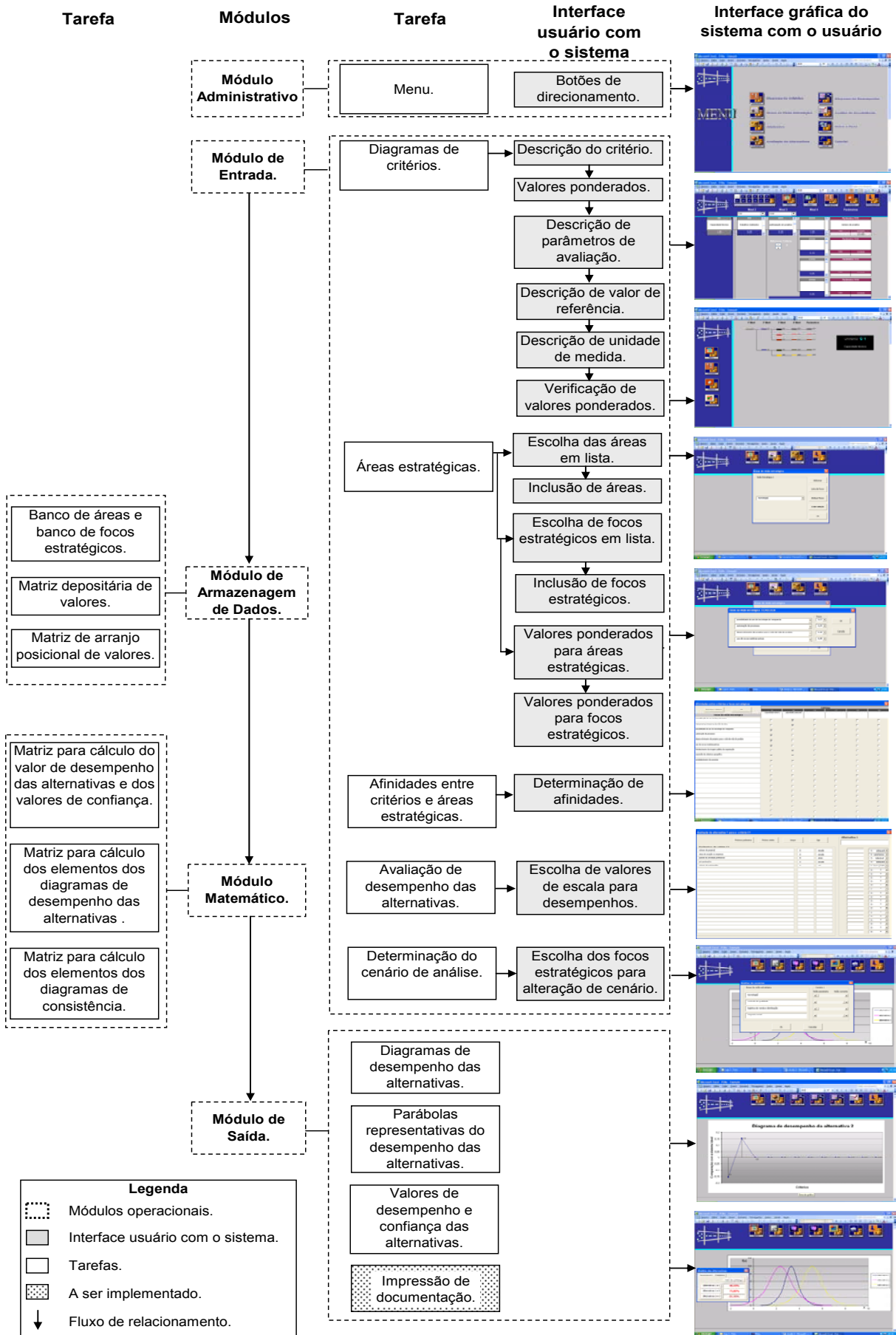


Figura 54 – Representação gráfica da estrutura do sistema P2As.

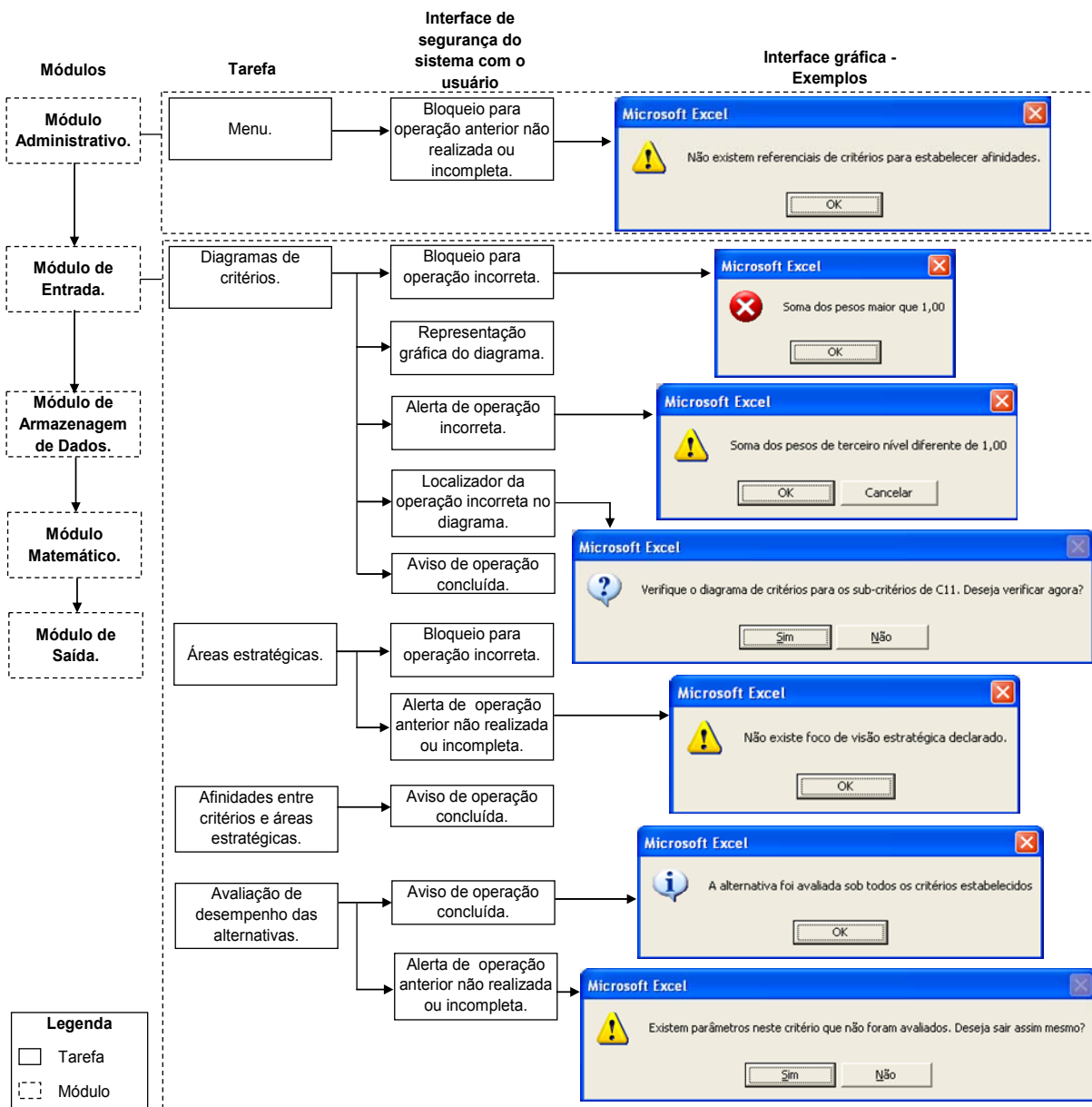


Figura 55 – Representação ilustrativa dos dispositivos de segurança do sistema e exemplos de interface gráfica.

4.1.1 Módulo Administrativo

O módulo administrativo da P2As possui três possibilidades funcionais: i) não disponibilizar etapas e tarefas caso a seqüência prevista pelo modelo não seja atendida; ii) direcionar o usuário para a ação desejada; e iii) prover informações condensadas sobre as ações em execução.

Os botões de direcionamento são habilitados na página denominada menu, conforme ilustra a figura 56. Caso uma operação sequencialmente anterior não

tenha sido executada, o sistema informa ao usuário que uma etapa anterior deve ser cumprida antes de prosseguir (ver figura 55).

Todas as janelas de interface com o usuário possuem botões direcionadores gerenciados pelo módulo administrador. Assim, após o cumprimento de todas as etapas previstas pelo modelo, é possível acessar janelas não seqüenciais do sistema. Esta ação é especialmente útil para executar simulações, revisar valores e analisar variabilidades nos resultados.

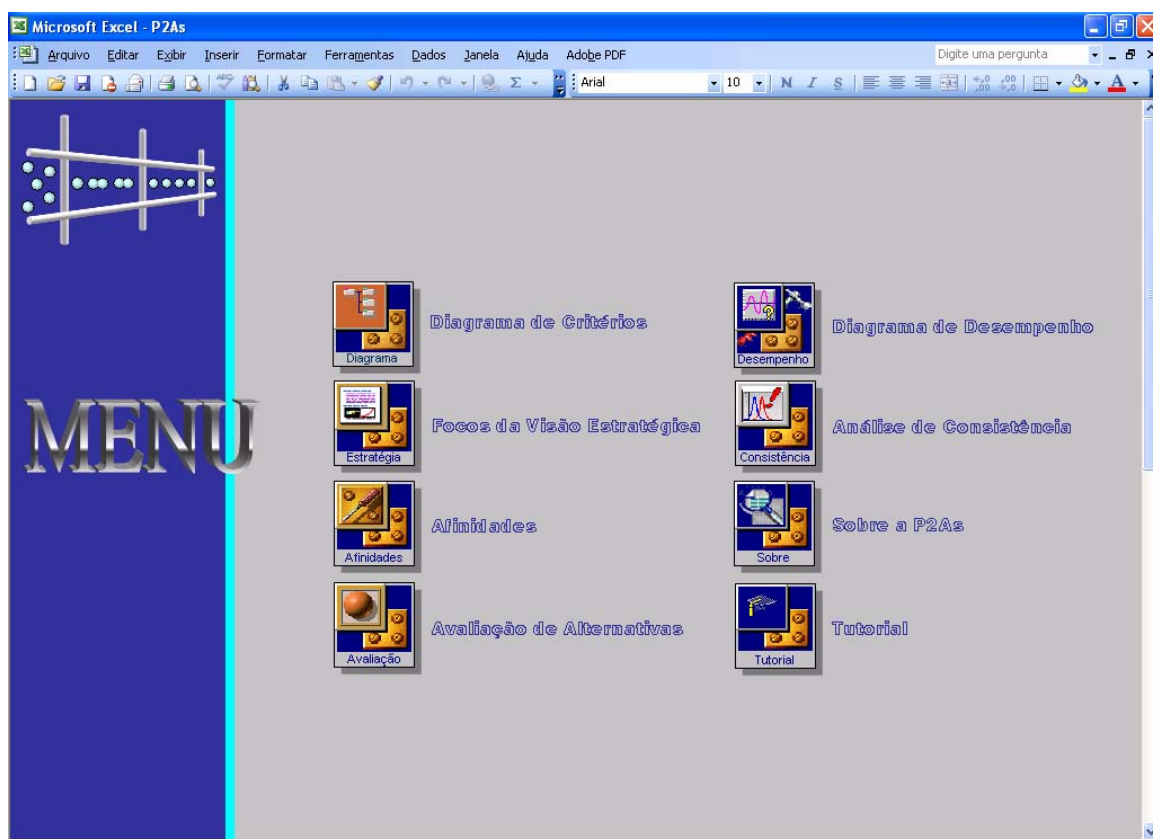


Figura 56 – Ilustração da interface gráfica “menu” da P2As.

4.1.1.1 Informações condensadas sobre a ação em execução

Durante todo o processo de análise e avaliação, a P2As orienta o usuário quanto as principais ações e, em alguns casos, o conceito teórico no qual uma ação é fundamentada, conforme ilustra o exemplo da figura 57.

Estas orientações são disponibilizadas para o usuário ao “pressionar” o

botão correspondente a “informações” em cada janela de tarefa, as quais são apresentadas em caixas de diálogo de objetos *UserForms*⁵⁸.

Contudo, as orientações disponíveis na P2As podem não ser suficientes para esclarecer as dúvidas de um usuário iniciante no sistema. Assim, recomenda-se o uso do sistema auxiliar P2AsTutorial, cujo objetivo principal é orientar detalhadamente o usuário para todas as funções dos botões de tarefas e as seqüências de ações (ver item 4.2).

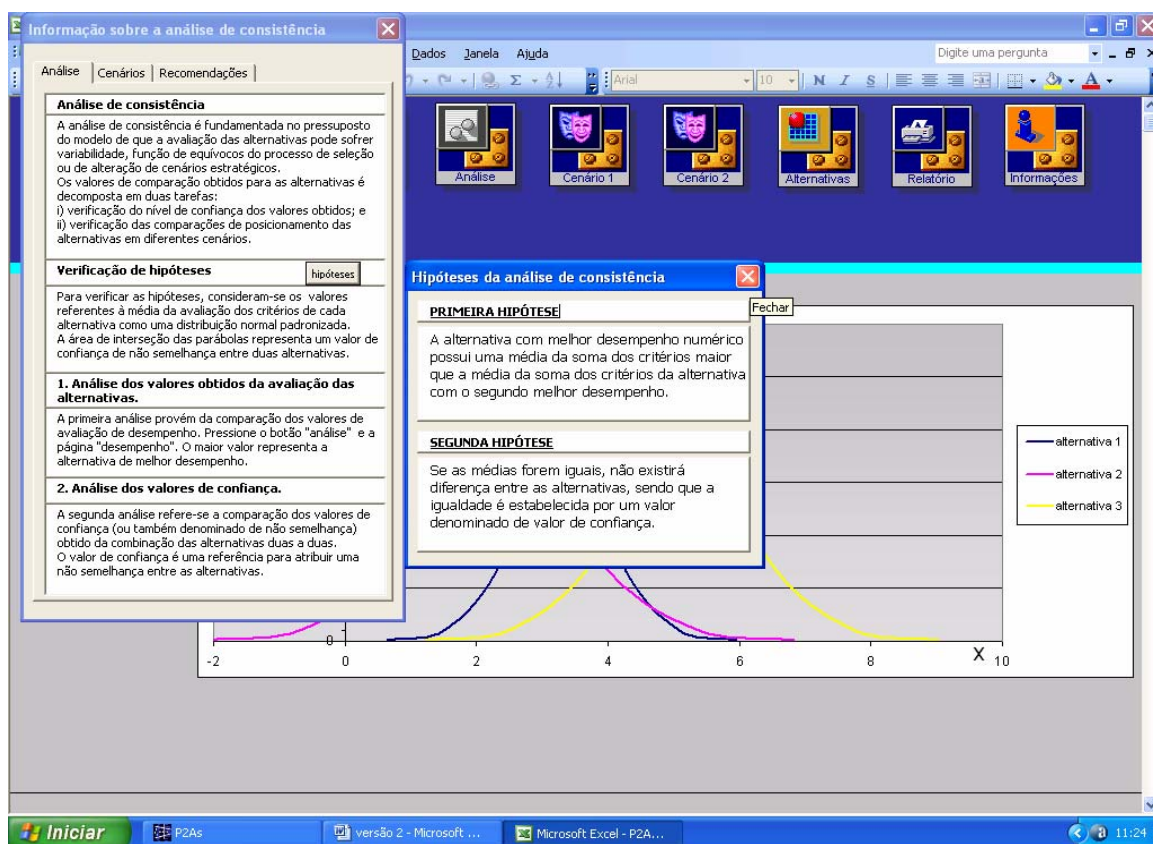


Figura 57 – Exemplo ilustrativo da interface gráfica “análise de consistência” com a exibição da janela de informações.

4.1.2 Módulo de Entradas

Existem três tipos de entradas de informações no sistema pelo usuário, sendo: i) utilização dos botões de ação; ii) inserção de elementos descritivos; iii) inserção de valores numéricos de ponderação de critérios, áreas e focos estratégicos e de valores de escala da avaliação de desempenho das alternativas.

⁵⁸ A árvore de projeto *VBA*® para a P2As é composta de planilhas, *UserForms* e módulos, denominados de objetos. O conceito de cada objeto pode ser visto em Shepherd (2004).

Os botões de ação são do tipo comando (*CommandButton*), caixa de seleção (*CheckBox*) e barras de rolagem (*ScrollBar*). Os elementos descritivos são inseridos diretamente via teclado ou, em alguns casos, por meio de escolha em listas nas caixas de combinação (*ComboBox*), conforme exemplificado na figura 58. Os valores numéricos são inseridos por meio de barra de rolagem ou escolha em caixas de combinação para evitar a inserção de valores fora dos limites estabelecidos pelo modelo.

Os elementos descritivos das janelas de avaliação de desempenho e afinidades são transportados automaticamente dos bancos de armazenagem de informações (ver item 4.1.3). Assim, o usuário pode inserir no formulário específico para a tarefa (*UserForm*) apenas valores de referência, considerados pelo sistema como elementos descritivos e, neste caso, como uma ação não obrigatória. Contudo, cada parâmetro declarado deve ter um valor de escala associado, determinado pelo usuário em uma caixa de combinação, conforme ilustra a figura 59.

Para a entrada de valores dos fatores de incerteza dos diferentes focos estratégicos para o estabelecimento de cenários distintos de análise da variabilidade de resultados, adotou-se uma interface com botões de ação tipo barra de rolagem, conforme ilustra a figura 60. Assim, promovem-se análises balanceadas entre cenários otimista e pessimista, ajustados com os valores limites dos fatores de incerteza inicialmente estabelecidos pelo modelo (ver item 3.1.5.7, equação 20).

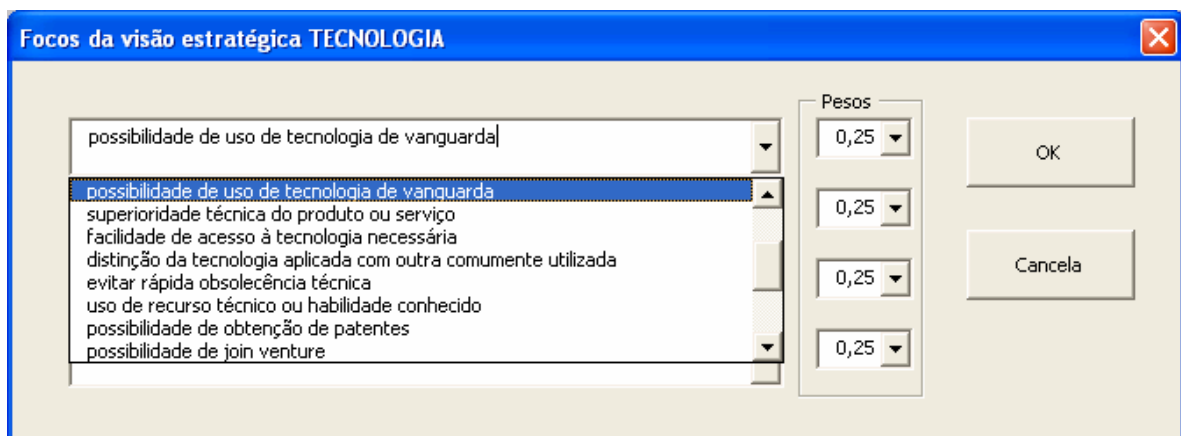


Figura 58 – Exemplo da interface gráfica para inserção de elementos descritivos com o uso de listas em caixas de combinação.



Figura 59 – Excerto da interface gráfica “Avaliação da Alternativa...” com destaque para a caixa de combinação de escolha do valor de escala do parâmetro.

A tarefa de determinação de afinidades entre critérios de avaliação e focos estratégicos utiliza duas “matrizes de afinidades”, por meio de uma interface gráfica tipo formulário (*UserForm*). Para a ação de informação de entrada pelo usuário são utilizados botões tipo caixas de seleção, conforme ilustra a figura 61. Cada afinidade atribuída é transformada em código pela matriz de armazenamento (ver item 4.1.3).

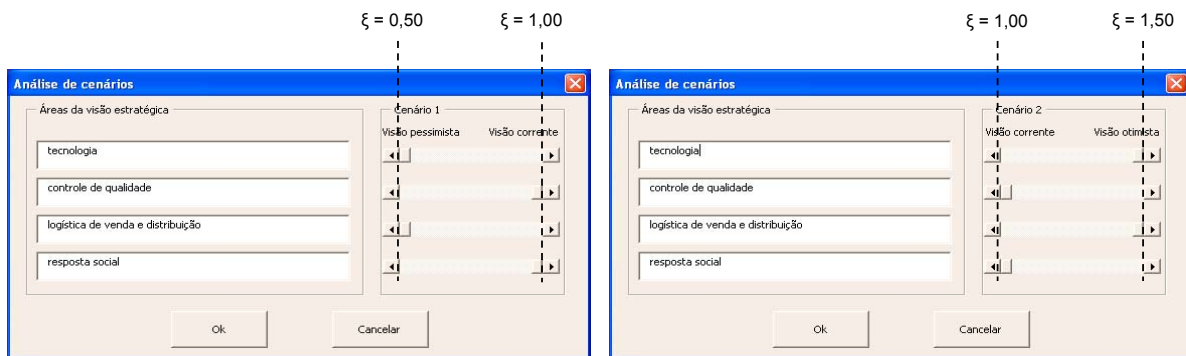


Figura 60 – Exemplo ilustrativo da interface gráfica de entrada de dados para análise de cenários.

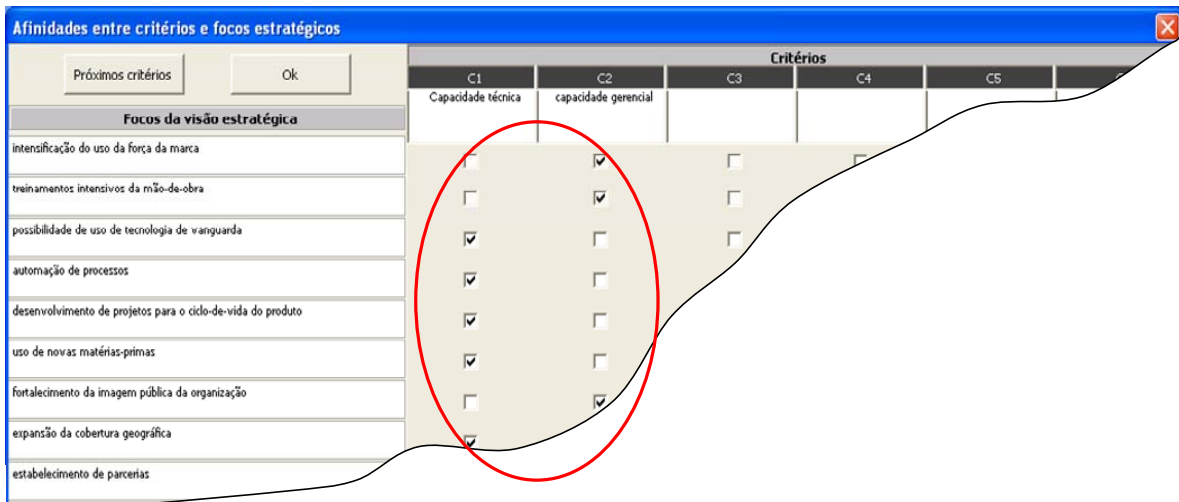


Figura 61 – Excerto da interface gráfica “Afinidades...” com destaque a entrada de dados por meio das caixas de seleção para determinação das afinidades.

4.1.2.1 Verificação de valores de entrada

Durante a entrada de dados pelo usuário, o sistema efetua verificações automáticas, as quais podem gerar sinais de informação, alerta ou bloqueio da seqüência da tarefa (ver figura 55).

Contudo, na tarefa de elaboração de diagramas de critérios, o sistema preconiza observar a representação gráfica disposta na interface gráfica denominada de mapa do critério, acionada pelo botão de comando “mapa” localizado em todas as janelas de critérios. Assim, pode-se visualmente identificar se todos os sub-critérios de último nível possuem parâmetros de avaliação correspondentes.

Adicionalmente, o sistema disponibiliza uma verificação de atendimento às condições preceituadas pelo modelo teórico, quanto ao estabelecimento de valores ponderados acionado pelo botão de comando “verificação”. Na ocorrência de uma falha, o sistema sinaliza com uma mensagem de alerta e se o usuário optar, localiza o erro na janela do critério, conforme ilustra a figura 62.

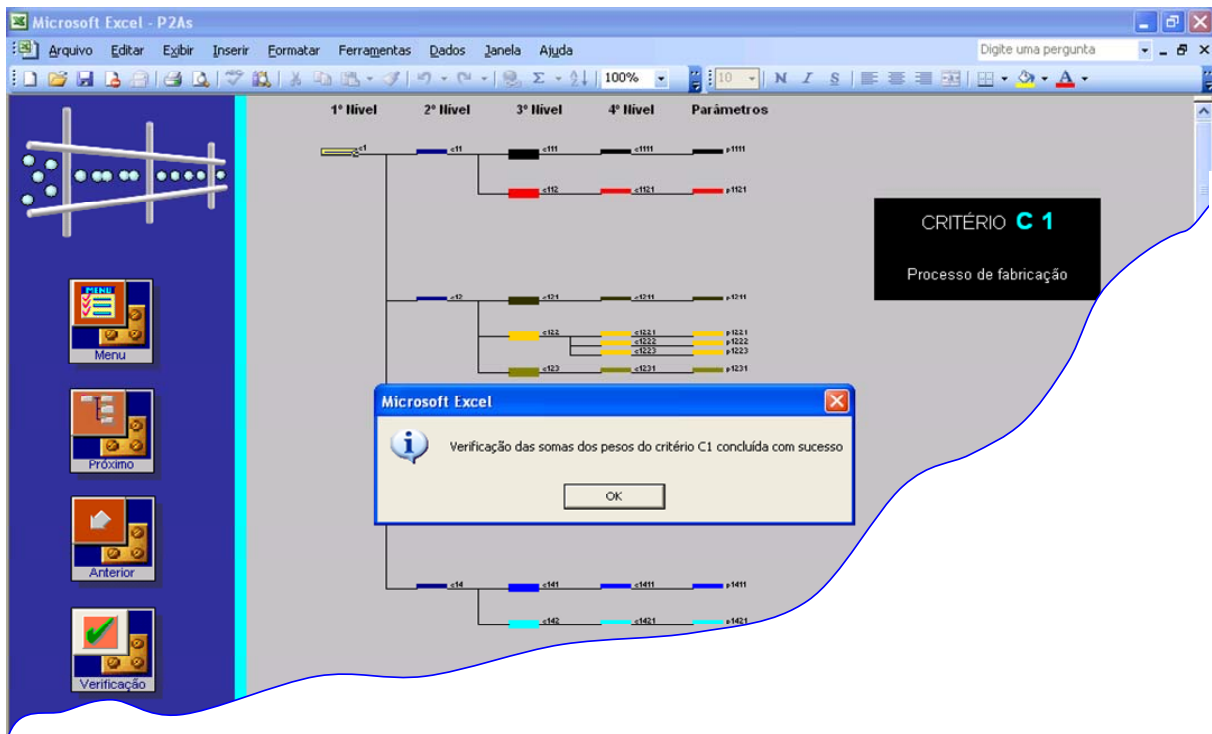


Figura 62 – Excerto da interface gráfica “mapa do critério” para verificação de diagrama, com mensagem de conclusão de ação.

4.1.3 Módulo de Armazenagem de Dados

O sistema armazena os dados de entrada e possibilita interrupções durante o processo, e.g. a necessidade de coleta de informações adicionais ou a inclusão de novos critérios de avaliação.

Cada informação de entrada possui um espaço específico (*slot*) em uma das quatro matrizes⁵⁹ de armazenagem. Contudo, para a utilização dos elementos (valores numéricos ou descritivos) pelas matrizes de cálculos ou pelo módulo de entrada é necessário a eliminação de valores iguais à zero ou nulos (i.e. “0” e “”), cuja ação é denominada de “arranjo”⁶⁰ e é executada automaticamente pelo sistema, conforme indicado na representação da figura 63.

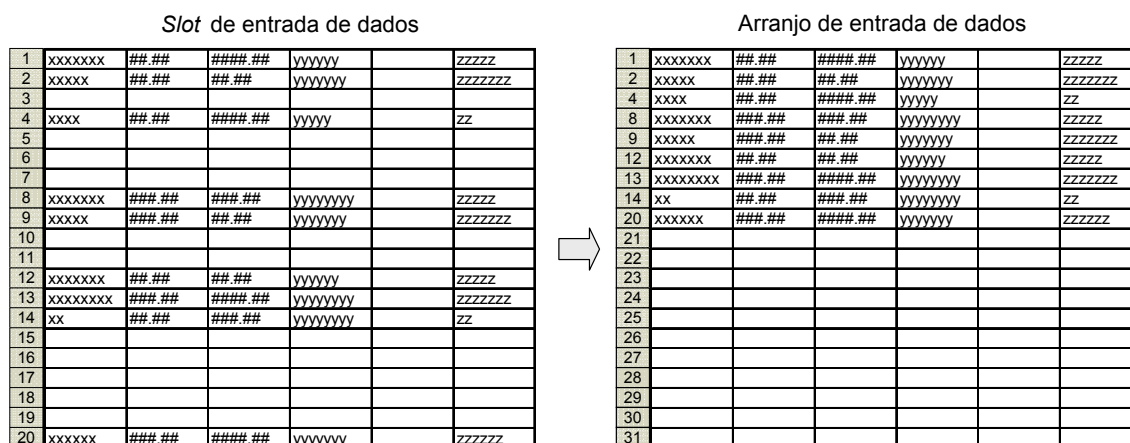


Figura 63 – Representação das matrizes de armazenamento de *slot* e arranjo de entrada de dados.

As matrizes de armazenamento das listas de áreas da visão estratégica e dos focos estratégicos genéricos são denominadas de bancos⁶¹ de áreas e focos respectivamente, que podem facilitar a aplicação do modelo em empresas cujas estratégias de negócio, tecnologia e inovação não são formalmente declaradas.

As descrições dos elementos constantes nos bancos referem-se às citações relacionadas no item 3.1.5.4 e disponíveis no apêndice A.

⁵⁹ O termo matriz neste capítulo significa um espaço específico inserido em uma planilha (i.e. objeto da árvore de projeto *VBA*® para a P2As) para cálculos e operações matemáticas ou armazenagem de dados.

⁶⁰ A convenção do termo “arranjo” está limitada à aplicação no modelo proposto.

⁶¹ A convenção do termo “banco” de áreas e focos estratégicos está limitada à aplicação no modelo proposto.

Contudo, tanto o banco de áreas quanto o de focos estratégicos disponibilizam *slot* de entrada para inclusão de novos elementos descritivos peculiares para cada aplicação do modelo.

4.1.3.1 Matrizes de conversão de dados descritivos em valores

Duas matrizes de armazenamento convertem automaticamente entradas descritivas em valores numéricos.

A primeira matriz converte a entrada de afinidades por meio das caixas de seleção nos valores “0” para caixa vazia e “1” para caixa selecionada. Igualmente às demais matrizes de armazenamento, os valores nulos (i.e. “ ”), são eliminados pela matriz de “arranjo” de valores. Contudo, estes valores nulos referem-se aos focos estratégicos. Portanto, as matrizes de *slot* de entrada e de arranjo das afinidades estão associadas à matriz de armazenamento de focos estratégicos declarados pelo usuário, ilustrada pela representação da figura 64.

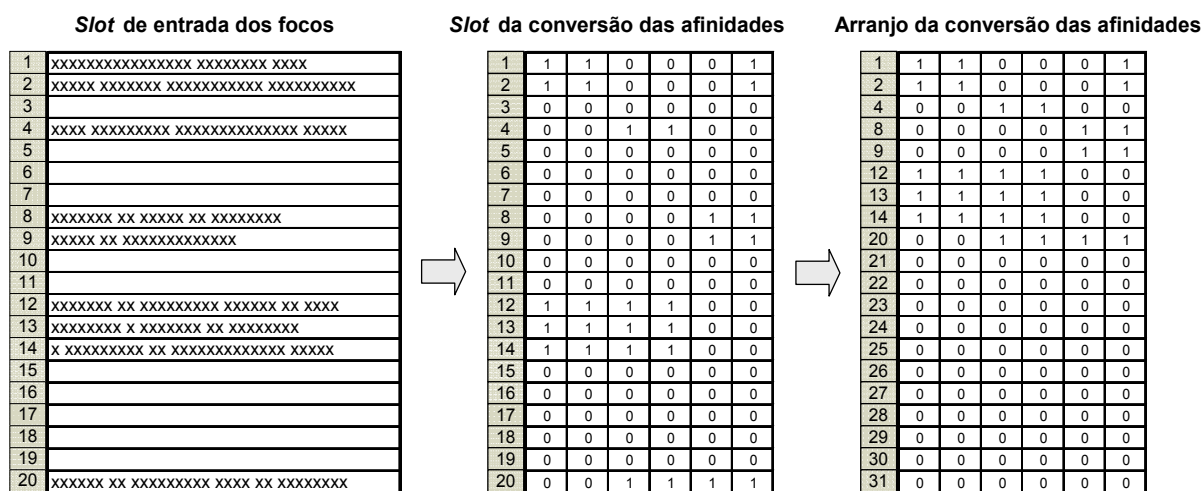


Figura 64 – Representação das matrizes de armazenamento de *slot* de entrada dos focos estratégicos, *slot* da conversão das afinidades e matriz de arranjo de entrada de afinidades.

A segunda matriz de conversão refere-se à lista de valores de escala para avaliar o desempenho das alternativas. Os valores descritivos constantes na matriz de armazenagem da lista são convertidos em valores numéricos diretamente correspondentes (e.g. o valor descritivo de escala constante na lista igual a “4 – adequada” corresponde ao valor numérico 4; “5 – satisfatória” corresponde ao valor numérico 5 e assim por diante).

Existem três tipos de fluxos de informações das planilhas: i) diretamente entre as matrizes periféricas; ii) em direção à matriz central; e iii) partindo da matriz central.

O primeiro é dependente do relacionamento entre variáveis de entrada (i.e. caso um dado de entrada interfira no resultado de diferentes planilhas). O segundo utiliza os resultados parciais provenientes das matrizes periféricas para o cálculo dos resultados finais e, finalmente, o terceiro utiliza os resultados finais para calcular dados de origem das representações gráficas de saída.

4.1.5 Módulo de Saída

O módulo de saída reúne o conjunto de resultados obtidos do módulo matemático e apresenta-os por meio de uma interface gráfica do sistema com o usuário e pela impressão de relatório padrão⁶³. As interfaces gráficas são apresentadas conforme a informação de entrada pelo usuário por meio dos botões de comando.

As interfaces gráficas de saída estão divididas em:

1. Diagramas individuais de desempenho das alternativas, ilustrada na figura 66;
2. Curvas para análise de não semelhança entre alternativas para os cenários corrente, pessimista e otimista, individualmente, conforme exemplifica a figura 67;
3. Caixas de diálogo multipáginas com resultados numéricos dos valores de desempenho e confiança das alternativas para os cenários corrente, pessimista e otimista, individualmente, conforme exemplificado na figura 68;
4. Caixa de diálogo com a denominação de cada alternativa avaliada;
5. Relatório padronizado (a ser implantado) contendo a relação dos critérios globais e parâmetros utilizados para a avaliação, as áreas estratégicas

⁶³ A ser implantado.

consideradas e os respectivos focos declarados e os valores numéricos de desempenho e confiança para cada cenário.

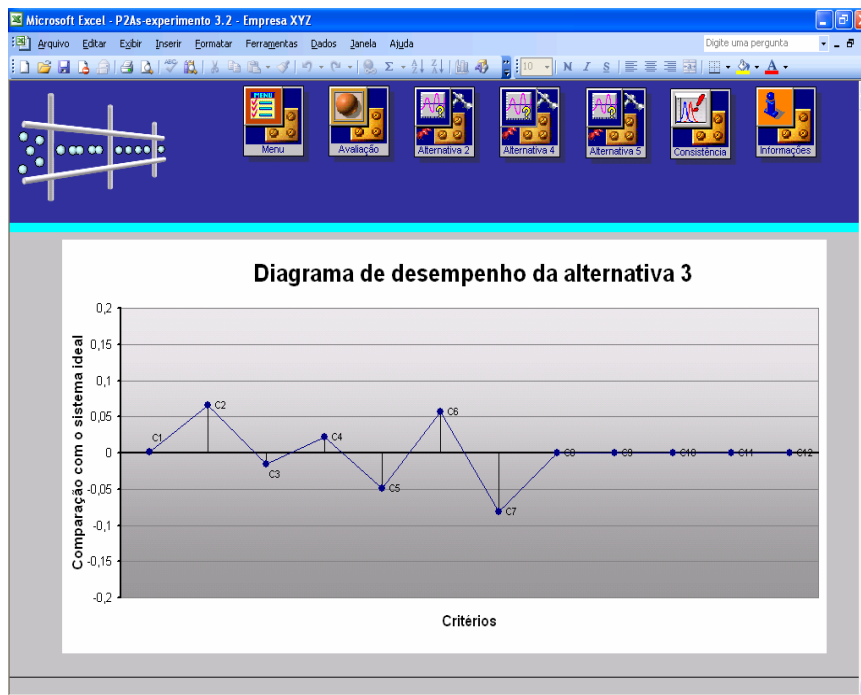


Figura 66 - Exemplo ilustrativo da interface gráfica de saída do diagrama de desempenho de uma alternativa.

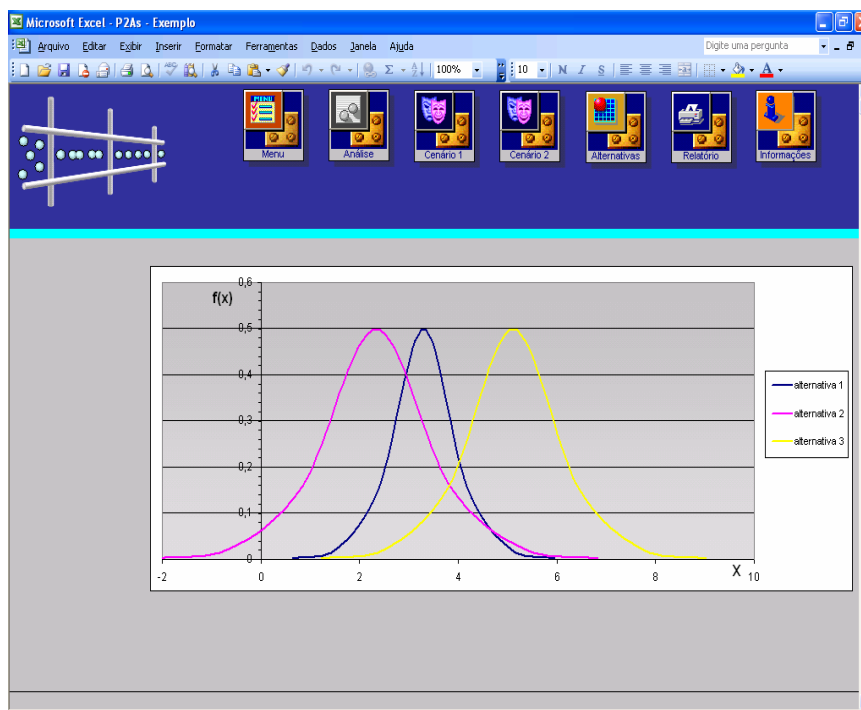


Figura 67 - Exemplo ilustrativo da interface gráfica de saída das curvas para análise de não semelhança entre alternativas.

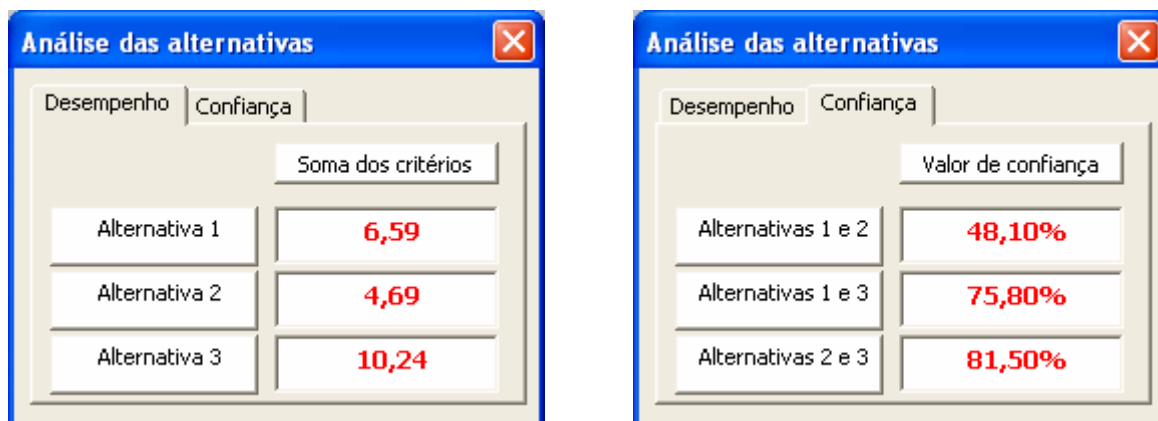


Figura 68 – Exemplo ilustrativo da interface gráfica de saída dos resultados numéricos para análise das alternativas.

4.2 O SISTEMA COMPLEMENTAR P2AsTutorial

A P2AsTutorial é um conjunto de planilhas que oferece informações detalhadas para compreensão do modelo e suas ações (expresso pela P2As) e é apresentado como um sistema independente.

Este sistema complementar identifica a função de cada botão de tarefa e orienta o usuário passo a passo, quanto às ações necessárias e opcionais para aplicação da P2As. Assim, é possível uma equipe de avaliadores, com certa experiência em processos de avaliação de alternativas, entender o funcionamento do modelo sem uma instrução formal presencial.

4.2.1 Estrutura da P2AsTutorial

A estrutura do sistema P2AsTutorial, representada graficamente pela figura 69, é dividida operacionalmente em: i) módulo administrativo; e ii) módulo de entrada.

4.2.1.1 Módulo administrativo da P2AsTutorial

O módulo administrativo é composto de uma interface gráfica denominada “menu”, com botões de comando (*CommandButton*) que direcionam o usuário a

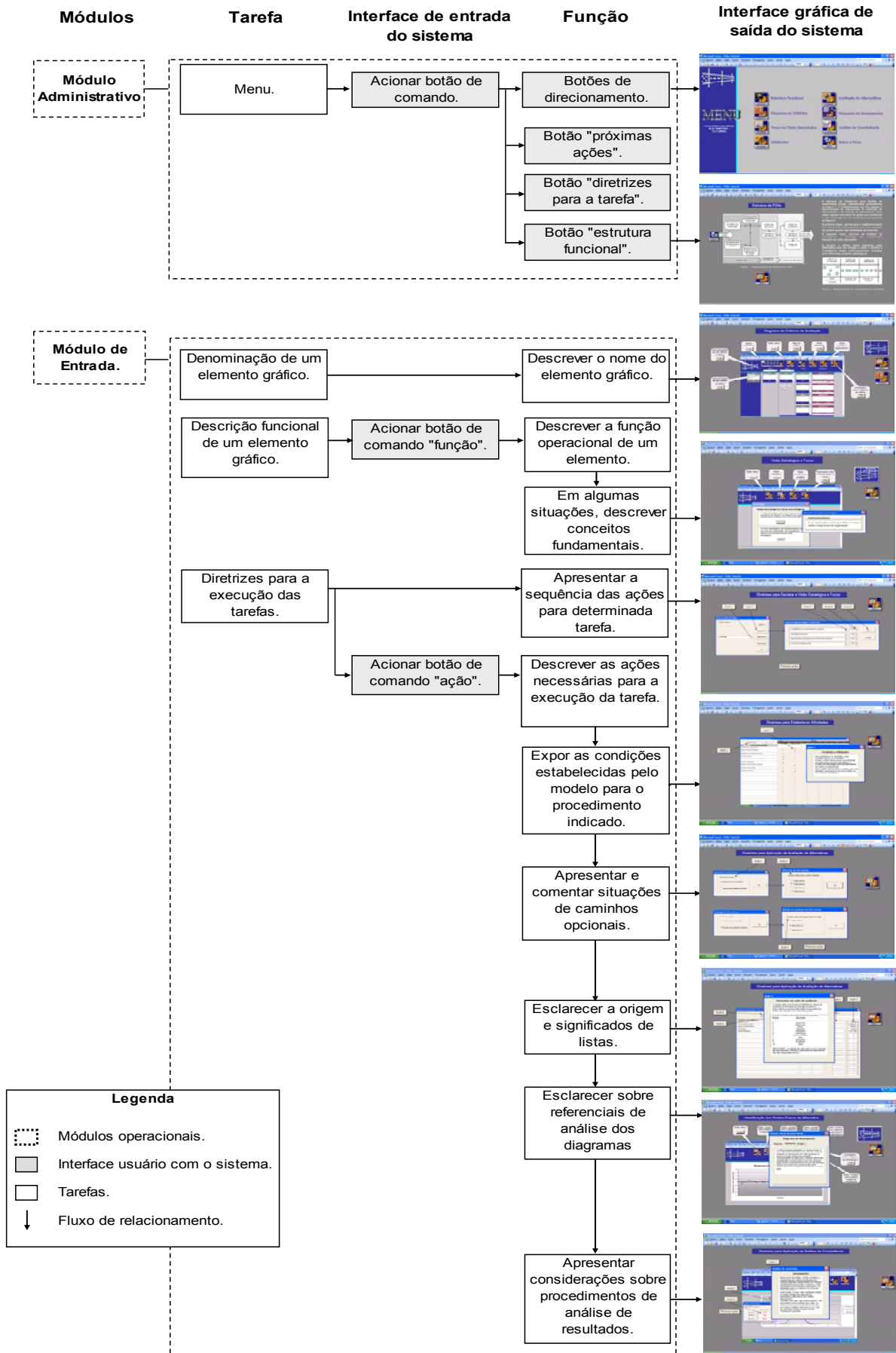


Figura 69 – Representação gráfica da estrutura do sistema complementar P2AsTutorial.

qualquer tarefa prevista pelo modelo, com a utilização do sistema P2As. Os botões estão dispostos sequencialmente à execução das tarefas da P2As, fato facilitador para iniciantes no sistema. Contudo, não existem bloqueios (como na P2As). Assim, o usuário pode “saltar” etapas, principalmente em uso simultâneo com a P2As.

As interfaces gráficas das informações de tarefas exibem botões de comando denominados “diretrizes para a tarefa” e “próximas ações”.

O primeiro direciona o usuário para a interface gráfica de uma tarefa a qual exhibe a sequência de ações para executá-la e o segundo direciona para a próxima sequência de ações de uma tarefa.

Para alterar da interface gráfica de exibição de uma tarefa para outra é necessário retornar para a janela “menu”. Esta ação intencionalmente disposta no sistema procura manter a orientação do usuário com referência às etapas.

O botão de comando na interface gráfica “menu” denominado de “estrutura funcional” direciona o usuário a uma janela contendo informações básicas sobre o modelo teórico, cujo sistema Plataforma para Análise de Alternativas (P2As) se fundamenta.

4.2.1.2 Módulo de entrada da P2As Tutorial

O módulo de entrada provém ao sistema às interfaces gráficas para as ações do usuário, denominadas de tarefas e as direciona para as janelas de exibição de informações. As tarefas dividem-se em: i) denominação de um elemento gráfico; ii) descrição funcional de um elemento gráfico; e iii) diretrizes para execução da tarefa.

A denominação de elementos gráficos refere-se à taxonomia de utilização na P2As. Embora alguns dos botões de comando do sistema possuam ícones e nomes representativos cuja função é facilmente identificada, o sistema nomeia caixas de diálogo, caixas de entrada de dados, entre outros.

A descrição funcional de um elemento gráfico informa, para o usuário, sua função operacional, conforme ilustra a figura 70 e, em algumas situações específicas

e informa condições e conceitos referentes à função operacional fundamentadas no modelo teórico.

Adicionalmente, em algumas caixas de diálogo são sugeridos procedimentos facilitadores referentes à função do elemento gráfico, as quais são particularmente importantes nas entradas de dados pelo usuário, sejam dados novos ou revisionais.

Para obter a informação desejada, o usuário deve simplesmente “pressionar” o botão “função” do elemento gráfico.

O último grupo de tarefas do módulo de entradas da P2AsTutorial está relacionado às ações. Ao “pressionar” o botão de comando “diretrizes para execução” da interface gráfica de determinada tarefa, o usuário acessa a seqüência de ações relacionadas à sua execução.

Ao acionar o botão de comando “ação” de uma seqüência de ações, o usuário obtém informações referentes aos procedimentos necessários para a execução de determinada tarefa. No evento de existir condições peculiares estabelecidas pelo modelo teórico para determinada ação, o sistema disponibilizará

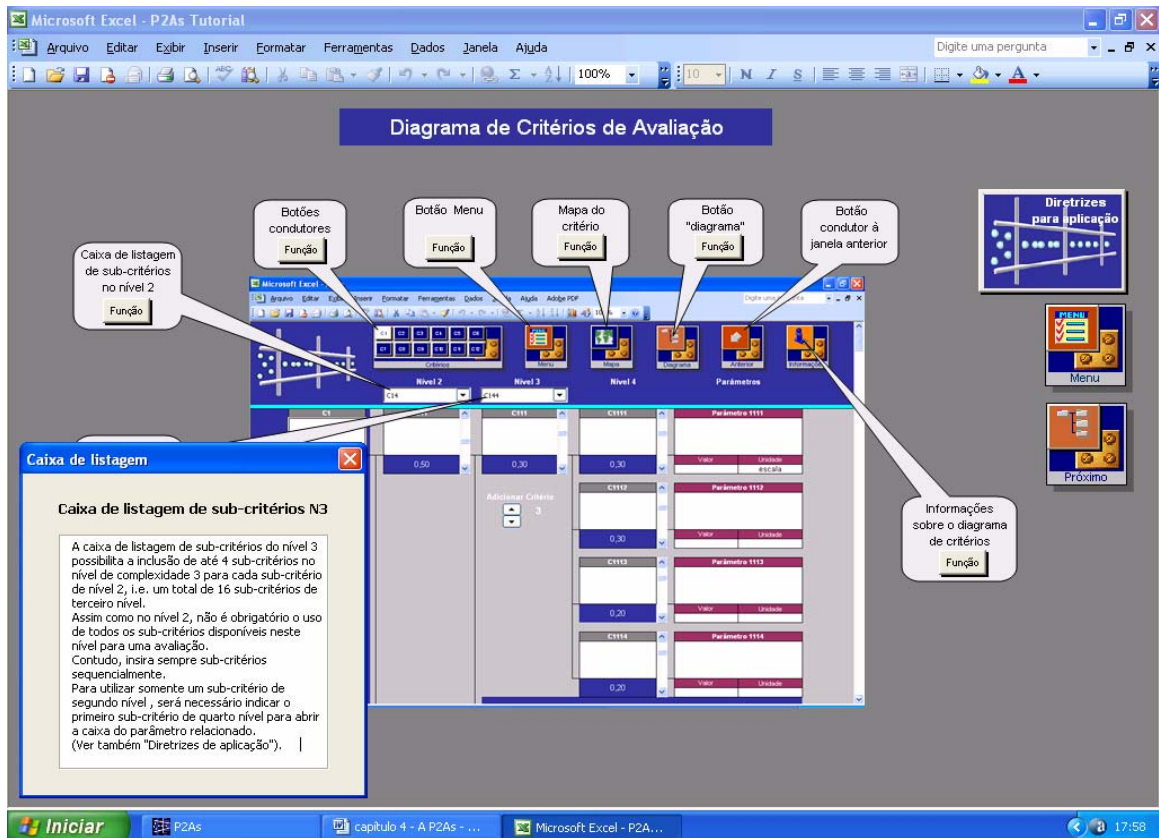


Figura 70 – Exemplo ilustrativo da interface gráfica de uma tarefa com a descrição da função de um elemento.

uma caixa de diálogos multipaginas, contendo informações complementares, conforme apresentado no exemplo ilustrativo da figura 71.

Em revisões de processos de análise e avaliação de alternativas com a utilização do sistema P2As pode-se utilizar “atalhos”⁶⁴ para verificar ou alterar um elemento.

Os acessos alternativos para uma determinada interface gráfica são auto-explicativos. Contudo, a P2AsTutorial comenta o uso dos caminhos opcionais.

O sistema P2AsTutorial esclarece sobre os referenciais de análise com o uso dos diagramas de desempenho e curvas de desempenho das alternativas nas análises de consistência em diferentes cenários.

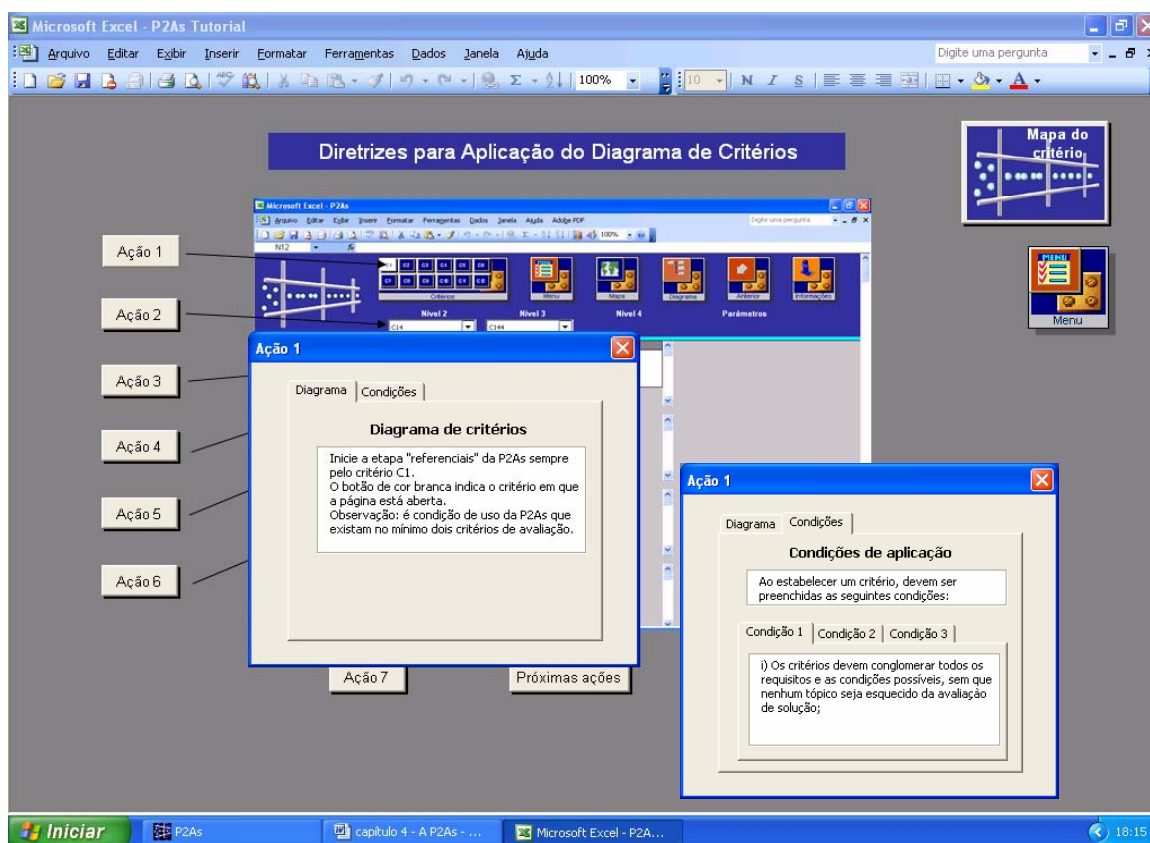


Figura 71 - Exemplo ilustrativo da interface gráfica de uma tarefa com a descrição dos procedimentos e as condições estabelecidas pelo modelo teórico para executar uma ação.

⁶⁴ O termo “atalho” é utilizado para indicar um acesso direto à determinada interface gráfica ou a um elemento contido nela.

Adicionalmente, o sistema aborda procedimentos, condições e hipóteses constituídas pelo modelo teórico para estabelecer a análise, conforme ilustra a figura 72 e as ações para efetuar simulações por meio de alterações de valores numéricos e mudanças de cenários e tece comentários sobre comparações de distintos resultados que podem ser obtidos.

Ocasionalmente, o sistema P2AsTutorial recomenda, por meio de caixas de diálogo, procedimentos que facilitam a determinação de referenciais de análise de resultados que deve ser estabelecido pelo avaliador usuário (e.g. o valor de confiança de referência).

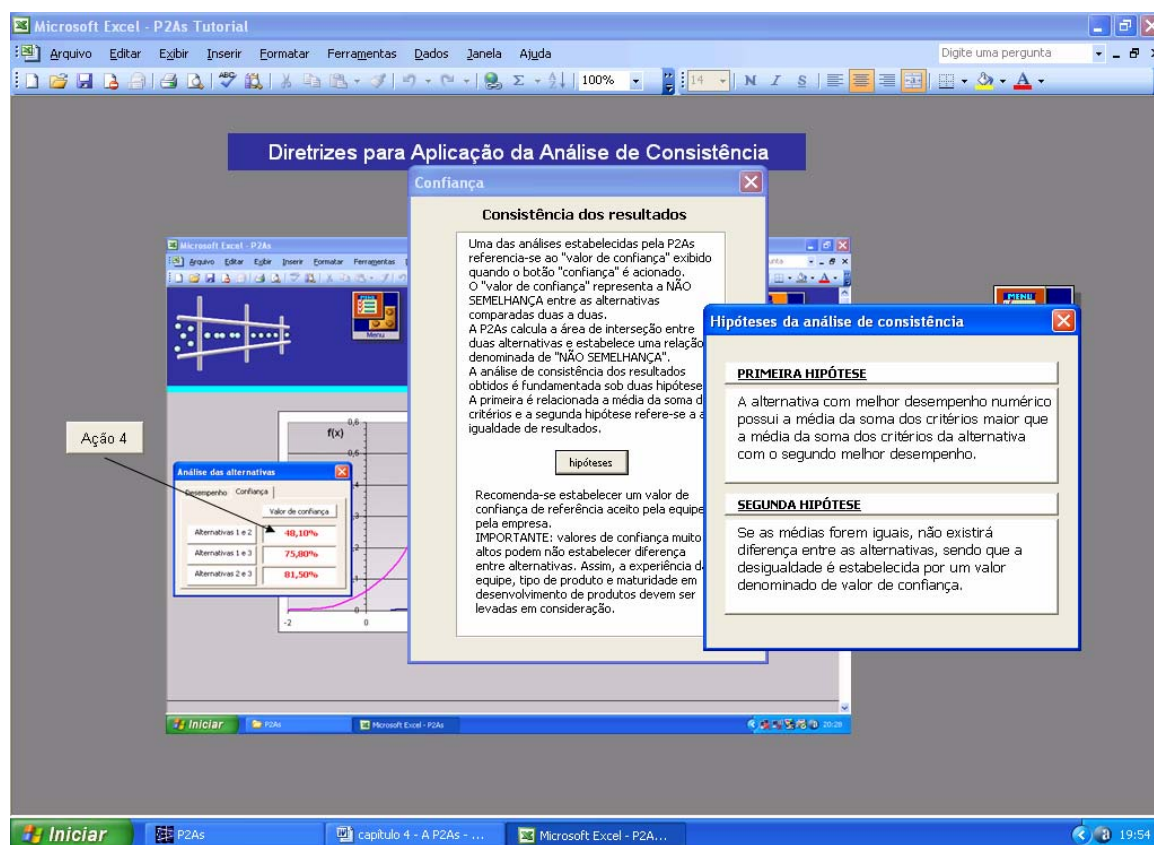


Figura 72 - Exemplo ilustrativo da interface gráfica da P2AsTutorial de uma tarefa com recomendações sobre procedimentos de análise e descrição de condições e hipóteses estabelecidas pelo modelo teórico.

4.3 CAPACIDADE DO SISTEMA

O sistema P2As foi projetado dentro de limitações de uso e com capacidade acomodada ao fim a que se destina (i.e. restrito a esta investigação acadêmica e sem fins comerciais), conforme sumariza o quadro 25.

Assim sendo, o sistema possibilita estabelecer um processo de avaliação e análise de alternativas, constituído de dois até 12 critérios globais⁶⁵. Cada critério global é subdividido em quatro sub-critérios de segundo nível. Os sub-critérios de segundo nível são desmembrados em quatro sub-critérios de terceiro nível, cada qual contendo quatro sub-critérios de quarto nível. Assim, o sistema disponibiliza 64 sub-critérios em até quatro níveis de complexidade, os quais totalizam 768 parâmetros de avaliação.

O sistema disponibiliza a declaração de cinco áreas estratégicas distintas, cada qual contendo quatro caixas de declaração unitária de focos estratégicos.

A P2As permite um processo de avaliação de duas a cinco alternativas⁶⁶. Cada alternativa é avaliada individualmente (i.e. por meio de avaliação absoluta, ver item 3.1.5.6). Assim, o sistema disponibiliza três interfaces gráficas tipo formulário (*UserForm*), cada qual contendo até 22 parâmetros de avaliação, apresentadas a toda alternativa individualmente. Adicionalmente, o usuário se depara com sinais de alerta em caso de interrupção sem conclusão da tarefa (ver item 4.1) ou caixas de diálogo na conclusão da avaliação de uma alternativa.

Quadro 25 – Resumo das disponibilidades do sistema P2As.

Características do sistema	Disponibilidade
Critérios globais	12
Níveis de complexidade	4
Parâmetros de avaliação	768
Áreas estratégicas	5
Focos estratégicos	20
Alternativas em avaliação	5
Diagramas de desempenho	5
Cenários	3
Diagramas de análise	3
Quadro resumo de resultados numéricos	6

⁶⁵ É condição do modelo teórico que um processo de avaliação e seleção de alternativas deve ter obrigatoriamente pelo menos dois critérios globais (ver item 3.1.5.1). Assim, se esta condição não for atendida, a P2As bloqueia a sequência de tarefas e apresenta uma mensagem de alerta (ver item 4.1).

⁶⁶ O modelo teórico preceitua a avaliação de pelo menos duas alternativas.

4.4 PLATAFORMA OPERACIONAL

O sistema P2As proposto para implementação computacional do modelo teórico, originalmente utiliza a plataforma operacional *Microsoft® Windows XP Professional* versão 2002 e o *software Microsoft® Office Excel®* versão 2003.

Para instalação do sistema é necessário disponibilizar espaço livre de memória de 15 MB para a P2As e espaço de 5 MB para o sistema P2AsTutorial.

4.5 COMENTÁRIOS SOBRE O SISTEMA

O objetivo da implementação dos sistemas computacionais P2As e P2AsTutorial é o uso de um processo sistemático para apoio à tomada de decisão de seleção de alternativas, fundamentado no modelo acadêmico denominado de Análise de Alternativas Orientadas à Estratégia do Negócio para aplicação na etapa conceitual de desenvolvimento de produtos.

Designadamente neste trabalho, a P2As é utilizada como uma ferramenta de apoio do modelo nas aplicações experimentais e análise dos respectivos resultados obtidos, apresentados e discutidos no capítulo 5.

O pressuposto do modelo caracteriza o processo de tomada de decisão de escolha de uma alternativa conceitual no desenvolvimento de produtos como sujeito a variabilidade de resultados, função de diferentes influências a que está submetido e a equívocos provenientes das ações e decisões intercessoras dos avaliadores ou do próprio método de seleção.

A análise da variabilidade com o uso do modelo conduz a inúmeras combinações de entradas (e.g. valores ponderados, valores de escala de desempenho, estabelecimento de afinidades, entre outras). Estas combinações geram alguns milhares de cálculos e operações matemáticas as quais permitem dezenas de possibilidades de resultados.

Assim, a implementação do modelo por meio da ferramenta computacional P2As é especialmente útil, função da relativa facilidade de entrada de dados, suas variações e apresentação clara dos resultados em interfaces gráficas representativas dos diagramas de desempenho, das curvas de desempenho e

caixas de diálogo contendo exclusivamente os valores numéricos necessários e suficientes para efetuar a análise.

Adicionalmente, as seqüências de ações e os dispositivos de segurança embarcados no sistema P2As podem reduzir a possibilidade de equívocos quanto ao uso do modelo acadêmico.

A abordagem da versão do sistema apresentada neste capítulo é restrita ao uso experimental. Contudo, pode-se incluir em futuras versões características peculiares a aplicação tais como:

1. Interação com bancos de dados compatíveis com *Open DataBase Connectivity (ODBC)*, que permite aplicativos em linguagens diferentes, inclusive *VBA*, utilizada na construção da P2As. Segundo Shepherd (2004), bancos de dados como o *Microsoft Access®*, o *Microsoft SQL Server®* e o *Oracle®* podem dar suporte ao *ODBC*. A conexão com a ferramenta *Microsoft ActiveX Data Objects (ADO)®* permite acessar bancos de dados *ODBC* para leitura e gravação de dados.
2. Implementação de recursos de desenho. Esta característica permitiria o armazenamento dos rascunhos das idéias geradas no processo de desenvolvimento de produtos, cuja descrição escrita poderia ser de difícil execução⁶⁷.
3. Integração com outros métodos, sistemas e ferramentas de avaliação, que poderiam ser utilizados para garantir que a solução com melhor potencial de sucesso seria submetida às etapas de otimização e detalhamento⁶⁸.
4. Inclusão de ações de gerenciamento de informações relevantes, janelas e documentos.
5. Interação com ações externas ao sistema P2As, tais como: i) “abrir” e “fechar” avaliações em arquivo; ii) “gravar” e “gravar como”; iii) “imprimir” relatório padronizado ou particularizado; e iv) inclusão de ações e interfaces gráficas.

⁶⁷ Esta característica é proposta por Cziulik (1998) como potencial melhoria no sistema *LiberSolutio*, e inspirou o autor deste trabalho a incluí-la como característica plausível em futuras versões da P2As.

⁶⁸ Igualmente a nota 67, esta característica é potencial melhoria no sistema *LiberSolutio*.

*“A urgência de saber sempre tem me impressionado.
Não basta saber, precisamos aplicar.
Não basta estar disposto, precisamos fazer.”*

LEONARDO DA VINCI

5 APLICAÇÕES DO MODELO DE ANÁLISE E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS – ESTUDO DE CASOS

5.1 CASO 1 – APLICAÇÃO DO MODELO SOB CONDIÇÕES CONTROLADAS

A observação de atividades experimentais de equipes de avaliação para seleção de alternativas tem por finalidade analisar comparativamente o comportamento do modelo sob dois focos específicos.

O primeiro, refere-se à acuidade na determinação de relacionamentos entre critérios e focos estratégicos (ver item 3.1.7.1). As simulações numéricas do modelo demonstraram que o estabelecimento adequado de afinidades e os desvios de resultados estão inversamente relacionados (i.e. quanto maior a acuidade menor serão os desvios, ver item 3.1.6.4). Adicionalmente, demonstrou-se que o modelo manifesta sensibilidade em alterações de prioridades de visão estratégica da empresa⁶⁹.

Portanto, é determinante analisar como diferentes equipes de avaliação identificam a visão estratégica para áreas prioritárias do negócio relacionadas ao produto, assim como elas estabelecem as afinidades entre critérios de avaliação e os focos estratégicos da empresa em ambientes organizacionais distintos.

O segundo foco de observação e análise refere-se à afirmação de que, respeitado os limites de aplicação (ver item 3.1.3), é possível simular a variabilidade de resultados⁷⁰ fundamentadas exclusivamente na estrutura lógica do modelo de seleção e, contrariamente a decisões subjetivas derivadas de critérios não homogêneos, ambíguos ou com forte influência pessoal⁷¹.

⁶⁹ Esta sensibilidade é condição necessária para atender o pressuposto da variabilidade de resultados estabelecido pelo modelo (ver item 3.1.6.4).

⁷⁰ Em concordância com o pressuposto inicial do modelo (ver item 3.1.1).

⁷¹ Segundo Back (1983, ver item 3.1.1).

Adicionalmente, a variabilidade de resultados é dependente da realidade do negócio, das peculiaridades da organização, da equipe de avaliação e do processo de tomada de decisão. Assim, a análise sob o segundo foco deve levar em consideração a conjunção dos efeitos destes fatores sob o processo de seleção com apoio do modelo proposto.

Para efetuar a análise sob o primeiro e segundo focos, podem-se comparar os resultados provenientes das decisões de análise e seleção de alternativas entre equipes distintas. Para tal comparação são determinantes que as alternativas conceituais de produtos sejam idênticas, assim como os critérios de avaliação. Entretanto, os ambientes organizacionais devem ser diferenciados, i.e. com visão estratégica distinta.

Contudo, estas condições de análise *ad hoc*, são impossíveis de serem encontradas na prática. Assim sendo, pode-se estabelecer uma situação quimérica⁷² com diferentes equipes de avaliadores divididos em três grupos sob uma condição adequada para realizar uma posterior comparação de resultados (ver item 5.1.1). O primeiro grupo é denominado de grupo de controle, o segundo é denominado de grupo 2 e o terceiro de grupo 3.

Os dois primeiros grupos são constituídos por equipes cujos componentes possuem pouca ou nenhuma experiência anterior em seleção de alternativas no processo de desenvolvimento de produtos (ver item 5.1.4).

Os participantes do terceiro grupo de avaliadores possuem experiência prévia em processos de tomada de decisão de seleção de alternativas em ambientes industriais de manufatura.

A identificação dos ambientes aos quais as organizações estão inseridas, suas peculiaridades em relação ao processo de desenvolvimento de produtos e a análise comparativa entre os resultados provenientes do processo de análise e seleção de alternativas na etapa conceitual do desenvolvimento e estes ambientes de negócio, podem indicar a abrangência de aplicação do modelo.

⁷² Esta situação será denominada deste ponto em diante de “ambiente controlado”.

5.1.1 Metodologia do Experimento

A metodologia para a aplicação experimental estrutura as variáveis de controle referente às características pré-definidas para o ambiente organizacional e do produto em desenvolvimento, as equipes de avaliadores, o delineamento do experimento, coleta de dados e análise do comportamento do modelo comparativamente entre diferentes equipes de avaliação, conforme ilustra a representação gráfica da figura 73.

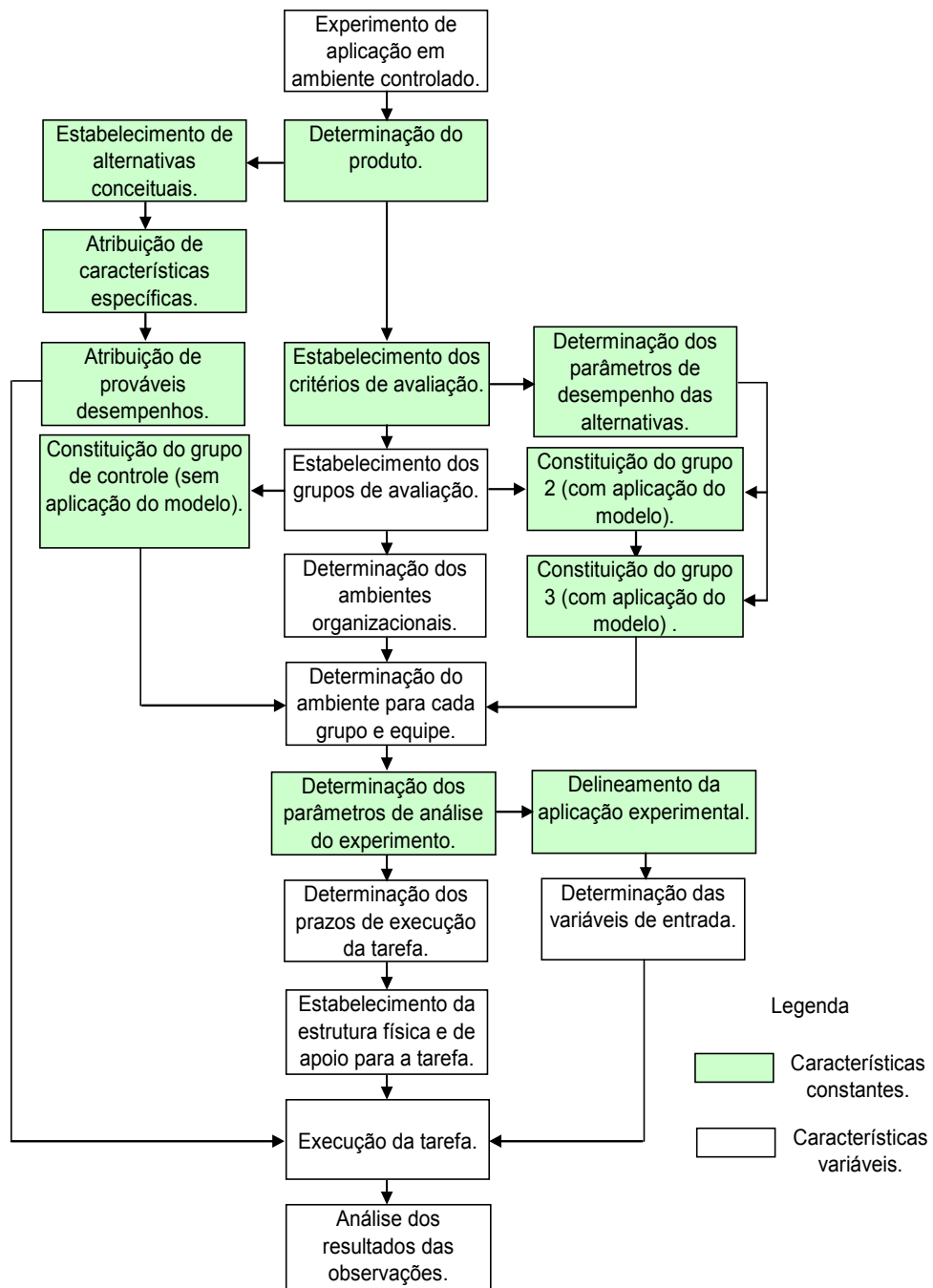


Figura 73 – Roteiro para o estudo de caso de aplicação experimental do modelo.

Adicionalmente, a observação da aplicação do modelo com o uso dos sistemas eletrônico P2As e P2AsTutorial pelas equipes de avaliadores permite uma visão genérica da dificuldade de uso e compreensão das tarefas e ações necessárias para a obtenção de um resultado satisfatório do processo de seleção de alternativas⁷³.

5.1.2 Determinação do Produto em Desenvolvimento

Observa-se que inicialmente, todas as constantes do caso em estudo, i.e. as condições idênticas do processo para todas as equipes envolvidas, devem ser determinadas.

Assim sendo, a primeira constante é a determinação do tipo de produto em desenvolvimento. Neste caso, o produto é uma cadeira de rodas motorizada para pessoas com necessidades especiais. Como características de projeto o produto deve: i) ser acionado pelo usuário; ii) utilizar dispositivos eletro-eletrônicos de comando e força motriz; iii) possuir estabilidade e tracionamento adequado ao uso (e.g. o projeto deve considerar as características brasileiras de arquitetura urbana); iv) ser ergonomicamente adequada às restrições de movimento do usuário; v) apresentar conforto ao usuário; vi) facilitar manobras; e vii) apresentar boa transportabilidade.

5.1.2.1 Determinação das alternativas de solução para o produto

Como conceito de produto estabelece-se quatro alternativas de solução. Supõe-se que estas alternativas são resultantes de uma pré-seleção e que todas atendem aos requisitos técnicos estabelecidos, com produção factível, atendem à VOC e, aparentemente, não existe distinção suficiente entre as alternativas para apontar aquela com maior potencial de sucesso.

As alternativas são representadas em rascunhos à lápis, sem escala, com algumas anotações e detalhes de projeto idealizados por uma fictícia equipe de

⁷³ Entende-se como resultado satisfatório a não semelhança entre diferentes alternativas (ver item 3.1.5.10).

desenvolvimento. Adicionalmente, são indicados prováveis desempenhos da alternativa de solução com base em projetos semelhantes elaborados por concorrentes, restrições e capacidades dos componentes elétricos e mecânicos ou provenientes da experiência dos profissionais integrantes da equipe.

Complementarmente, é fornecido às equipes de avaliadores um relatório referente a cada alternativa com uma breve descrição do conceito e de algumas características específicas (ver apêndice C).

5.1.2.2 Alternativa de solução 1

A primeira alternativa é denominada de “veículo de estrutura retrátil”. Na representação gráfica da figura 74, nota-se que a equipe registra dúvidas em relação ao conceito (e.g. a tração em rampa). Adicionalmente, observa-se que os elementos e detalhes não estão completamente identificados. Contudo, os poucos elementos apresentados para o conceito são satisfatórios para estabelecer uma relação comparativa entre diferentes propostas de solução para o produto em desenvolvimento.

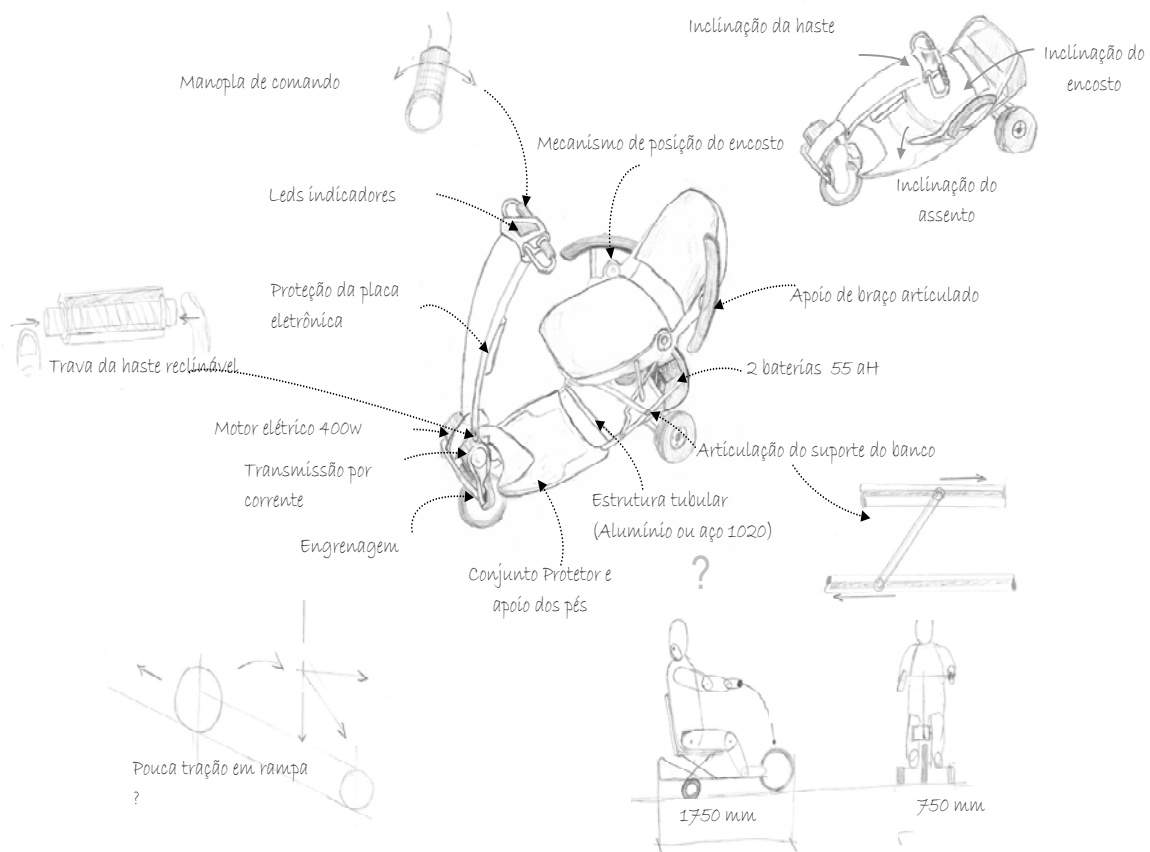


Figura 74 – Representação gráfica da alternativa 1.

Para o “veículo de estrutura retrátil” o principal conceito é a característica retrátil da estrutura, complementado pela tração dianteira e dirigibilidade por guidão frontal.

Contudo, não obstante a boa portabilidade, função da característica retrátil da estrutura e do peso reduzido do veículo, a alternativa exclui o uso por portadores com restrição motora nos membros superiores. Nota-se ainda, que a representação gráfica da figura 74 indica que a posição do assento pode ocasionar desconforto ao usuário quanto ao acesso.

5.1.2.3 Alternativa de solução 2

A segunda alternativa é denominada como “veículo de dupla tração”, representada graficamente na figura 75.

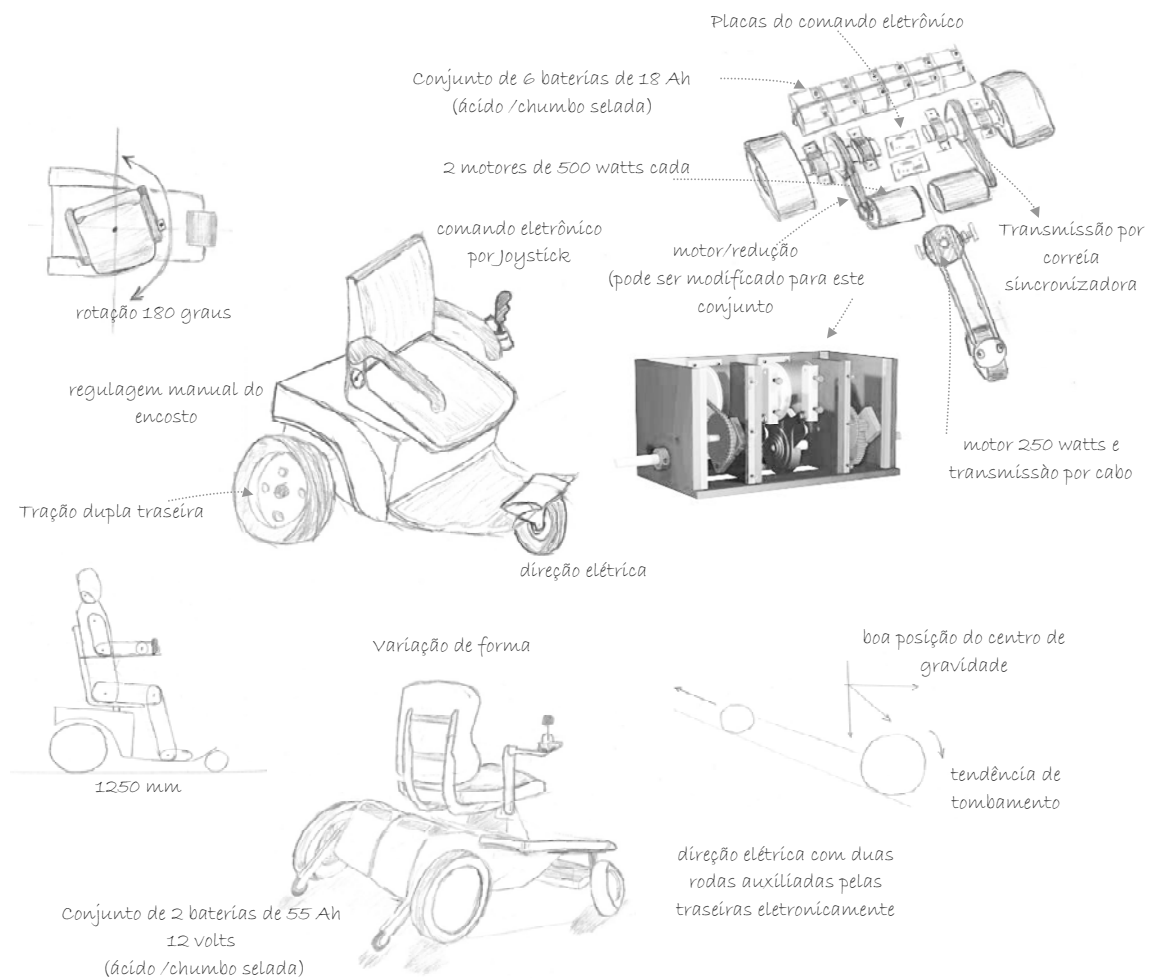


Figura 75 – Representação gráfica da alternativa 2.

Os principais conceitos desta alternativa são proporcionar um raio mínimo de manobra com o uso de tração exclusiva para cada roda traseira e disponibilizar o uso para uma grande faixa de pessoas com diferentes restrições motoras com o uso de um controlador eletrônico tipo *joystick*.

Esta alternativa possibilita modelos derivativos com o uso de uma mesma plataforma. Assim, diferentes relações de transmissão motora, armazenagem de energia e formato são possíveis.

Contudo, o conceito idealizado sugere o uso de maior número de componentes mecânicos, elétricos e eletrônicos, os quais provocam um aumento nos custos de produção e, conseqüentemente, no preço final do produto. Adicionalmente, ocorre um aumento no peso total do veículo e reduz-se a portabilidade.

5.1.2.4 Alternativa de solução 3

A terceira alternativa de solução apresentada à equipe de avaliadores é denominada de “dispositivo de tração independente”, representada na figura 76. Esta proposta apresenta uma solução mista ao utilizar um dispositivo de tração e direção juntamente com uma cadeira de rodas comumente encontrada no mercado.

A principal proposta deste conceito é facilitar o transporte e reduzir o custo final do produto. O conjunto é composto de uma estrutura rígida com suporte de fixação para uma cadeira que possua barra longitudinal na parte inferior e uma estrutura articulada que suporta o motor e guidão.

A alternativa pode ser considerada como uma solução inovadora, sem similar no mercado. Portanto, a proposta está sujeita aos riscos e incertezas relacionados a um produto inovador (e.g. aceitação do produto pelo mercado consumidor), bem como, aos benefícios de um produto pioneiro.

Contudo, este conceito de produto restringe o uso pelos portadores de restrições de movimento nos membros superiores e reduz consideravelmente a dirigibilidade, função do maior raio de giro. Adicionalmente, para esta solução, o projeto deve considerar as restrições estruturais da cadeira, o qual pode reduzir sensivelmente a capacidade de resistir a esforços e a própria estabilidade do conjunto.

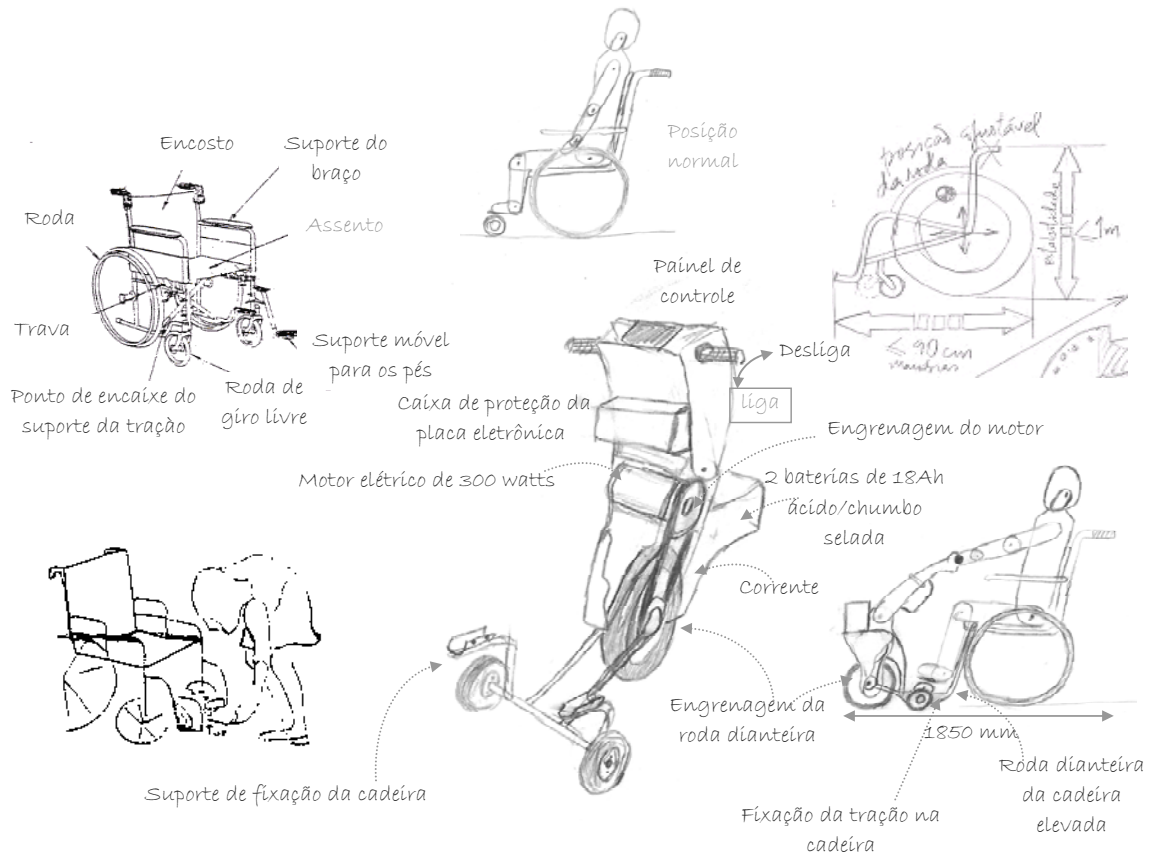


Figura 76 – Representação gráfica da alternativa 3.

5.1.2.5 Alternativa de solução 4

Finalmente, a quarta proposta de solução, denominada de “veículo híbrido”, ilustrada na figura 77, utiliza o conceito da cadeira de rodas comum com um conjunto de dispositivos mecânicos e eletro-eletrônicos adaptados à estrutura original reforçada.

A força motriz pode ser originada de um motor elétrico e transmissão acoplada axialmente ao eixo de cada roda ou utilizar uma transmissão por correia. O principal objetivo desta alternativa é reduzir peso, custo de produção, possibilitar ampla mobilidade pelo usuário e possibilitar uma faixa de utilização por usuários com uma ampla multiplicidade de necessidades motoras.

Contudo, o “veículo híbrido” não possibilita o desenvolvimento de uma plataforma para o desenvolvimento de variações do produto (e.g. variações de força motriz, capacidade de armazenagem de energia e forma). Não obstante a proposta superar alguns desafios ergonômicos (e.g. alcance frontal e lateral do usuário) o desconforto das cadeiras existentes no mercado permanece.

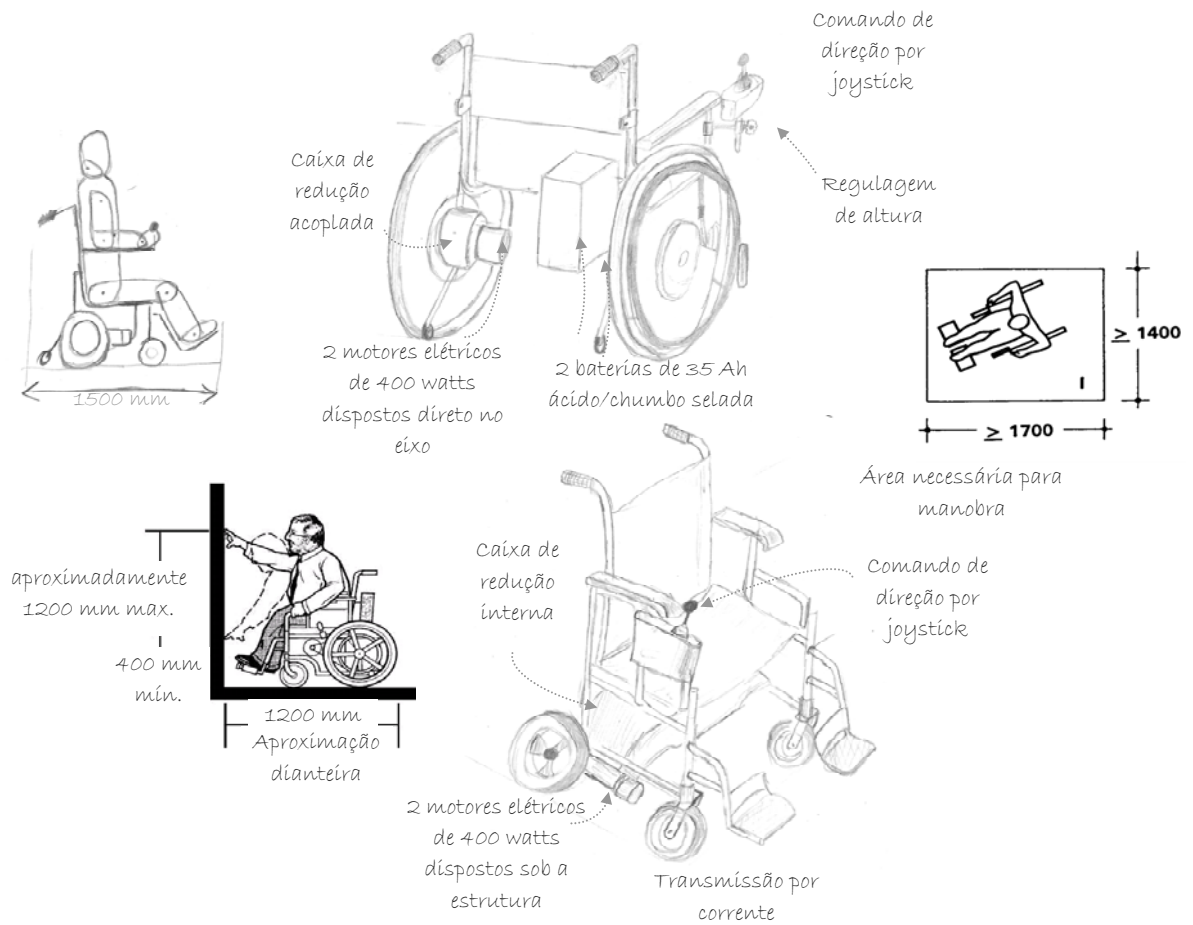


Figura 77 – Representação gráfica da alternativa 4.

5.1.2.6 Considerações sobre as alternativas de solução

Nota-se que características comuns a todas as alternativas não são apresentadas nos rascunhos. Cita-se como exemplo o uso de freios. Embora estes veículos não apresentem movimento inercial, todos os conceitos poderiam utilizar freios de estacionamento. Portanto, este dispositivo não é fator diferencial e propositalmente não foi incluído entre as alternativas de conceito do produto.

Não obstante cada alternativa apresentar características mais favoráveis a alguns requisitos em relação às outras, observa-se do mesmo modo características menos favoráveis. Assim sendo, um processo de decisão não sistemático pode conduzir a uma escolha no mínimo tendenciosa, com fortes preferências pessoais.

Para restringir esta tendência, o modelo propõe que a equipe estabeleça critérios, sub-critérios e parâmetros de avaliação claros e objetivos (ver itens 3.1.5.1 à 3.1.5.3).

5.1.3 Determinação dos Critérios de Avaliação

Uma das características deste estudo de caso é estabelecer constantes no processo, para possibilitar a análise comparativa do modelo entre diferentes equipes de avaliação.

Portanto, para um processo de análise e seleção sob as mesmas condições para todas as equipes, é imprescindível estabelecer igualmente critérios. Contudo, os sub-critérios, seus valores ponderados de importância (pesos) e parâmetros de avaliação são elementos constantes neste experimento e são aplicados a todos os grupos com exceção do grupo de controle, ao qual é apenas indicado o uso dos cinco critérios globais.

Assim sendo, propõem-se às equipes utilizarem cinco critérios globais denominados (ver apêndice D): i) desempenho técnico (figura D.1); ii) portabilidade (figura D.2); iii) uso em serviço (figura D.3); iv) estabilidade e ergonomia (figura D.4); e v) modularização (figura D.5). Os critérios globais são subdivididos em sub-critérios e relacionados a 50 parâmetros de avaliação no total, sintetizados no quadro 26.

Quadro 26 – Descrição dos parâmetros de avaliação relacionados aos critérios globais para o estudo de caso de aplicação do modelo em ambiente controlado.

Critério Global		Parâmetro	Descrição do Parâmetro
1	Desempenho técnico	1	Potência nominal total.
		2	Quantidade de motores.
		3	Consumo em serviço em local plano e curta distância.
		4	Distância máxima da placa principal ao motor.
		5	Quantidade de placas eletrônicas.
		6	Capacidade do conjunto de armazenagem de energia.
		7	Tempo de recarga de energia estimado.
		8	Tipos de superfície possíveis para tração.
		9	Inclinação de rampa.
		10	Estágios de velocidade.
		11	Velocidade máxima de serviço.
		12	Carga admissível em superfície plana.
		13	Carga admissível em rampa.
		14	Esforço para movimentação do comando de direção.
2	Portabilidade	15	Comprimento mínimo.
		16	Altura mínima.
		17	Facilidade de montagem e desmontagem.
		18	Içamento (quantidade de pessoas para a tarefa).
		19	Esforço de içamento (peso).
		20	Comprimento do equipamento em uso.

(Continua).

Quadro 26 – Descrição dos parâmetros de avaliação relacionados aos critérios globais para o estudo de caso de aplicação do modelo em ambiente controlado (continuação).

Critério Global		Parâmetro	Descrição do Parâmetro
3	Uso em serviço	21	Articulações humanas necessárias para o movimento.
		22	Facilidade de posicionamento no veículo.
		23	Facilidade de transferência do usuário.
		24	Possibilidades de movimentação em edifícios.
		25	Largura.
		26	Tolerância a desníveis.
4	Estabilidade e ergonomia	27	Espaço lateral mínimo para manobra.
		28	Espaço frontal e costal mínimo para manobra.
		29	Raio mínimo de giro.
		30	Distância do fundo em relação ao solo.
		31	Partes frágeis expostas a risco de choques.
		32	Estabilidade em velocidade máxima.
		33	Inclinação máxima longitudinal.
		34	Inclinação máxima transversal.
		35	Alcance máximo superior frontal do usuário.
		36	Alcance mínimo inferior frontal do usuário.
		37	Alcance máximo superior lateral do usuário.
		38	Alcance mínimo inferior lateral do usuário.
E	Modularização	39	Quantidade de módulos possíveis.
		40	Possibilidade de plataforma para família de produtos.
		41	Possibilidade de uso de diferentes materiais.
		42	Quantidade de circuitos intercambiáveis.
		43	Facilidade de adaptação de componentes eletrônicos de diferentes fornecedores.
		44	Ofertas em diferentes potências de motores.
		45	Adaptação à substituição de fornecedor de motores.
		46	Adaptabilidade do conjunto do motor em diferentes estruturas.
		47	Adaptabilidade da transmissão em diferentes estruturas.
		48	Possibilidade de modificação de sistema (e.g. polia e caixa).
		49	Adaptabilidade de forma para uma mesma estrutura.
		50	Possibilidade de atualização da forma do modelo na mesma estrutura.

5.1.4 Equipes de Avaliação

O objetivo principal do estudo de caso em ambiente controlado é observar e analisar comparativamente os resultados de um processo de seleção fictício com diferentes focos estratégicos. Portanto, uma análise técnica detalhada do produto pelas equipes não é determinante para alcançar êxito na avaliação do modelo nesta aplicação experimental. Assim, podem-se compor equipes com participantes de

pouca experiência em desenvolvimento de produtos. Contudo, é desejável que os participantes possuam conhecimento técnico básico (ver apêndice B).

O uso de equipe multidisciplinar com participantes de diferentes áreas funcionais é uma evolução dos sistemas de decisão das empresas (ver seções 2.3 e 2.4). Portanto, é desejável que a composição da equipe simule o ambiente de decisão encontrado nas empresas.

Assim sendo, estabelece-se para este estudo de caso a formação de três grupos de avaliadores, conforme ilustra a figura 78. O primeiro grupo denominado de grupo de controle e o segundo grupo denominado de grupo 2 são compostos de três equipes com três avaliadores cada, sendo as equipes constituídas por participantes

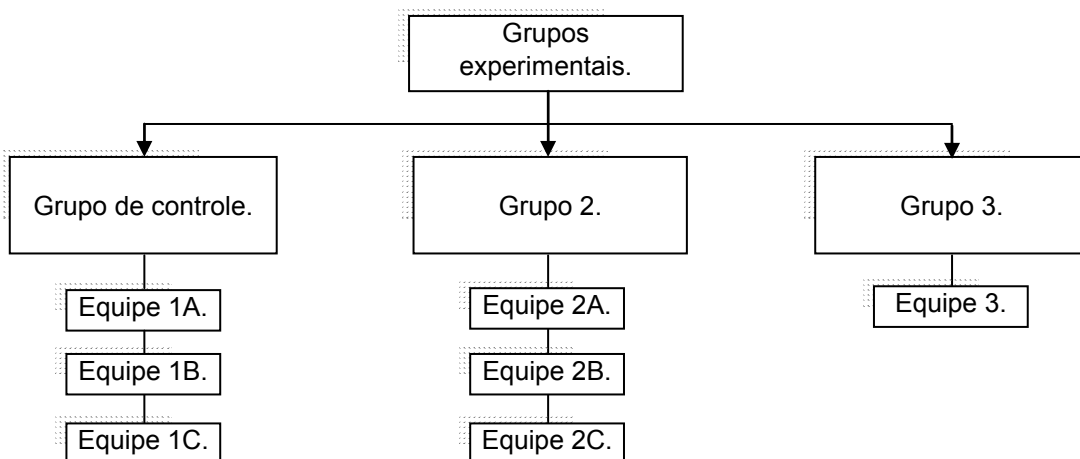


Figura 78 – Diagrama representativo da divisão de grupos na aplicação experimental do modelo.

com as seguintes características: i) estudantes ou recém-formados; ii) com pouca ou nenhuma experiência em desenvolvimento de produtos e processos decisórios organizacionais; iii) diferentes bases de conhecimento técnico (preferencialmente provenientes das áreas de conhecimento de engenharia, desenho industrial e marketing.); e iv) voluntarismo.

O terceiro grupo denominado de grupo 3 é composto de uma equipe constituída de três participantes com experiência profissional em tomada de decisão no processo de desenvolvimento de produtos. Contudo, não é condição essencial que já tenham usado anteriormente um método estruturado para seleção de

alternativas. Adicionalmente, os participantes devem possuir as características “iii” e “iv” referentes ao grupo de controle e ao grupo 2.

5.1.5 Determinação dos Ambientes Organizacionais

Para comparação dos resultados do processo decisório com o uso do modelo de análise e seleção de alternativas é condição suficiente e necessária a consideração de dois ambientes de negócio com visão estratégica distinta.

Salienta-se que os ambientes organizacionais são geralmente complexos. Assim, suas descrições sumárias podem não manifestar uma correta referência para um processo decisório. Contudo, uma descrição detalhada de um ambiente de negócio poderia acarretar conflitos e dificuldades aos participantes para identificar os pontos verdadeiramente importantes que poderiam influenciar sobremaneira a tomada de decisão de escolha de uma alternativa de conceito de produto.

Assim sendo, estabelece-se para o estudo de caso em questão, que o ambiente de negócio e a visão estratégica da organização devem ser descritos sucintamente e focados em questões do negócio que podem influenciar diretamente a tomada de decisão⁷⁴.

Embora os focos estratégicos muitas vezes não sejam declarados formalmente pela empresa, a análise do contexto em que a organização está inserida e as ações que estão sendo tomadas pelos principais gestores pode indicar quais áreas da visão estratégica afetam diretamente o produto em desenvolvimento.

Portanto, o contexto em que o processo de decisão está inserido é colocado descritivamente para os participantes e cabe a equipe analisar cuidadosamente o texto contendo as informações sobre a empresa, identificar a estratégia de negócio, tecnologia e inovação e procurar assegurar uma correta relação com os critérios de avaliação estabelecidos pelo experimento.

⁷⁴ As descrições dos dois ambientes de negócio referenciam-se a organizações empresariais fictícias, com base em reportagens de revistas tais como *Veja* e *Exame* e jornais tais como *Valor Econômico* e *Folha de São Paulo*, cuja combinação de excertos de fatos reais resulta no ambiente imaginário utilizado neste estudo de caso. Estes fatos estão relacionados à visão e focos estratégicos adotados por organizações industriais de diferentes portes e áreas de atuação existentes no mercado. Qualquer semelhança com empresas existentes no mercado é mera coincidência.

5.1.5.1 Determinação do primeiro ambiente de negócio

O primeiro ambiente referencia-se a uma empresa imaginária denominada de “Empresa ABC”, cujo ramo de atividade é a manufatura de cadeiras de rodas para portadores de necessidades especiais.

Os elementos conjunturais relacionados à imaginária “Empresa ABC” e que servem de base para que as equipes de avaliadores identifiquem as áreas de visão estratégica e seus focos, podem ser vistos no apêndice E, item 1.

O contexto fictício descreve uma empresa de pequeno porte com gestão moderna, cujo processo de negócio é endereçado a melhoria contínua e confiabilidade em seu sistema produtivo. A empresa foca em uma gestão participativa, preparação e aperfeiçoamento profissional, utilização de recursos existentes e conhecidos internamente e na exploração de serviços agregados ao seu negócio. Suas principais estratégias reforçam a responsabilidade social, intensificam o controle de qualidade dos produtos e exploram diferentes tecnologias as quais permitem desenvolver novos produtos.

5.1.5.2 Determinação do segundo ambiente de negócio

O segundo ambiente descreve um contexto de negócio de uma organização imaginária denominada de “Empresa XYZ”, cujas informações conjunturais estão disponíveis no apêndice E, item 2. O ramo de atividade da empresa refere-se à manufatura de equipamentos eletro-mecânicos.

Distintamente do primeiro contexto, a descrição do segundo ambiente de negócio apresenta uma organização industrial de médio porte com diversas plantas produtivas instaladas, gestão do negócio tradicional e caracterizada pelo fortalecimento de seus controles na busca contínua por redução de custos de produção.

Assim, descreve-se um ambiente fictício de uma empresa com visão estratégica diferenciada da primeira, com a referência tecnológica endereçada a

máquinas com tecnologia embarcada com vistas ao incremento da sua capacidade produtiva.

Contudo, esta visão conduz a freqüente ociosidade de suas linhas e praticamente obriga a participação em novos mercados e, conseqüentemente, o desenvolvimento de novos produtos.

5.1.5.3 Comentários sobre os ambientes de negócio

Nota-se por meio das descrições dos contextos imaginários de negócio que ambas as empresas estão inseridas, que existem claras evidências de diferentes visões estratégicas e, conseqüentemente, de distintos focos estratégicos.

Contudo, como encontrado em muitas situações reais de organizações empresariais, a visão estratégica não é formalmente declarada. Assim, é necessária uma análise do contexto do negócio para estabelecer áreas e focos estratégicos, identificar aqueles com forte ligação com o produto em desenvolvimento e atribuir afinidades entre os focos e os critérios de avaliação.

Assim, características gerenciais como a gestão dos recursos produtivos, objetivos comerciais, bem como, do ajuizamento por parte dos gestores a questões relacionadas à aquisição e uso dos conceitos de tecnologia e inovação, são indícios para identificar quais áreas estratégicas e focos estratégicos são relevantes para a empresa.

5.1.6 Determinação do Ambiente Para Cada Equipe

Conforme descrito no preâmbulo deste capítulo, as alternativas selecionadas com o uso do modelo proposto pelas equipes de avaliadores devem ser comparadas. Portanto, para analisar o comportamento do modelo, determina-se que quatro equipes utilizem o modelo sob o contexto do primeiro ambiente de negócio e três equipes sob o segundo contexto, conforme ilustrado na figura 79.

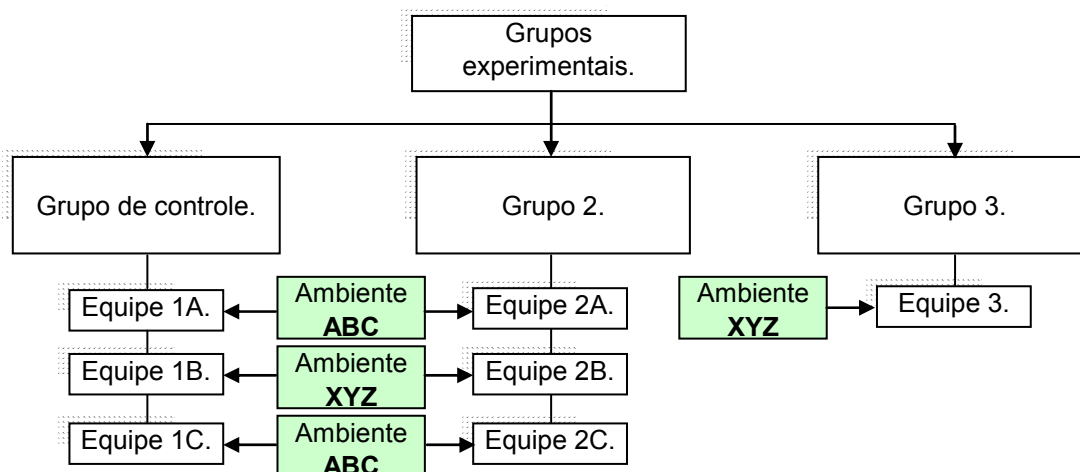


Figura 79 – Distribuição dos ambientes fictícios entre as equipes no experimento.

5.1.7 Parâmetros de Análise da Aplicação Experimental do Modelo

A análise da aplicação experimental do modelo é fundamentada sob três referenciais quanto às ações das equipes voluntárias⁷⁵: i) lógica das tomadas de decisão durante o processo de seleção; ii) estabelecimento de afinidades entre critérios de avaliação e os focos estratégicos da empresa; e iii) influência da experiência e da área de conhecimento específica de cada avaliador nas decisões intercessoras do processo de seleção.

Assim sendo, a análise do experimento pode ser executada segundo avaliações comparativas entre os grupos. Portanto, os resultados do grupo de controle, cuja tarefa é selecionar uma das alternativas apresentadas no experimento sem o uso do modelo são comparados aos resultados dos grupos 2 e 3 que utilizam o modelo, por meio da ferramenta computacional P2As, conforme ilustra a figura 80. Igualmente, os resultados dos grupos 2 e 3 são comparados entre si. As resultantes das ações de cada grupo são denominadas de respostas⁷⁶ da aplicação experimental do modelo.

Para cada equipe do grupo de controle é atribuído um contexto de negócio. Contudo, o grupo é observado sem qualquer interferência. Diversamente, os grupos 2 e 3 estão sujeitos ao uso de variáveis independentes⁷⁷ (ver item 5.1.8).

⁷⁵ Segundo os dois focos específicos desta aplicação experimental do modelo (ver preâmbulo deste capítulo).

⁷⁶ Igualmente denominadas por alguns autores como “variáveis dependentes” (Rotondaro et al, 2002).

⁷⁷ As variáveis independentes são igualmente denominadas como “fatores” (Rotondaro et al, 2002).

Assim, os parâmetros técnicos são mantidos fixos e as características do ambiente organizacional são pré-definidas. Entretanto, os valores atribuídos aos desempenhos das alternativas e as afinidades entre critérios de avaliação e focos estratégicos são livremente determinados pelas equipes.

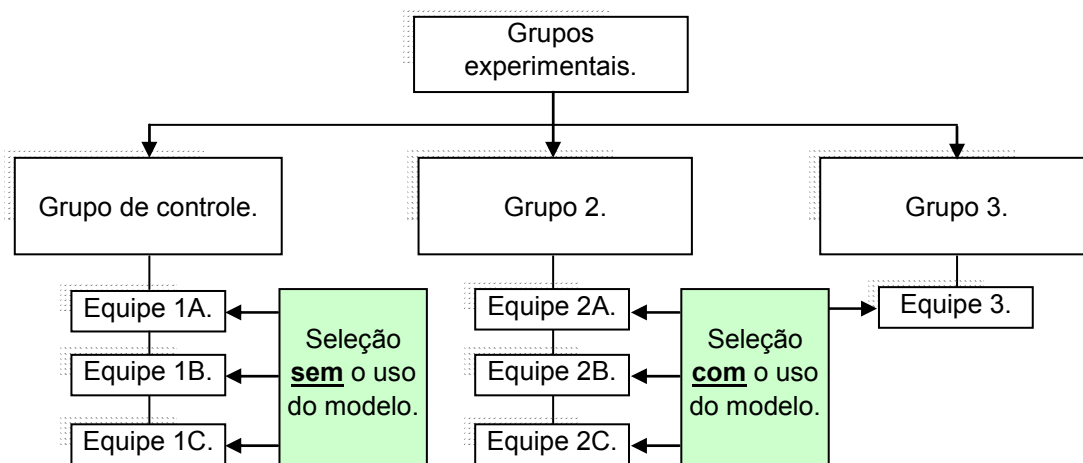


Figura 80 – Uso do modelo na aplicação experimental.

5.1.7.1 Coleta de dados para análise

Na coleta de dados para análise são empregados três questionários estruturados os quais contêm questões de múltipla escolha, i.e. perguntas fechadas com uma série de respostas possíveis. O objetivo único da aplicação dos questionários é a obtenção de informações necessárias e suficientes para realizar a comparação das ações entre as equipes sob os três referenciais de observação da aplicação do modelo, conforme apresentado no quadro 27.

O primeiro questionário (ver apêndice F) contém quatro questões inter-relacionadas e é aplicado individualmente aos participantes dos grupos antecipadamente à execução da tarefa. O objetivo é permitir a casualização⁷⁸ entre os participantes das equipes dos grupos 2 e de controle.

O segundo questionário é dividido em duas partes: ⁷⁹i) dez perguntas aplicadas individualmente aos participantes do grupo de controle (questionário 2A,

⁷⁸ O termo “casualização” é utilizado por Rotondaro et al. (2002). Nesta aplicação, o termo representa o nívelamento de experiências anteriores entre os participantes de cada equipe.

⁷⁹ A primeira parte do questionário 2 foi dividida em "A" e "B", função do tipo de execução da tarefa (i.e. com e sem uso da ferramenta computacional).

Quadro 27 – Aplicação dos questionários de coleta de dados.

Questionário	Partes		Apêndice	Grupo	Tipo de resposta	Aplicação
1	Única		F	Todos	Individual.	Precedente à execução da tarefa.
2	Parte 1	A	G	Controle	Individual.	Posteriormente à execução da tarefa.
		B	H	2		
	Parte 2		I	Todos		
3	Única		J	Todos	Individual.	Precedente à execução da tarefa.

ver apêndice G) e aos participantes dos grupos 2 e 3 (questionário 2B, ver apêndice H); e ii) oito perguntas aplicadas para resposta em equipe (ver apêndice I). Ambas as partes referem-se ao desenvolvimento da tarefa e são aplicadas posteriormente à sua execução.

A primeira parte do questionário dois se refere a: i) lógica e dificuldade para execução da tarefa (perguntas 1, 2, 4, 5, 6, 7 e 9); ii) influência da área de conhecimento e consenso nas decisões (perguntas 3, 6, 9 e 10)⁸⁰; e iii) estabelecimento de afinidades entre critérios e áreas estratégicas do negócio (perguntas 3, 5, 7, 8 e 9).

O questionário 2 permite: i) identificar o alcance de compreensão; ii) a dificuldade na execução da tarefa; iii) o raciocínio dos participantes para desenvolver o processo; e iv) a construção das afinidades entre critérios de avaliação e focos estratégicos.

A segunda parte do questionário consta de um único bloco de perguntas que se referem à coerência entre os critérios de avaliação, a solução adotada e o contexto de negócio.

O questionário 3 (ver apêndice J) permite obter informações sobre a percepção do participante para a identificação do ambiente o qual a organização está inserida e sobre o processo de decisão de seleção de uma alternativa de solução em relação à etapa conceitual de projeto.

⁸⁰ A ordem das perguntas no questionário segue aproximadamente a seqüência do desenvolvimento do processo de seleção estabelecido no experimento.

O questionário é estruturado em: i) introdução; e ii) dois blocos de perguntas. A introdução é constituída de esclarecimentos sobre os propósitos da aplicação, ressalta a importância da colaboração e fornece instruções de preenchimento para o participante.

O primeiro bloco é composto de seis perguntas e o segundo de três perguntas. A primeira pergunta do primeiro bloco refere-se ao grau de incerteza associado com a estratégia adotada pela empresa (ver seção 2.1, quadro 1). A segunda pergunta procura identificar à estratégia tecnológica integrada a estratégia do negócio estabelecida pela empresa fictícia (ver item 2.2.1, quadro 3).

As perguntas três a seis procuram identificar sob quais perspectivas o participante toma suas decisões referentes ao desenvolvimento de produtos (ver seção 2.4, quadro 6).

O segundo bloco contém três questões com respostas de múltipla escolha, elaboradas com base em parte da pesquisa de Salonen e Perttula (2005) relacionada à utilização de métodos usuais de seleção de alternativas conceituais (ver anexo C).

A primeira questão (pergunta 7)⁸¹ está relacionada ao grau de utilização de métodos de seleção de alternativas na etapa conceitual de DP. A segunda questão (pergunta 8) refere-se aos pontos estratégicos mais relevantes no processo de seleção e a terceira e última questão (pergunta 9) procura identificar quais setores funcionais se interpõem no processo decisório no final da etapa conceitual de projeto na percepção do respondente.

As informações obtidas com o uso do terceiro questionário podem oferecer uma visão geral do ambiente organizacional ao qual, na opinião do participante, a empresa fictícia está inserida, concomitantemente à obtenção de informações sobre a perspectiva do participante em processos decisórios na etapa conceitual de desenvolvimento de produtos. Assim, sua aplicação precede o uso do modelo pela equipe para a execução da tarefa.

⁸¹ O questionário foi dividido em dois blocos para facilitar a análise. Contudo, para sua aplicação, foi estabelecida uma ordem seqüencial para todas as perguntas.

5.1.8 Delineamento da Aplicação Experimental do Modelo

Os objetivos do delineamento da aplicação experimental do modelo são: i) determinar quais interações de variáveis independentes é interpretado como de maior influência sobre a resposta; e ii) se o modelo possibilita resultados homogêneos entre as equipes com o mesmo contexto de negócio, mesmo com a influência dos fatores considerados.

Assim sendo, sob os referenciais de observação relativos às ações dos grupos de participantes (ver item 5.1.7), estabelecem-se cinco entradas e suas respectivas respostas, conforme indica o quadro 28.

Quadro 28 – Entradas da aplicação experimental do modelo.

Entrada	Variável independente	Nível de avaliação	Código	Resposta (Código)
A	Identificação do contexto de negócio.	Sem ênfase para a identificação do contexto.	A ₀	Inserção da visão estratégica da empresa no processo de seleção. (R1)
		Ênfase para identificação do contexto.	A ₁	
B	Estrutura do processo de seleção.	Sem indicação.	B ₀	Dificuldade na execução da tarefa. (R2)
		P2As.	B ₁	
C	Experiência dos participantes.	Sem ou pouca experiência.	C ₀	Influência de área de conhecimento e consenso nas decisões. (R3)
		Com experiência.	C ₁	
D	Lógica nas tomadas de decisões durante o processo de seleção.	Não estruturada pelo modelo.	D ₀	Resultados das decisões fundamentados em parâmetros lógicos. (R4)
		Estruturada pelo modelo.	D ₁	

(continua)

Quadro 28 – Entradas da aplicação experimental do modelo (continuação).

Entrada	Variável independente	Nível de avaliação	Código	Resposta (Código)
E	Coesão da solução com a visão estratégica e consistência da solução.	Coesão não obrigatória.	E ₀	Coerência entre a solução adotada e o contexto de negócio. (R5)
		Coesão justificada.	E ₁	

5.1.8.1 Quantificação dos dados

Existem dois níveis de avaliação para cada variável independente. Denomina-se arbitrariamente o nível representado pela notação subscrita “0” como baixo e a notação subscrita “1” como alto, conforme indicado na coluna “código” do quadro 28.

Adicionalmente, estabelece-se que os dados obtidos por meio dos questionários (ver item 5.1.7.1) sejam convertidos em valores, conforme uma escala (i.e. valor “0” para o nível baixo e valor “1” para o nível alto). As tabelas de conversão das respostas em valores são apresentadas no apêndice K, conforme indica a tabela 13.

Tabela 13 - Indicação dos questionários e as respectivas tabelas de conversão das respostas em valores.

Questionário	Tabela de conversão
1	K.1
2 Parte 1	K.2
2 Parte 2	K.3; K.4; K.5 e K.6
3	K.7; K.8 e K.9

Como exemplo de conversão, cita-se a pergunta 1 do questionário 2 (A e B), parte 1. A questão refere-se à total compreensão das etapas da tarefa pelo participante (i.e. a análise, avaliação e seleção de uma alternativa de solução na etapa conceitual do desenvolvimento de produtos, inserido em determinado contexto de negócio). As respostas possíveis são apresentadas em ordem numérica. Assim sendo, a resposta 1 corresponde a “Sim”; resposta 2 a “Sim. Contudo, foram

necessárias seguidas consultas”; e finalmente, resposta 3 “Não”. Neste exemplo, o maior valor atribuído à pergunta é “1,00” (ver tabela K.2, apêndice K) e refere-se à resposta 1. A resposta 3, é oposta a resposta 1, então, recebe o valor “0”. A resposta 2 possui restrições quanto à compreensão da tarefa e, neste caso, adota-se o valor intermediário “0,50”.

As correlações entre as perguntas e as variáveis independentes estão indicadas na tabela 14. Observa-se que uma pergunta pode estar correlacionada a mais do que uma variável independente. A coluna “Questionário” indica onde está contida a pergunta e a coluna “Referência” indica o objetivo de cada pergunta.

Tabela 14 – Correlação das perguntas dos questionários 2 e 3 com as variáveis independentes.

Variável independente	Resposta	Questionário	Pergunta	Referencia
(A) Identificação do contexto de negócio.	R1	2 (A e B) – parte 1.	3	Identificação das áreas estratégicas.
			5	Declaração das áreas estratégicas.
			7	Afinidades.
		2 – parte 2.	1	Características do negócio.
			2	Identificação das áreas estratégicas.
			3	Afinidades entre critérios e estratégias.
(B) Estrutura do processo de seleção.	R2	2 (A e B) – parte 1.	1	Compreensão da tarefa.
			4	Dados fornecidos.
			6	Estabelecimento de critérios e áreas estratégicas.
			9	Consenso para avaliação.
		2 – parte 2.	4	Dissolução de dúvidas.
(C) Experiência dos participantes.	R3	2 (A e B) – parte 1.	3	Identifica das áreas estratégicas.
			6	Estabelecimento de critérios e áreas estratégicas.
			9	Consenso para avaliação.
			10	Influência das áreas de conhecimento.
		2 – parte 2.	4	Dissolução de dúvidas.
		3	3 a 6	Influência das áreas de conhecimento.

(Continua).

Tabela 14 – Correlação das perguntas dos questionários 2 e 3 com as variáveis independentes (continuação).

Variável independente	Resposta	Questionário	Pergunta	Referencia
(D) Lógica nas tomadas de decisões durante o processo de seleção.	R4	2 (A e B) – parte 1.	2	Procedimentos.
			5	Declaração das áreas estratégicas.
			6	Estabelecimento de critérios e áreas estratégicas.
			7	Afinidades.
		2 – parte 2.	4	Dissolução de dúvidas.
(E) Coesão da solução com a visão estratégica e consistência da solução.	R5	2 (A e B) – parte 1.	8	Estabelecimento de critérios de avaliação.
			9	Influência das áreas de conhecimento.
		2 – parte 2.	3	Afinidades entre critérios e estratégias.
			6	Características do negócio.
			7	Simulações.
			8	Características da solução.

Destaca-se que a conversão das respostas em valores é efetuada diretamente com o uso das tabelas K.1 a K.8 do apêndice K, exceto as perguntas 2 do questionário 2 parte 1, respostas 1 a 8, cuja conversão utiliza a equação 34 e as perguntas 3 a 6 do questionário 3 (ver tabela K.9) que utilizam a equação 35.

$$\text{Conversão da pergunta 2 (Questionário 2, parte 1)} = \text{Eq.34}$$

$$= 1 - \sum_{\text{pontuação}}$$

Sendo,

$\sum_{\text{pontuação}}$ = somatório dos valores de cada resposta extraído da tabela K.2, apêndice K .

$$\text{Conversão das perguntas 3 a 6 (Questionário 3)} = \text{Eq.35}$$

$$= \frac{18 - \left(\sum_{q=1}^4 [Q_q - 3] \right)}{18}$$

Sendo,

Q = quantidade de respostas no quartil q por equipe.

Para o uso da equação 35 consideram-se as respostas partilhadas em quartis, cada qual relacionado a uma ordem numérica (i.e. 1, 2, 3 ou 4). O somatório dos valores refere-se à quantidade de respostas 1 no primeiro quartil, 2 no segundo quartil e assim por diante.

O valor 18 na equação 2 representa o valor do somatório dos quartis em módulo, caso todos os participantes de determinada equipe respondessem o mesmo número de ordem de resposta para todas as questões. Como exemplo, toma-se a condição de que as respostas de todos os participantes de uma equipe apontassem a número 1 para todas as perguntas. Ao se substituir os valores na equação 35 tem-se:

$$\text{Conversão} = (18 - ([12 - 3] + [0 - 3] + [0 - 3] + [0 - 3])) : 18 = 0$$

Assim, o valor “zero” representa a influência de uma única área de conhecimento no processo decisório de seleção de uma alternativa. Para uma condição de respostas uniformemente distribuída para a equipe (i.e. três respostas em cada quartil) tem-se:

$$\text{Conversão} = (18 - ([3 - 3] + [3 - 3] + [3 - 3] + [3 - 3])) : 18 = 1$$

Sob a mesma análise, o valor “um” é a representação de que todas as áreas de conhecimento partilham influência no processo decisório de seleção de uma alternativa.

5.1.8.2 Tabelas de contrastes e interações

Para simplificar a identificação das variáveis independentes cujo efeito tem maior impacto na resposta do experimento⁸² é utilizada a tabela de contrastes, indicada na tabela 15 e interações, indicadas na tabela 16. A construção destas tabelas tem o intuito de apresentar os resultados dos cálculos a serem feitos com os dados obtidos das variáveis independentes durante a aplicação experimental para examinar seus efeitos e os efeitos de suas interações.

⁸² Ver Rotondaro et al. (2002).

5.1.9 Determinação dos Prazos Para Execução da Tarefa

O prazo para a execução da tarefa esteve condicionado a dois fatores confinantes e restritivos:

- 1) Compreensão da tarefa e da facilidade de uso dos sistemas eletrônico P2As e P2AsTutorial por parte dos participantes; e
- 2) Disponibilidade de tempo dos participantes.

Assim, estabeleceu-se um prazo para que todas as equipes executassem a tarefa sob as mesmas condições. Determinou-se o prazo máximo de três horas para a análise e avaliação das alternativas. Para o grupo de controle, acrescentou-se uma hora para esclarecimento da tarefa e preenchimento dos questionários. Para esclarecimento da tarefa e o uso da ferramenta P2As, acrescentou-se uma hora para os grupos 2 e 3. Adicionalmente, 30 minutos foram dedicados ao preenchimento dos questionários para todos os grupos. O tempo de execução da tarefa está sumarizado na tabela 17.

Tabela 17 – Tempo dedicado à execução da aplicação experimental do modelo.

Grupo.	Primeiro período.	Tempo máximo para execução.	Segundo período.	Tempo total da tarefa
Controle	0,5 horas	3 horas	0,5 horas	4 horas
2	1 hora	3 horas	0,5 horas	4,5 horas
3	1 hora	3 horas	0,5 horas	4,5 horas

5.1.10 Estrutura Física e de Apoio

Para constituir uma condição de igualdade de execução da tarefa para todas as equipes é desejável que se utilize a mesma estrutura física. Neste estudo de caso, estabeleceu-se o uso de uma sala de aula da instituição Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, com o propósito de reunir todas as equipes para informações iniciais e para a realização dos trabalhos das três equipes do grupo de controle. Adicionalmente, utilizou-se o laboratório do Centro de Inovação

Tecnológica, CITEC, da mesma instituição de ensino. Assim, as equipes executaram as tarefas sem que os trabalhos de uma interferissem nas demais.

Os recursos para apoio da execução da tarefa resumiram-se em: i) quatro computadores; ii) um projetor multimídia; iii) mesas de trabalho; iv) conjuntos de pastas contendo as instruções da tarefa, questionários, rascunhos representativos das alternativas de solução e descrição sumária das alternativas e dos ambientes de negócio; v) material de consumo; vi) calculadoras portáteis; vii) uma assistente de coordenação para o experimento; e viii) empresa contratada para fornecer lanches, café, entre outros.

5.1.11 Resultados Numéricos Obtidos

O primeiro conjunto de resultados apresentado refere-se à casualização das equipes, proveniente das respostas do questionário 1.

O segundo conjunto é proveniente dos resultados numéricos obtidos da aplicação dos questionários 2 e 3 aos participantes do experimento e está estruturada conforme suas correlações com as variáveis independentes, indicadas na tabela 14.

5.1.11.1 Casualização das equipes

Primeiramente, os resultados do questionário 1 foram lançados aleatoriamente no quadro L.1, apêndice L, cujo excerto é apresentado no quadro 29, o qual indica o participante por um número representativo (ver apêndice B, quadro B.1). Posteriormente, os participantes foram divididos em equipes contendo obrigatoriamente um representante da área de engenharia, um de mercado e um de desenho industrial, cujos arranjos propiciaram valores médios convertidos próximos entre as equipes, conforme indica o quadro 30.

Foram convidados 22 partícipes para integrarem o experimento. Contudo, 20 pessoas compareceram. Assim, uma das equipes foi composta de apenas dois integrantes (um representante da área de conhecimento de engenharia e um da área de mercado).

Para a casualização foram considerados três intervalos⁸³ de valores: i) “0 a 1,5”, o qual representa “nenhuma experiência”; ii) “1,51 a 2,5”, o qual representa “pouca experiência”; e iii) “2,51 a 3”, o qual representa “experiência”. Assim, pôde-se estabelecer uma referência para a casualização das equipes, representada graficamente na figura 81.

Quadro 29 – Excerto do quadro L.1, apêndice L, que apresenta os resultados do questionário 1, convertidos em valores.

Participante	Área de conhecimento	Valor convertido				Total convertido
		Pergunta				
		1	2	3	4	
1	Mercado	0,50	0,25	1,00	1,00	2,75
2	Mercado	0,50	0,25	1,00	1,00	2,75
3	Engenharia	0,50	0,25	0,50	1,00	2,25
4	Desenho	0,50	0,25	0,50	1,00	2,25
5	Mercado	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
6	Desenho	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
7	Desenho	0,50	0,25	0,50	1,00	2,25
8	Desenho	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
9	Engenharia	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
10	Mercado	0,50	0,25	1,00	1,00	2,75
11	Mercado	0,50	0,25	1,00	1,00	2,75

Quadro 30 – Arranjo dos participantes em equipes.

Participante	Área de conhecimento	Total convertido	Equipe	Valor médio convertido
3	Engenharia	2,25	1A	2,00
12	Mercado	1,00		
17	Desenho	2,75		
13	Engenharia	2,25	1B	2,00
2	Mercado	2,75		
6	Desenho	1,00		
19	Engenharia	1,75	1C	1,67
5	Mercado	1,00		
7	Desenho	2,25		
14	Engenharia	2,25	2A	1,83
15	Mercado	1,00		
18	Desenho	2,25		
20	Engenharia	1,75	2B	1,25
11	Mercado	1,00		
8	Desenho	1,00		
9	Engenharia	1,00	2C	1,88
1	Mercado	2,75		
16	Engenharia	2,75		
10	Mercado	2,75	3	2,58
4	Desenho	2,25		

⁸³ Estes intervalos foram estabelecidos para distinguir a experiência dos participantes indicada pelas respostas do questionário 1. O termo “nenhuma experiência” está relacionado às respostas negativas quanto ao conhecimento de métodos sistemáticos de DP e participação em equipes de desenvolvimento. O termo “pouca experiência” está relacionado ao conhecimento acadêmico e o termo “experiência” está relacionado ao conhecimento acadêmico e em ambientes profissionais de DP. Salienta-se que não foi inquirido aos participantes, nesta etapa do experimento, sobre a profundidade destes conhecimentos (ver apêndice F).

Quadro 33 – Excerto do quadro L.4, apêndice L, conversão dos resultados do questionário 3, perguntas 1 a 6, em valores numéricos.

Participante	Equipe	Pergunta							
		1	2	3	4	5	6		
3	1A	2	6	1	4	1	1	2	3
12		2	3	2	13	1	4	1	
17		4	6	7	10	1	4	3	
13	1B	2	4	6	11	1	1	4	
2		4	9	4	7	2			
6		4	6	1	7	3			
19	1C	7	9	10	13				
5		2	7	2	9				
7		1							
14	2A								
15									

5.1.11.3 Correlação dos resultados com as variáveis independentes

Por meio das correlações apresentadas na tabela 14, construíram-se os quadros L.5, L.6, L.7, L.8 e L.9 do apêndice L, com os resultados provenientes dos questionários 2 e 3, convertidos em valores correlacionados com as variáveis independentes A, B, C, D e E respectivamente, cujos excertos constam dos quadros 34, 35, 36, 37 e 38.

Nota-se que os valores provenientes dos questionários 2A e 2B, parte 1, respondidos individualmente, foram transformados em valores médios, originados dos valores atribuídos às respostas dos participantes de cada equipe, por pergunta e por questionário. Para o questionário 2, parte 2 foi calculado o valor médio dos valores das respostas para cada equipe.

Quadro 34 – Excerto do quadro L.5, apêndice L, resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente A.

Participante	Equipe	Pergunta					Q 2, parte 2
		Questionário 2, parte 1					
		1 (média)	4(média)	6(média)	9(média)	média	
3	1A						
12		1,00	0,50	0,50	0,50	0,63	
17							
13	1B						
2		1,00	0,33	0,75	1,00		
6							
19	1C						
5		1,00	0,50	0,50			
7							
14	2A						
15							

Quadro 35 – Excerto do quadro L.6, apêndice L, resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente B.

Participante	Equipe	Pergunta							
		Questionário 2, parte 1				Questionário 2, parte 2			
		3 (média)	5(média)	7(média)	média	1	2	3	média
3	1A	0,5	0,17	0,67	0,45	1	0,5	0,5	
12									
17									
13	1B	0,33	0,17	0,33	0,28	0,5			
2									
6									
19	1C	0,83	0,5	1					
5									
7									
14	2A								
15									

Para o cálculo do valor de conversão das respostas das perguntas 3 a 6 do questionário 3, conforme indicado no quadro 36, foi utilizada a equação 35⁸⁴ (ver item 5.1.8.1). Os valores constantes nas colunas “quartis de respostas” representam a quantidade de respostas em um mesmo quartil referentes a todos os participantes de determinada equipe.

Os valores indicados na coluna referente à pergunta 2, questionário 2, parte 1 do quadro 37, são as médias dos valores calculados pela equação 34 que converte as respostas dos participantes em valores (ver item 5.1.8.1).

Quadro 36 – Excerto do quadro L.7, apêndice L, resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente C.

Participante	Equipe	Pergunta										
		Questionário 2, parte 1					Q 2, parte 2	Questionário 3				conversão
		3 (média)	6(média)	9(média)	10(média)	média	4	Quartis de respostas				
							3	4	5	6		
3	1A	0,50	0,50	0,50	0,67	0,54	0,50	6	1	3	2	0,67
12												
17												
13	1B	0,33	0,50	1,00	0,33	0,54	1,00	4	1	1		
2												
6												
19	1C	0,87	0,87	0,67	1,00	0,85	0,00					
5												
7												
14	2A											
15												
18												

⁸⁴ A equação 35 foi ajustada para converter os valores correspondentes às respostas da equipe 2C (com dois integrantes), por meio da substituição do valor constante “18” para “12” e o valor constante “3” para “2”.

Quadro 37 – Excerto do quadro L.8, apêndice L, resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente D.

Participante	Equipe	Pergunta					
		Questionário 2, parte 1					Q 2, parte 2
		2 (média)	5 (média)	6 (média)	7 (média)	média	4
3	1A	0,83	0,17	0,50	0,67	0,54	0,50
12							
17							
13	1B	0,83	0,33	0,50	0,33	0,50	
2							
6							
19	1C	0,96	0,83	0,50			
5							
7							
14	2A	1,00					
15							

Quadro 38 – Excerto do quadro L.9, apêndice L, resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente E.

Participante	Equipe	Pergunta							
		Questionário 2, parte 1			Questionário 2, parte 2				
		8 (média)	9 (média)	média	3	6	7	8	média
3	1A	0,33	0,50	0,42	0,50	0,00	0,00	1,00	0,25
12									
17									
13	1B	0,33	1,00	0,67	0,50	1,00	0,00		
2									
6									
19	1C	0,50	0,67	0,59	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50
5									
7									
14	2A								
15									
18									

5.1.12 Avaliação dos Resultados Numéricos

A avaliação dos resultados pode permitir a identificação das variáveis independentes que tiveram maior influência sobre a resposta.

Define-se como efeito principal⁸⁵ à diferença entre níveis de uma mesma variável independente. Assim, os maiores valores referentes às diferenças entre o

⁸⁵ Os resultados da avaliação podem ser obtidos com a construção de tabelas (ver item 5.1.8.2), cuja análise permite identificar qual variável independente tem maior influência sobre a resposta. Adicionalmente, a adoção da definição de “efeito principal” (ver Rotondaro et al, 2002) permite analisar, para uma mesma variável ou interação de variáveis, a alteração quantitativa do nível mais baixo para o nível mais alto (ver item 5.1.8.1).

maior e o menor valor das variáveis representam os efeitos principais do experimento. Para os cálculos são utilizadas as tabelas de contrastes apresentadas no item 5.1.8.2.

Na tabela 18 são apresentados os resultados das variáveis independentes, cujos valores resultam da média dos valores médios, indicados nas tabelas 34, 35, 36, 37 e 38, de um determinado experimento (i.e. equipe).

Os valores das interações, indicados na tabela M.2, apêndice M, cujo excerto é apresentado no quadro 39, são calculados pela média dos valores médios das variáveis consideradas, retirados da tabela 18⁸⁶.

O cálculo do valor do efeito principal referente a cada interação entre as variáveis é igualmente efetuado como calculado para as variáveis independentes isoladamente. Assim, os maiores valores apontam para as combinações de variáveis que indicam os maiores efeitos na aplicação experimental.

Tabela 18 – Contrastes para delineamento da aplicação experimental.

Experimento (Equipe)	Tratamento	Variável Independente				
		A	B	C	D	E
1A	A ₀ B ₀ C ₀ D ₀ E ₀	0,56	0,57	0,56	0,52	0,40
1B	A ₁ B ₀ C ₀ D ₀ E ₀	0,48	0,89	0,78	0,75	0,65
1C	A ₀ B ₀ C ₀ D ₀ E ₁	0,73	0,38	0,33	0,41	0,61
2A	A ₁ B ₁ C ₀ D ₁ E ₀	0,39	0,96	0,88	0,90	0,55
2B	A ₀ B ₁ C ₀ D ₁ E ₀	0,67	0,76	0,92	0,86	0,49
2C	A ₁ B ₁ C ₀ D ₁ E ₁	0,75	0,94	0,84	0,93	0,88
3	A ₁ B ₁ C ₁ D ₁ E ₁	0,62	0,88	0,92	0,81	0,63
Efeito principal		0,36	0,58	0,59	0,52	0,48

⁸⁶ A tabela 18 é idêntica a tabela M.1, integrante do apêndice M.

Quadro 39 – Excerto da tabela M.2, apêndice M, valores de interações do delineamento da aplicação experimental.

Experimento (Equipe)	Interações entre variáveis independentes									
	AB	AC	AD	AE	BC	BD	BE	CD	CE	DE
1A	0,57	0,56	0,55	0,49	0,56	0,55	0,49	0,54	0,48	0,46
1B	0,69	0,63	0,62	0,57	0,83	0,82	0,77			
1C	0,56	0,53	0,57	0,67	0,58	0,57	0,53			
2A										

(Continua)

Quadro 39 – Excerto da tabela M.2, apêndice M, valores de interações do delineamento da aplicação experimental (continuação).

Experimento (Equipe)	ABC	ABD	ABE	BCD	BCE	CDE	ABCD	ABCE	BCDE	ABCDE
1A	0,56	0,55	0,51	0,55	0,51	0,49	0,55	0,52	0,51	0,51
1B	0,72	0,71	0,86	0,81	0,77	0,73	0,73	0,73		
1C	0,48	0,51	0,57	0,37						
2A										

5.1.13 Análise dos Resultados

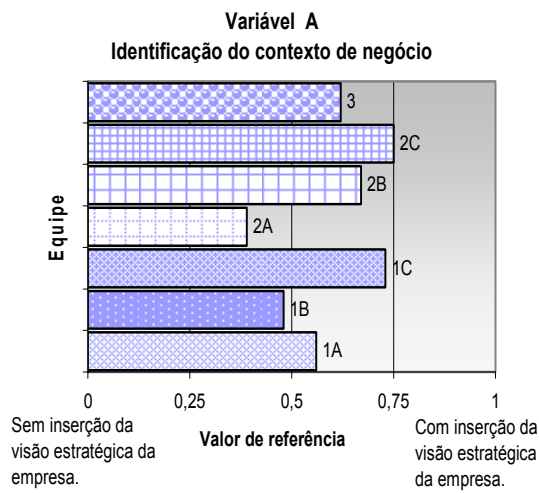
5.1.13.1 Análise dos resultados referentes às variáveis isoladas

Para a análise são construídas as representações gráficas, apresentadas na figura 82, cujos dados de origem são os valores indicados na tabela 18, referentes às variáveis independentes consideradas isoladamente.

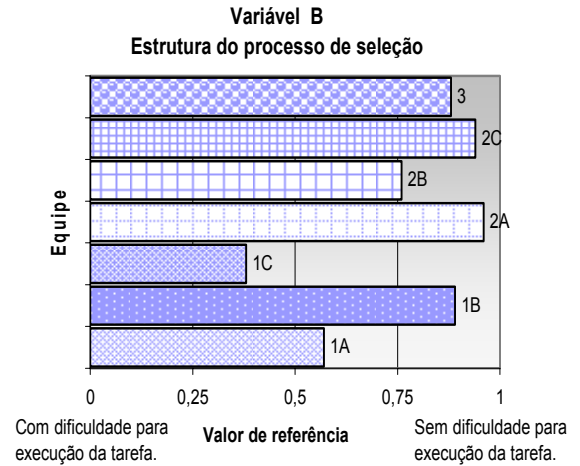
Observa-se que os valores estão dispostos entre as referências⁸⁷ de menor valor (i.e. “0”) e o maior valor (i.e. “1”). Cada qual indica os níveis de resposta da variável independente correspondente (ver quadro 28).

Para a variável “A” (figura 82a) observa-se na representação gráfica que os resultados referentes a duas equipes do grupo de controle e uma do grupo 2 indicam que não houve inserção da estratégia da empresa no processo de seleção de alternativas do experimento contra uma do grupo de controle, duas equipes do grupo 2 e a equipe 3 que indicam a inserção da estratégia.

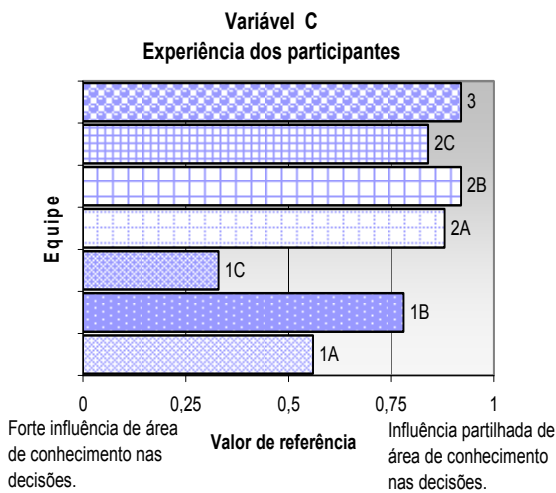
⁸⁷ Ver item 5.1.8.1



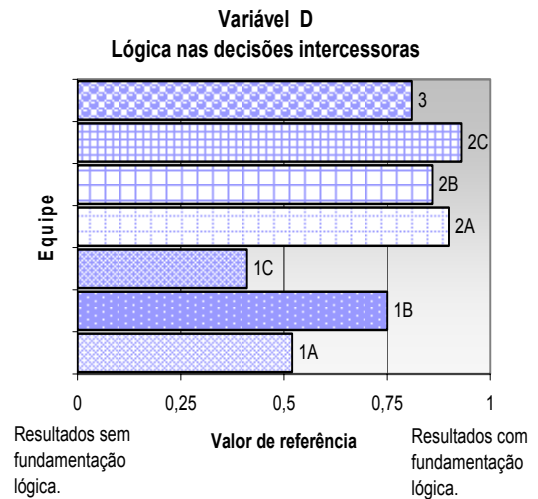
a)



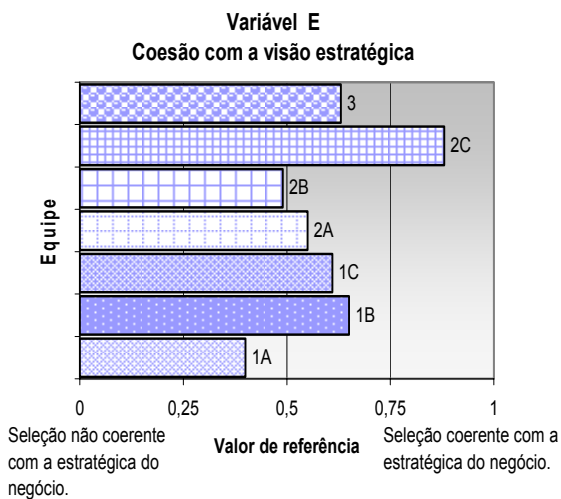
b)



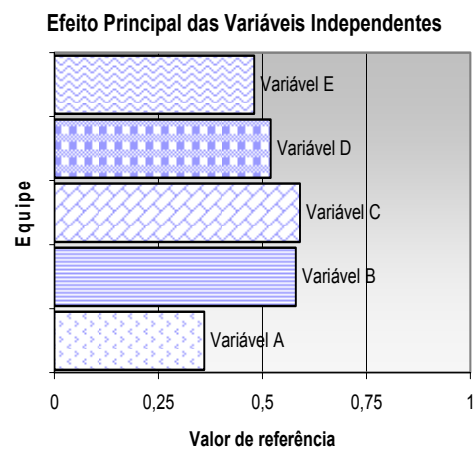
c)



d)



e)



f)

Figura 82 – Representação gráfica dos valores constantes na tabela de contrastes e efeito principal das variáveis independentes (ver tabela 18).

Contudo, a análise da variável “A” isoladamente não é conclusiva. Para tal, é necessária a análise conjunta com as variáveis “D”, lógica no processo (i.e. verificar se houve fundamentação lógica no processo) e “E”, coerência na solução (i.e. verificar se existe coerência do resultado em relação ao contexto do negócio).

A representação gráfica da variável “B” (figura 82b) permite observar que as equipes dos grupos 2 e 3 não acusaram muita dificuldade para execução da tarefa, fato que pode ter referência ao método estruturado para o processo de seleção (i.e. P2As). Assim, pode-se especular que o uso do modelo não exige denso conhecimento teórico ou prático em desenvolvimento de produtos e processos decisórios estruturados. Igualmente, a equipe 1B do grupo de controle não acusou muita dificuldade, fato que pode estar relacionado a um método de seleção utilizado livremente pela equipe, por meio da construção de uma matriz de avaliação com o estabelecimento de parâmetros e a atribuição de valores ponderados.

Por meio da análise da representação gráfica da variável “C” (figura 82c) admite-se deduzir que o uso da P2As permitiu às equipes do grupo 2 e 3 um melhor partilhamento de influências das diferentes áreas do conhecimento em relação às equipes que não utilizaram um método estruturado.

A representação gráfica da variável “D” (figura 82d) indica que as equipes que utilizaram o sistema computacional P2As obtiveram resultados parciais e finais com fundamentação lógica, i.e. é possível rastrear o conjunto de decisões intercessoras. Para a equipe 1B do grupo de controle, pode-se rastrear parcialmente o conjunto de decisões, função do uso de um método estruturado para o processo.

Quanto a variável “E” (figura 82e) observa-se por meio da representação gráfica que a maior parte dos resultados não indica que existiu coerência entre a solução e o contexto do negócio, inclusive com o uso da P2As. Contudo, salienta-se que as decisões dos avaliadores das equipes dos grupos 2 e 3 não foram conclusivas⁸⁸.

A análise da representação gráfica do “efeito principal” das variáveis independentes (figura 82f) identifica que as variáveis “B”, estrutura do processo de seleção e “C”, experiência dos participantes, produzem maior efeito no experimento em relação aos efeitos provenientes das demais variáveis.

⁸⁸ Ver item 5.1.13.2.

5.1.13.2 Análise dos resultados referentes às interações de variáveis

Independentemente da possibilidade de efetuar uma análise para cada interação de variável, são focadas exclusivamente as interações cujos efeitos principais são mais incisivos no experimento. Estas interações são identificadas pelos maiores valores atribuídos aos efeitos principais, retirados do quadro M.3, apêndice M, conforme ilustra a representação gráfica da figura 83.

Observa-se na figura 83 que as interações das variáveis “BC”, “BD”, “CD” e “BCD” são dissonantes em relação às demais. Assim sendo, representam-se graficamente estas interações isoladamente, conforme apresenta a figura 84, cujos valores são originados do quadro M.2, apêndice M.

Como conseqüência dos efeitos das variáveis “B”, estrutura do processo e “C”, experiência dos participantes, consideradas isoladamente como os de maiores implicações no experimento, sua interação, do mesmo modo, produziu o maior efeito, conforme demonstrado na representação gráfica da figura 84a. Este efeito foi favorável às equipes dos grupos que utilizaram a P2As em contraste ao grupo de controle.

A interação das variáveis “B”, estrutura do processo e “D” (figura 84b), lógica nas tomadas de decisão intercessoras no processo de seleção, produziu um efeito favorável em relação às equipes dos grupos 2 e 3 (i.e. com o uso da P2As) em contraste às equipes do grupo de controle.

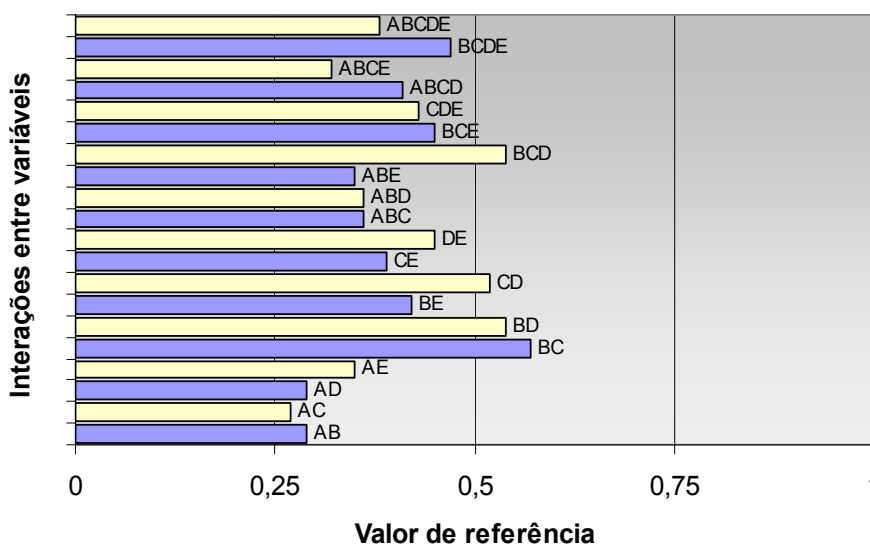


Figura 83 – Representação gráfica do “efeito principal” para as interações de variáveis independentes.

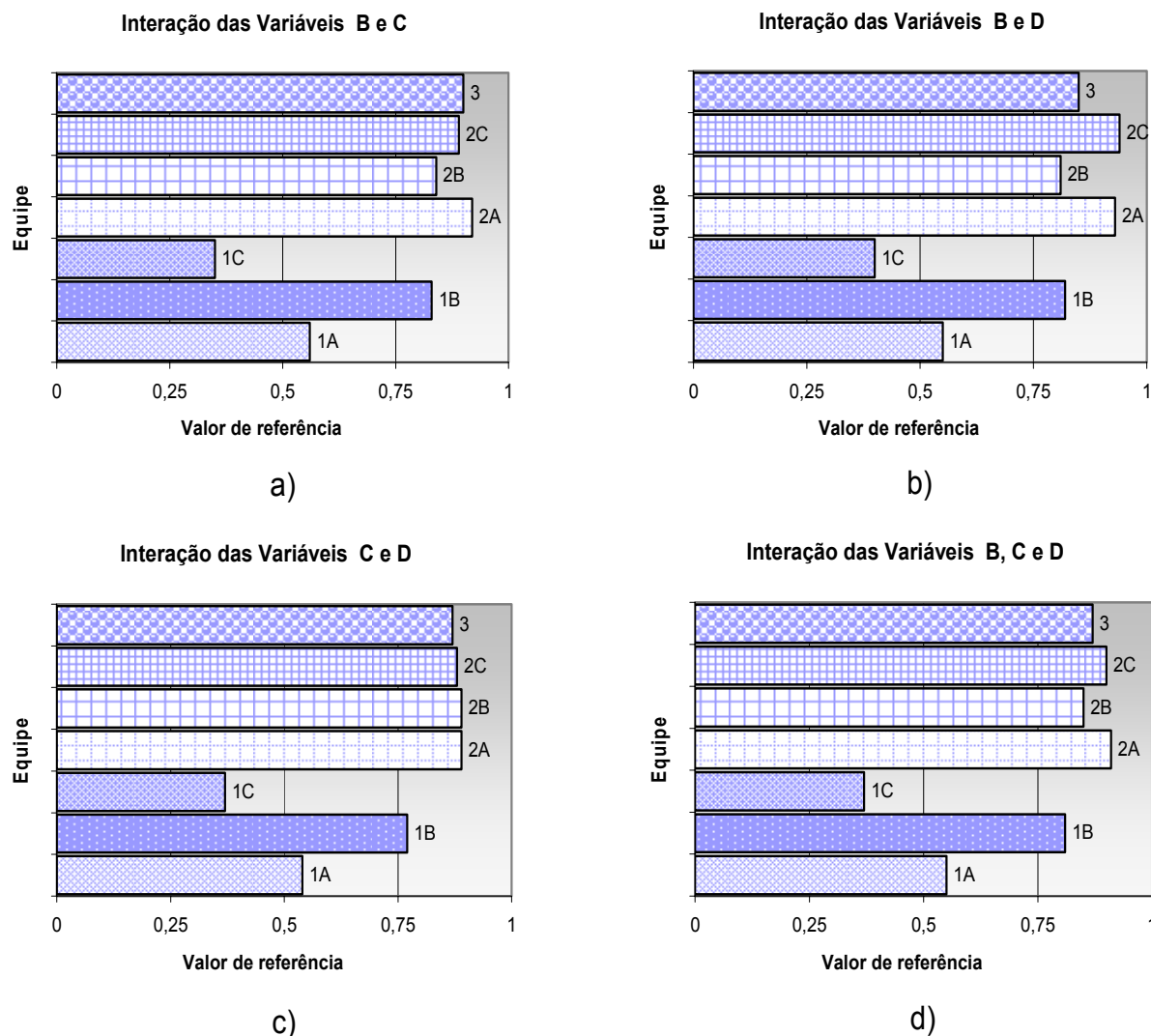


Figura 84 – Representação gráfica dos valores constantes na tabela de interações entre as variáveis independentes.

A interação das variáveis “C”, experiência dos participantes e “D” (figura 84c), lógica nas tomadas de decisões intercessoras no processo de seleção, produziu um efeito dissonante em relação às demais. Igualmente, a interação produziu um efeito favorável em relação às equipes dos grupos 2 e 3 (i.e. com o uso da P2As) em contraste às equipes do grupo de controle.

Conseqüentemente aos efeitos das interações duplas consideradas anteriormente, a interação entre as variáveis “B”, “C” e “D” (figura 84d) produziu um efeito significativo no experimento, favoravelmente aos grupos que utilizaram a P2As em contraste as equipes do grupo de controle.

5.1.13.3 Análise da seleção da alternativa

Os resultados obtidos do processo de seleção da aplicação experimental do modelo teórico proposto foram os que apresentaram maior discrepância entre o grupo de controle e os grupos 2 e 3. Portanto, os resultados da seleção são significativos para efetuar uma análise comparativa entre os grupos.

Unanimemente, as equipes 1A, 1B e 1C do grupo de controle decidiram como solução de maior potencial de sucesso indicar a alternativa quatro. Salienta-se que as equipes 1A e 1C estavam inseridas em um contexto de negócio significativamente distinto da equipe 1B.

Assim, por meio da análise conjunta dos resultados obtidos pelos questionários e pelos resultados da seleção conclui-se que nenhuma equipe do grupo de controle inseriu o contexto de negócio, logicamente e formalmente, no processo de seleção experimental.

Contrariamente, as equipes de avaliadores dos grupos 2 e 3 foram unânimes em afirmar que as alternativas não possuíam distinção de desempenho. Esta afirmativa provém da análise das interfaces gráficas de saída da P2As, apresentadas na figura 85, cujas curvas representativas apresentam um valor de confiança que indica a semelhança por comparação entre todas as alternativas.

Salienta-se que a equipe 2B não concluiu a tarefa no período de tempo determinado como condicionante pelo experimento. Portanto, não apresentou um resultado satisfatório para uma análise final do processo, conforme ilustra a figura 85b.

É imperativo afirmar que caso as equipes dos grupos 2 e 3 considerassem tão somente os valores absolutos resultantes dos desempenhos do processo de avaliação (i.e. valores de desempenho⁸⁹) seria indicada a alternativa 2 pelas equipes 2A e 2C do grupo 2 e a alternativa 4 pela equipe 3, como solução de maior potencial de sucesso. Contudo, conforme preconiza o modelo, esta indicação não seria consistente.

⁸⁹ Igualmente denominado de “somatório dos critérios”.

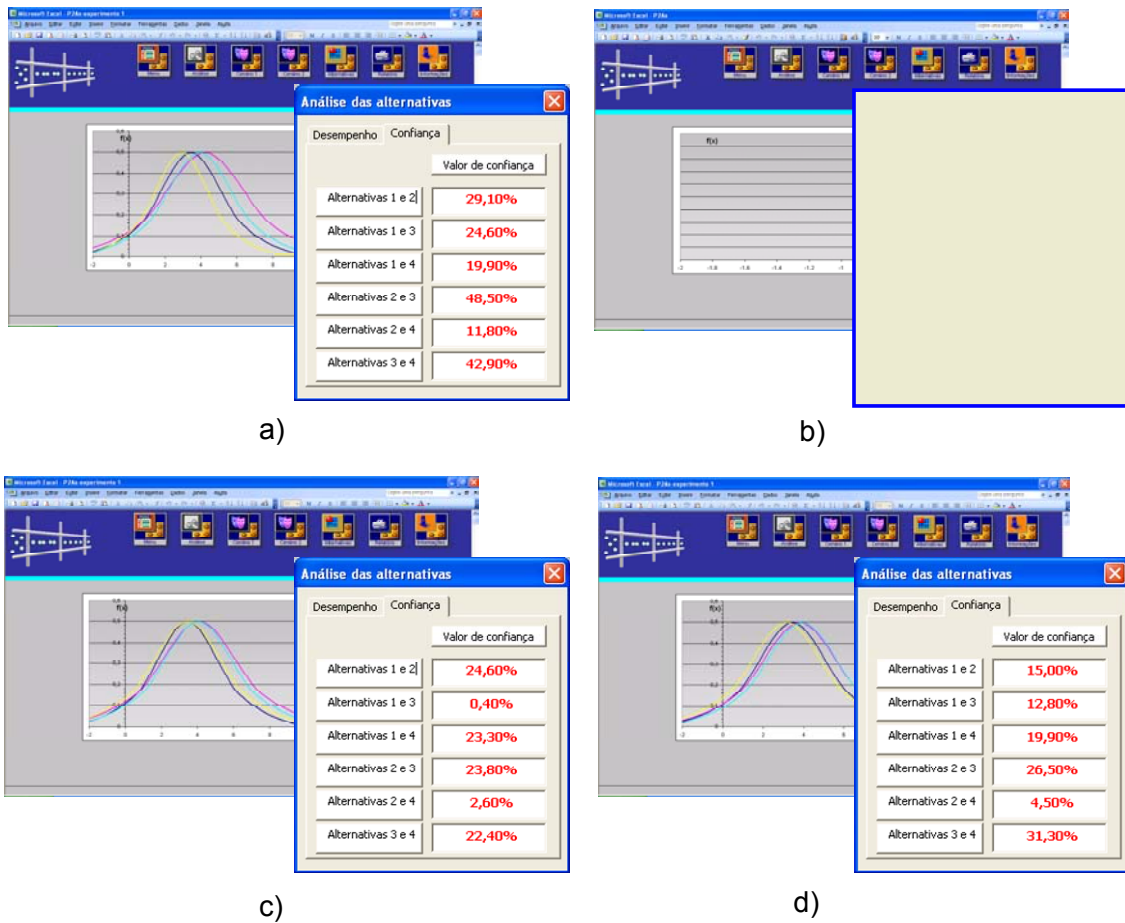


Figura 85 – Resultados do processo de seleção da aplicação experimental representado pelas interfaces gráficas da P2As da: a) equipe 2A, b) equipe 2B, c) equipe 2C e d) equipe 3.

5.1.14 Comentários Sobre o Caso 1

Observa-se por meio da análise de resultados apresentadas, que as equipes que utilizaram a P2As não se distinguiram significativamente das equipes constituintes do grupo de controle sob o foco de duas variáveis independentes: i) identificação do contexto de negócio; e ii) coesão com a visão estratégica e consistência da solução.

Contudo, ambas as variáveis podem estar correlacionadas a uma análise de maior rigor do contexto de negócio e da declaração das áreas e focos estratégicos, fato prejudicado pelo condicionante de tempo de execução da tarefa estabelecido pelo experimento.

Este pressuposto pode ser verificado por meio de uma segunda aplicação experimental, denominada de estudo de caso 2.

5.2 CASO 2 – SEGUNDA APLICAÇÃO EXPERIMENTAL

O objetivo da segunda aplicação experimental é analisar o comportamento do modelo de seleção de alternativas restrito a todos os condicionantes expostos na primeira aplicação experimental, com exceção dos limites de tempo de execução da tarefa, que para este caso são abertos.

A análise dos resultados obtidos na primeira aplicação experimental do modelo com o uso da ferramenta computacional P2As, endereça ao pressuposto de que é necessário maior rigor na obtenção de dados e na avaliação dos desempenhos em contraste aos métodos sistemáticos clássicos de seleção de alternativas. Portanto, é indispensável uma maior disponibilidade de tempo para a execução da tarefa.

Assim, o segundo experimento poderá indicar se o uso do modelo por meio da ferramenta P2As representa a variabilidade de resultados, originado pelos distintos contextos de negócio e das peculiaridades da organização. Portanto, a análise do segundo experimento deve levar em consideração a aplicação rigorosa do sistema.

5.2.1 Metodologia da Segunda Aplicação Experimental do Modelo

O segundo experimento considera como válidos os resultados obtidos na primeira aplicação. Portanto, o foco é direcionado para as características do contexto do negócio e ao pressuposto da variabilidade de resultados.

Assim, simplifica-se o experimento, função da redução da quantidade de variáveis independentes e da manutenção da estrutura de variáveis de controle.

A figura 86 apresenta o roteiro para a segunda aplicação experimental. Os quadros escuros indicam os elementos originários do estudo de caso 1 que são empregados neste experimento.

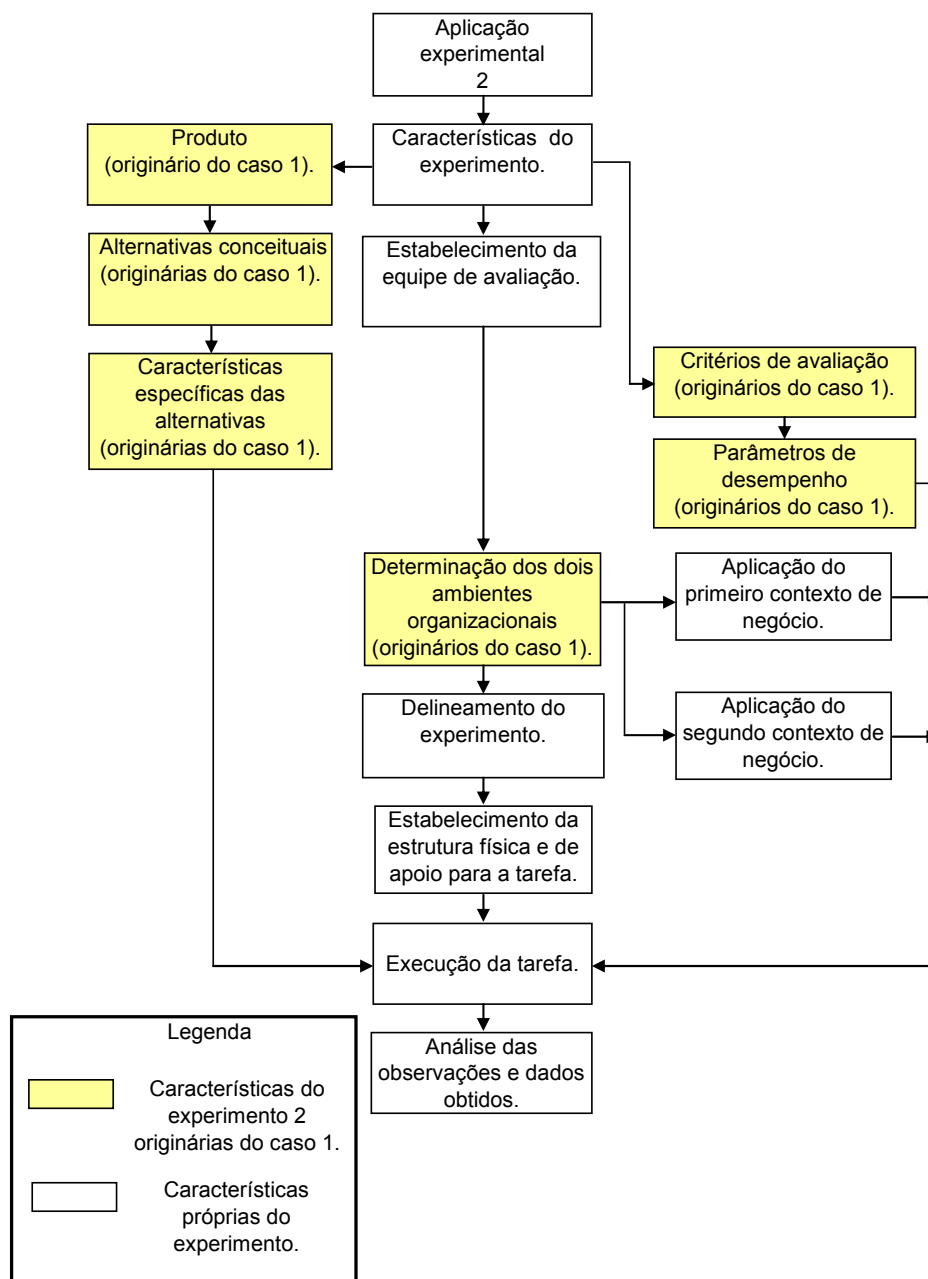


Figura 86 – Roteiro para a segunda aplicação experimental do modelo proposto.

Assim sendo, adota-se para este experimento o mesmo produto utilizado na aplicação anterior, i.e. uma cadeira de rodas motorizada para portadores de necessidades especiais.

Igualmente, as quatro alternativas neste experimento são as utilizadas na aplicação anterior, cujos rascunhos são apresentados pelas figuras⁹⁰ 74, 75, 76 e 77 e os respectivos memoriais descritivos constam do apêndice C.

⁹⁰ Ver itens 5.1.2.2, 5.1.2.3, 5.1.2.4 e 5.1.2.5.

Os critérios e parâmetros de avaliação utilizados são apresentados no item 5.1.3 e no quadro 26, respectivamente, cujos diagramas estão disponíveis no apêndice D. Igualmente, os dois ambientes organizacionais que representam a distinção entre contextos de negócios e utilizados no experimento anterior, são empregados na segunda aplicação, descritos no apêndice E e no item 5.1.5.

5.2.2 Desenvolvimento da Segunda Aplicação Experimental

O foco do experimento direcionado para as características do contexto do negócio e ao pressuposto da variabilidade de resultados, assim como, a admissão de validade referente ao resultado do primeiro experimento, permite neste estudo de caso observar uma única equipe de avaliadores, os quais devem utilizar o modelo proposto para estruturar o processo de seleção, por meio da ferramenta P2As.

Contudo, a constituição da equipe deve ser semelhante a do experimento anterior, i.e. integrada por um representante da área de conhecimento de engenharia, um da área de desenho industrial e um da área de mercado e não terem participado do primeiro experimento, conforme indicado no apêndice B, quadro B.2.

Esta aplicação diferencia-se da primeira pelo fato de que neste experimento a mesma equipe deve analisar, avaliar e selecionar as alternativas sob dois contextos distintos de negócio.

Primeiramente, a equipe estabelece as áreas e focos estratégicos que julga serem adequados ao contexto de negócio apresentado (e.g. contexto da empresa ABC), determina as afinidades dos critérios de avaliação com os focos estratégicos, avalia os desempenhos das alternativas e, finalmente, procedem às análises de consistência dos resultados pelos diagramas, valores de desempenho e confiança, sob os cenários corrente, pessimista e otimista.

Os resultados obtidos são confrontados com os resultados de uma segunda aplicação⁹¹ a qual a equipe, sob o segundo contexto de negócio (e.g. contexto da

⁹¹ As duas aplicações, cada qual para um contexto de negócio, são denominadas na representação gráfica da figura 87 como seqüência dupla.

empresa XYZ), estabelece áreas e focos estratégicos e determina afinidades. Contudo, mantém-se a avaliação de desempenho das alternativas para os parâmetros indicados, conforme ilustra a representação gráfica da figura 87.

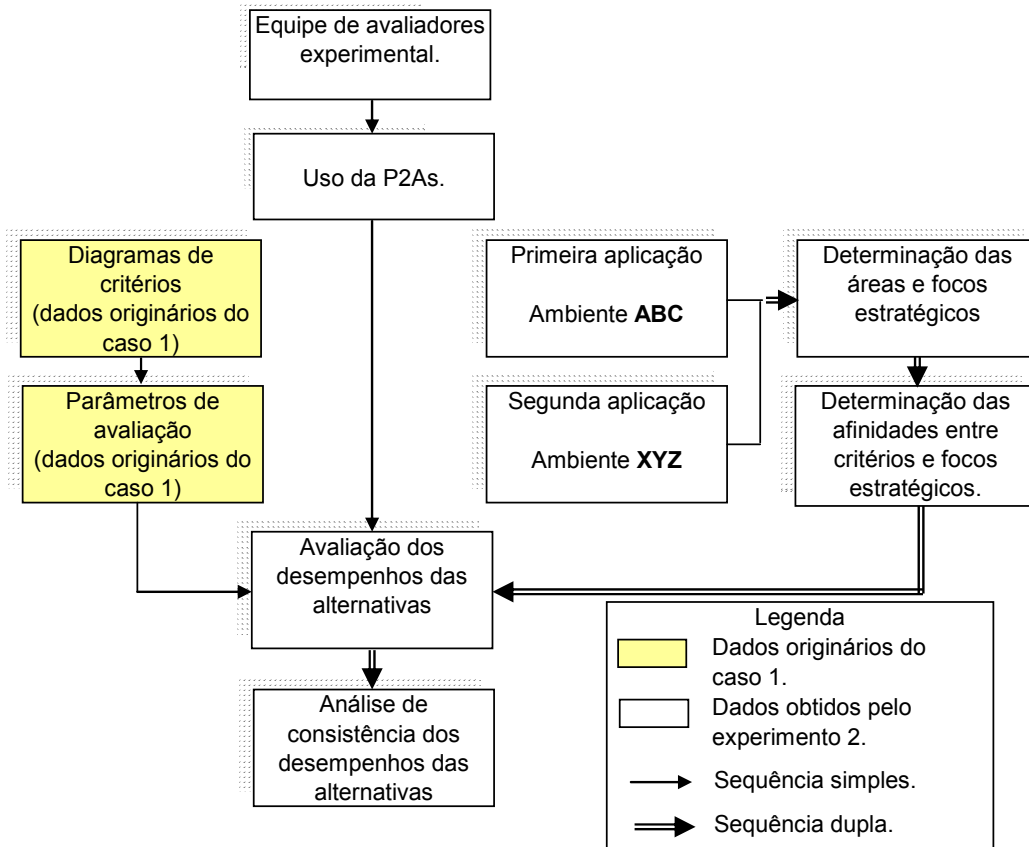


Figura 87 – Representação gráfica do desenvolvimento da segunda aplicação experimental.

5.2.3 Delineamento do Experimento

Os objetivos do delineamento da segunda aplicação experimental do modelo são distintos do caso 1, função do foco específico da aplicação, sendo: i) maior rigor na análise de dados e na avaliação dos desempenhos; e ii) se é possível distinguir a influência do contexto de negócio nas alternativas selecionadas.

Assim sendo, sob os referenciais de observação relativos às ações dos participantes da equipe (ver item 5.2.2) estabelecem-se as variáveis independentes, conforme indica o quadro 40.

Quadro 40 – Entradas da segunda aplicação experimental do modelo.

Entrada	Variável independente	Resposta (Código)
A	Identificação do contexto de negócio.	Inserção da visão estratégica da empresa no processo de seleção. (R1)
B	Coerência da solução com a visão estratégica e consistência da solução.	Coerência entre a solução adotada e o contexto de negócio. (R2)

5.2.4 Quantificação dos Dados Obtidos

O procedimento de conversão das respostas dos questionários em valores é o mesmo do adotado para o caso 1 e apresentados nas tabelas do apêndice K

As correlações entre as perguntas e as variáveis independentes estão indicadas na tabela 19. Observa-se que uma pergunta pode estar correlacionada a mais do que uma variável independente.

A coluna “Questionário” indica onde está contida a pergunta e a coluna “Referência” indica o objetivo de cada pergunta.

Tabela 19 – Correlação das perguntas dos questionários 2 e 3 com as variáveis independentes do caso 2.

Variável independente	Resposta	Questionário	Pergunta	Referencia
(A) Identificação do contexto de negócio.	R1	2 (A e B) – parte 1.	3	Identificação das áreas estratégicas.
			5	Declaração das áreas estratégicas.
			7	Afinidades.
		2 – parte 2.	1	Características do negócio.
			2	Identificação das áreas estratégicas.
			3	Afinidades entre critérios e estratégias.

(Continua).

Tabela 19 – Correlação das perguntas dos questionários 2 e 3 com as variáveis independentes do caso 2 (continuação).

Variável independente	Resposta	Questionário	Pergunta	Referencia
(B) Coesão da solução com a visão estratégica e consistência da solução.	R2	2 (A e B) – parte 1.	8	Estabelecimento de critérios de avaliação.
			9	Influência das áreas de conhecimento.
		2 – parte 2.	3	Afinidades entre critérios e estratégias.
			6	Características do negócio.
			7	Simulações.
			8	Características da solução.

5.2.5 Estrutura Física e de Apoio

Neste estudo de caso, estabeleceu-se o uso de uma sala de aula da instituição Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, para a apresentação das informações iniciais e para a realização dos trabalhos.

Os recursos para apoio da execução da tarefa resumiram-se em: i) um computador pessoal; ii) um monitor adicional para apoio; iii) conjuntos de pastas contendo as instruções da tarefa, questionários, rascunhos representativos das alternativas de solução e descrição sumária das alternativas e dos ambientes de negócio; iv) material de consumo; e v) calculadora portátil.

5.2.6 Resultados Numéricos Obtidos

Os resultados numéricos obtidos são provenientes da aplicação dos questionários 2 e 3 aos participantes do experimento e está estruturada conforme suas correlações com as variáveis independentes, indicadas na tabela 19.

5.2.6.1 Conversão dos resultados dos questionários

Conforme os procedimentos de conversão dos resultados dos questionários 2 e 3 em valores numéricos expostos no item 5.2.4 foram elaborados os quadros 41, 42 e 43 referentes ao questionário 2 (A e B), parte 1, questionário 2, parte 2 e questionário 3, respectivamente.

Quadro 41 – Conversão dos resultados do questionário 2 (A e B), parte 1, em valores numéricos.

Participante	Equipe	Pergunta										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Ω	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	0,5	1	-
2		1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	0,5	0,5	-
3		1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	0,5	0,5	-

Quadro 42 – Conversão dos resultados do questionário 2, parte 2, em valores numéricos.

Participante	Equipe	Pergunta							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ω								
2		0	1	1	1	1	0,5	0,5	1
3									

Quadro 43 – Conversão dos resultados do questionário 3, perguntas 1 a 6, em valores numéricos.

Participante	Equipe	Pergunta							
		1	2	3	4	5	6		
1	Ω	3	7	4	9	1	4	4	1
2		2	6	9	13	1	4	3	1
3		4	10	1	11	1	4	4	4

5.2.7 Avaliação dos Resultados Numéricos

A avaliação dos resultados pode permitir a identificação das respostas das variáveis independentes. Assim, converteram-se as informações obtidas por meio de questionários (ver item 5.1.7.1) em forma quantitativa, com o uso das tabelas de conversão (ver item 5.2.4).

Os valores convertidos foram correlacionados com as variáveis independentes (ver tabela 19) previamente definidas (ver quadro 40).

Na tabela 20 são apresentados os resultados das variáveis independentes, cujos valores resultam da média dos valores correlacionados.

O cálculo do valor do efeito principal referente a cada variável independente isoladamente é denominado de análise do nível de avaliação⁹².

⁹² Em função de que nesta avaliação foram utilizadas apenas duas variáveis independentes, não foram considerados os efeitos de interação.

Para a análise são construídas as representações gráficas, apresentadas na figura 88, cujos dados de origem são os valores indicados na tabela 20, referentes às variáveis independentes consideradas isoladamente.

Tabela 20 – Resultados das variáveis independentes da segunda aplicação experimental.

Experimento (Equipe)	Variável Independente	
	A	B
Ω	0,75	0,75

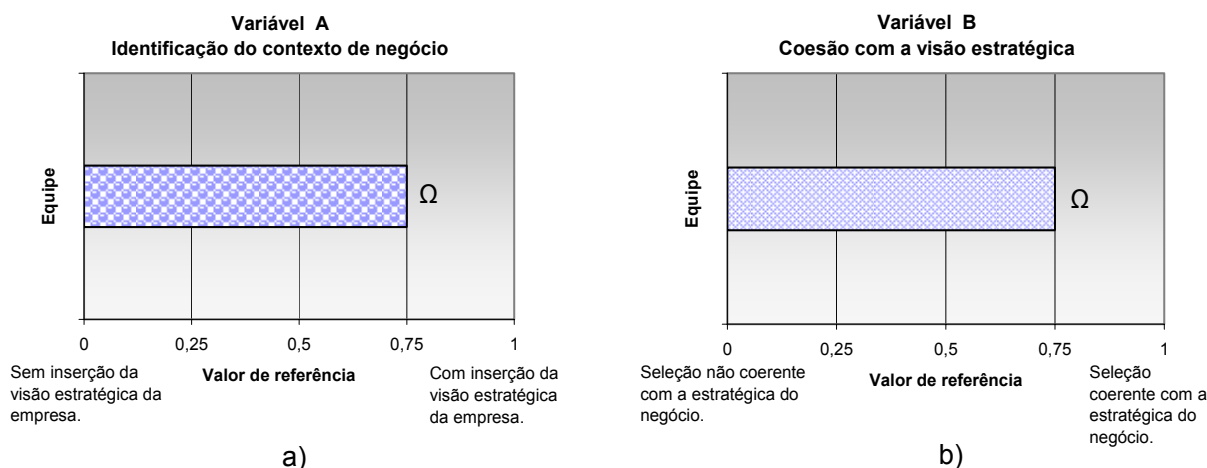


Figura 88 - Representação gráfica dos resultados da segunda aplicação experimental convertidos em valores para as variáveis independentes.

Para a variável “A” (figura 88a) pode-se observar na representação gráfica que os resultados referentes às respostas dos avaliadores indicam a inserção da estratégia da empresa no processo de seleção de alternativas do experimento.

Igualmente, observa-se na representação gráfica que as respostas referentes a variável “B” (figura 88b) apontam, como resultante do processo de avaliação com o uso do modelo, para a seleção de uma alternativa coesa com a estratégia da empresa inserida em um determinado contexto de negócio.

5.2.8 Análise da seleção da alternativa

O processo de seleção da alternativa considerada pela equipe de avaliação como de maior potencial de sucesso é qualitativamente analisado ao se comparar os resultados referentes aos fictícios contextos de negócios das empresas ABC e XYZ.

5.2.8.1 Análise sob o contexto de negócio da “empresa ABC”

Sob as condições estabelecidas pelas variáveis de controle (ver item 5.2.1) a equipe de avaliadores atribuiu à “empresa ABC” quatro áreas de visão estratégica que consideraram influentes no processo de seleção, fundamentados no texto contendo informações apresentado como parte da aplicação experimental. Estas áreas foram declaradas pelos participantes como: i) controle de qualidade; ii) tecnologia; iii) resposta de social; e iv) montagem.

Sequencialmente foram determinados focos estratégicos referente a cada área declarada e atribuídos valores ponderados com destaque de importância entre eles.

Tanto as áreas quanto os focos estratégicos foram escolhidos das listas contidas na P2As as quais serviram de orientação para os avaliadores. Foram estabelecidas afinidades entre os critérios de avaliação e os focos estratégicos declarados como referenciais do contexto de negócio da empresa ABC.

Conforme preceitua a seqüência de ações estabelecida pelo modelo, foram atribuídos valores de desempenho para cada um dos 50 parâmetros de avaliação e para todas as quatro alternativas conceituais do produto.

Por meio destas ações, a equipe obteve os resultados produzidos pelo modelo com o uso da ferramenta computacional P2As em interfaces gráficas representadas pela figura 89. O diagrama indica uma predominância da curva representativa da alternativa 4 sobre as demais, confirmada pelo valor da soma dos critérios indicada na janela de análise das alternativas.

Contudo, o valor de confiança apresenta um valor relativamente baixo (27,4%), quando comparado com valor de confiança de referência de 50%⁹³ adotado pela equipe, para indicar a não semelhança entre as alternativas 2 (segundo maior valor) e 4 (primeiro maior valor). Portanto, segundo o modelo, o resultado do valor de desempenho não é consistente.

Assim sendo, a equipe estabeleceu um novo critério de avaliação⁹⁴, denominado de “C₆ - facilidade de fabricação”, por considerar como relevante às peculiaridades da manufatura da empresa ABC. Este critério foi subdividido em sub-critérios até o terceiro nível de complexidade e com oito novos parâmetros de avaliação, conforme ilustra a figura N.1, apêndice N.

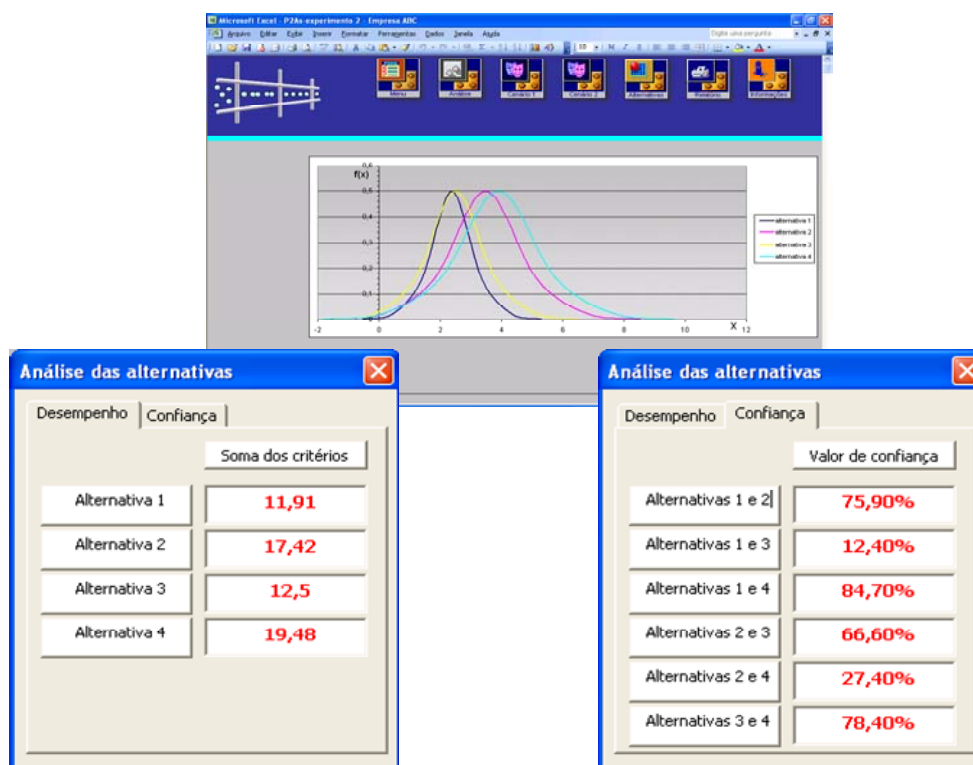


Figura 89 – Representação gráfica das interfaces de saída dos primeiros resultados para o contexto da “empresa ABC” da segunda aplicação experimental.

Após inclusão do diagrama do critério C₆ na ferramenta P2As, procederam-se as ações de revisão⁹⁵ de avaliação de desempenho para todas as alternativas. Contudo, foram atribuídos valores de escala apenas referentes ao novo critério.

⁹³ Valor de confiança mínimo admitido, estabelecido previamente pela equipe para este processo de seleção.

⁹⁴ Esta ação é preconizada pelo modelo (ver item 3.1.5.11).

⁹⁵ Este procedimento é previsto pelas ações da ferramenta P2As.

Igualmente, foram estabelecidas novas afinidades entre os focos estratégicos (inalterados) e os critérios de avaliação⁹⁶.

Assim, um novo resultado foi apresentado pela interface gráfica de saída da ferramenta P2As, conforme ilustra a figura 90. Para os referenciais estabelecidos previamente o modelo indica, por meio das curvas representativas das soluções, a alternativa 4 como de maior potencial de sucesso, confirmada pelos resultados numéricos para o valor de desempenho (soma dos critérios igual a 25,35 frente a 19,98 referente à alternativa 2) e o valor de confiança entre o primeiro e o segundo valor mais alto, de 63,3% (comparativamente ao valor de confiança de referência adotado pela equipe de 50%).

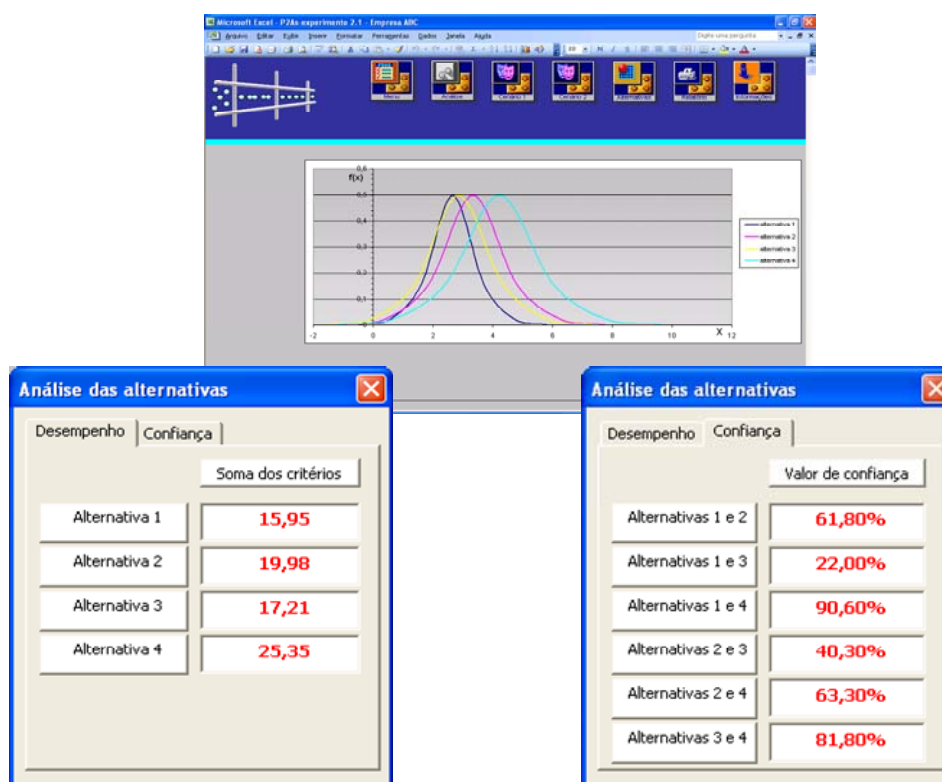


Figura 90 - Representação gráfica das interfaces de saída dos resultados finais do processo de seleção para o contexto da “empresa ABC” da segunda aplicação experimental.

Para estabelecer uma análise completa é necessário verificar a consistência dos resultados sob os cenários pessimista e otimista. Assim, a equipe atribuiu alterações de cenário para as áreas estratégicas de resposta social e montagem. O resultado indicou consistência do resultado para ambos os cenários, conforme ilustra

⁹⁶ É recomendado estabelecer novas relações de afinidades entre todos os critérios e focos estratégicos, função da ação de inclusão de um novo critério de avaliação.

a figura 91a que indica as janelas de valor de confiança, com o valor de 71,2% de confiança de não semelhança para o cenário pessimista e a figura 91b indica 60,60% para o cenário otimista.

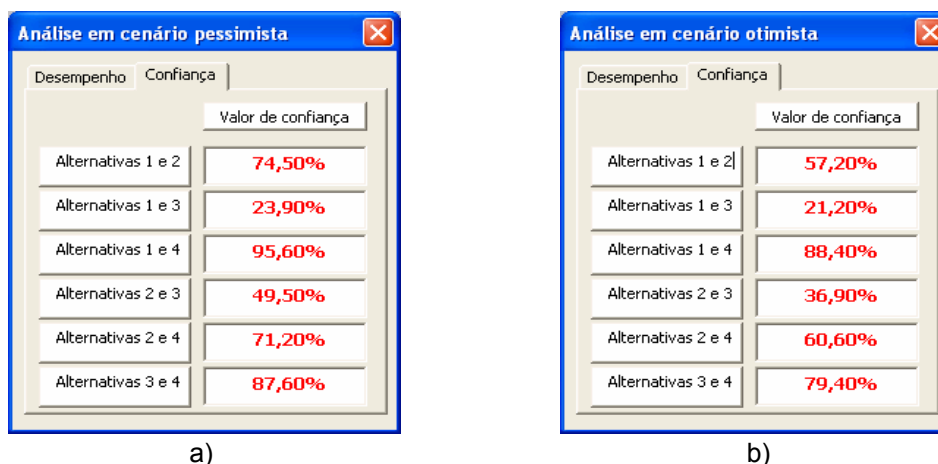


Figura 91 – Representação gráfica da interface de saída para os valores numéricos referentes aos cenários pessimista (a) e otimista (b), sob o contexto da “empresa ABC”.

5.2.8.2 Análise sob o contexto de negócio da “empresa XYZ”

Para estabelecer um processo de seleção sob as condições estabelecidas pela metodologia da segunda aplicação experimental (ver item 5.2.1), mantiveram-se as condições previamente determinadas como variáveis de controle. Assim, apenas os cinco critérios inicialmente estabelecidos como referência de avaliação foram considerados para processo de seleção sob o segundo contexto de negócio.

A equipe de avaliadores atribuiu à “empresa XYZ” cinco áreas de visão estratégica que consideraram influentes no processo de seleção, com base no texto apresentado como parte da aplicação experimental. Estas áreas foram declaradas pelos participantes como: i) produção; ii) operação; iii) tecnologia; iv) logística de fornecimento; e v) resposta de mercado.

Os focos estratégicos estabelecidos para cada área declarada referenciam-se ao contexto da “empresa XYZ”, bem como, as afinidades atribuídas para os critérios e os focos. Contudo, conforme preceitua a metodologia do segundo experimento, foram mantidas as mesmas avaliações das alternativas estabelecidas para o primeiro contexto de negócio.

Os primeiros resultados apresentados pelo modelo, por meio das interfaces gráficas de saída da ferramenta P2As, indicam a alternativa 4 com maior valor de desempenho (soma dos critérios), ilustrado pela figura 92.

Contudo, o valor de confiança de não semelhança entre as alternativas é relativamente baixo para as duas alternativas de maior valor de soma dos critérios (18,50%), comparativamente com o valor de confiança de referência de 50% adotado pela equipe. Assim, o modelo indica resultados não consistentes para determinar uma única solução de maior potencial de sucesso.

Portanto, conforme preconiza o modelo⁹⁷, a equipe de avaliadores indicou um critério de avaliação adicional denominado de “C₆ - fabricação”. Distintamente do primeiro caso, este critério considera as peculiaridades da “empresa XYZ” indicadas no texto (e.g. produção semi-automática em linha de montagem, experiência e equipamentos modernos de usinagem e injeção de polímeros, entre outras). O critério adicional foi subdividido em sub-critérios até o terceiro nível de complexidade e com seis parâmetros de avaliação correlacionados, conforme indica o diagrama de critério exposto na figura O.1, apêndice O.

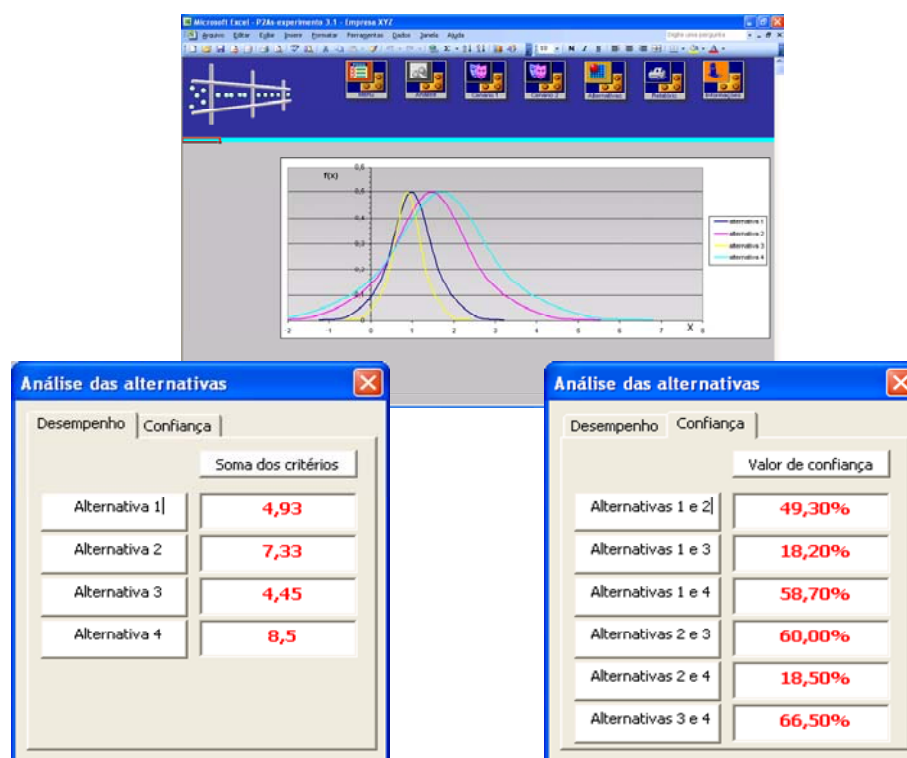


Figura 92 - Representação gráfica das interfaces de saída dos primeiros resultados para o contexto da “empresa XYZ” da segunda aplicação experimental.

⁹⁷ Ver item 3.1.5.11.

Igualmente ao primeiro contexto, após a inclusão do diagrama do critério C_6 na ferramenta P2As, foram adotados os procedimentos para estabelecer as ações de revisão de avaliação de desempenho para todas as alternativas com a atribuição de valores de escala referentes ao novo critério. Igualmente, foram estabelecidas novas afinidades entre os focos estratégicos (inalterados) e os critérios de avaliação⁹⁸.

Assim, novos resultados foram indicados por meio das interfaces gráficas da P2As. Observa-se pelas curvas representativas das alternativas, indicada na figura 93, que houve uma “inversão” da pontuação relativa da soma dos critérios entre as alternativas 2 e 4 (primeiro e segundo maiores valores), confirmada pela janela indicativa do valor dos critérios.

Contudo, o valor de confiança entre as alternativas de maior soma dos critérios, comparativamente ao valor de referência é insuficiente para indicar uma não semelhança entre as soluções conceituais.

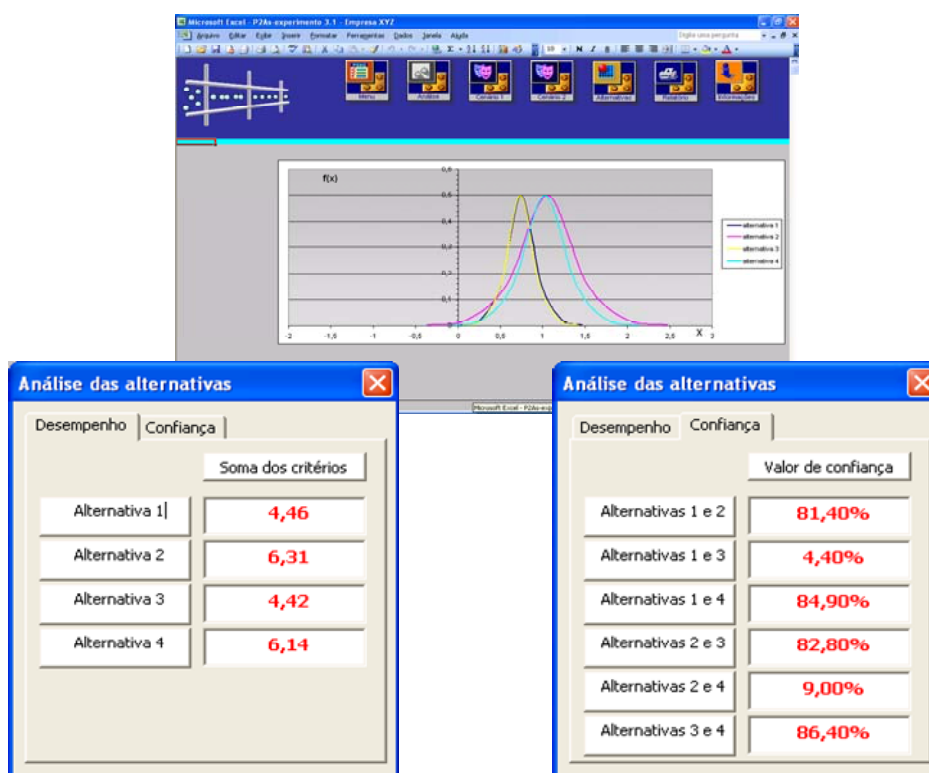


Figura 93 - Representação gráfica das interfaces de saída dos resultados após a inclusão do critério C_6 para o contexto da “empresa XYZ” da segunda aplicação experimental.

⁹⁸ Recomenda-se estabelecer novas relações de afinidades entre todos os critérios e focos estratégicos, função da ação de inclusão de um novo critério de avaliação.

Portanto, um critério adicional foi estabelecido pela equipe de avaliadores, semelhantemente a inclusão do critério C₆. O novo critério global foi denominado de “C₇ - atratividade no mercado”.

Similarmente ao critério anterior, o critério C₇ foi subdividido em sub-critérios de até terceiro nível de complexidade, contendo cinco novos parâmetros de avaliação, conforme ilustra a figura O.2 do apêndice O. Sequencialmente, procederam-se as avaliações, por meio de valores de escala, de todas as alternativas para este critério adicional.

Os resultados obtidos por meio do modelo e sua ferramenta P2As, apontam para a alternativa 2 como a solução conceitual com maior potencial de sucesso para os referenciais previamente estabelecidos, confirmados pela soma dos critérios indicadas na figura 94. Adicionalmente, observa-se que as curvas representativas das alternativas das alternativas 2 e 4 estão mais “afastadas” em relação as curvas observadas na figura 93. Este “afastamento” indica maior não semelhança entre as alternativas 2 e 4, confirmado pelo valor de confiança (54,1%) indicado na figura 94.

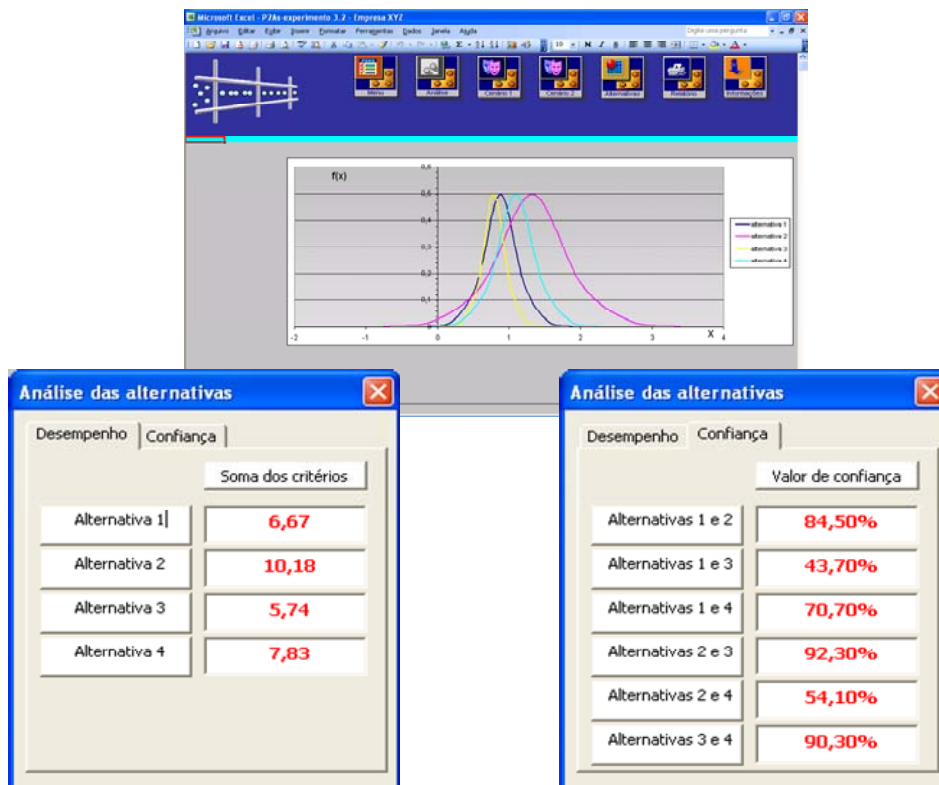


Figura 94 - Representação gráfica das interfaces de saída dos resultados finais do processo de seleção para o contexto da “empresa XYZ” da segunda aplicação experimental.

Para uma verificação final, a equipe analisou o resultado sob os cenários otimista e pessimista, cujos valores de confiança são indicados nas figuras 95a e 95b, respectivamente.

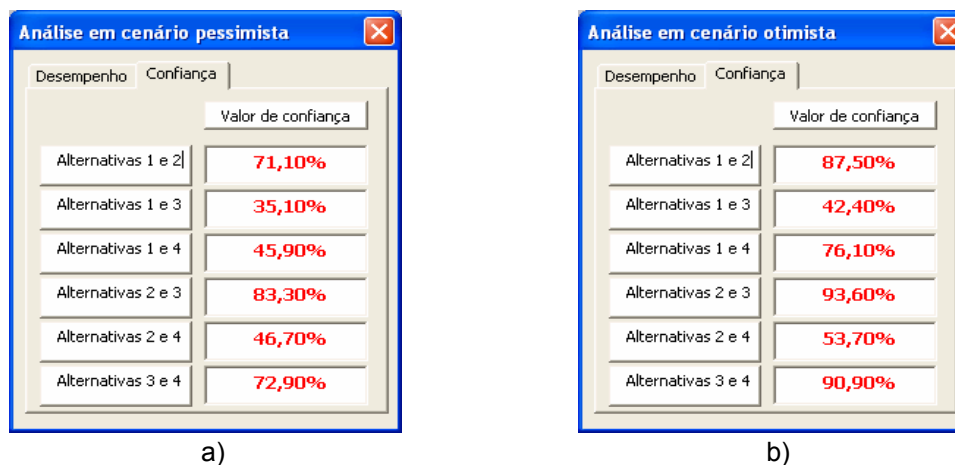


Figura 95 – Representação gráfica da interface de saída para os valores numéricos referentes aos cenários pessimista (a) e otimista (b), no contexto da empresa XYZ”.

5.2.9 Comentários Sobre a Segunda Aplicação Experimental

A análise da segunda aplicação experimental do modelo de análise e seleção de alternativas envolvendo variáveis de negócio, por meio de sua ferramenta computacional P2As, endereça à resultados que inserem a visão estratégica da organização no processo e a coerência da tomada de decisão de seleção com os focos estratégicos declarados.

A análise baseia-se em dois pontos: i) a observação das respostas das variáveis independentes da segunda aplicação experimental (ver figura 88) que indica a percepção do processo pelos avaliadores; e ii) a comparação das distintas alternativas selecionadas para contextos de negócio diferenciados.

Contudo, para a obtenção destes resultados foi necessário rigor na determinação de valores de escala (notas) para os desempenhos das soluções, bem como, constantes revisões de procedimentos para estabelecer uma coerência na avaliação das alternativas. Assim, a equipe construiu quadros auxiliares para tabulação dos valores dos parâmetros e das características peculiares de cada contexto de negócio, retirados do texto fornecido no experimento.

Estes procedimentos conduziram a um maior dispêndio de tempo comparativamente ao caso 1.

5.3 CASO 3 - APLICAÇÃO VARIANTE DO MODELO

Um enfoque diferenciado do escopo originalmente proposto (i.e. a análise e seleção de alternativas de solução na etapa conceitual de projeto de produtos manufaturados) permite uma aplicação variante do modelo em função da multiplicidade de objetivos da atividade de desenvolvimento de produtos.

Assim, é possível executar uma análise comparativa entre um conceito estabelecido de produto de uma empresa com similares concorrentes. Esta aplicação diferenciada do modelo pode auxiliar as tomadas de decisões quanto ao posicionamento estratégico do produto no mercado ou promover uma discussão sobre a inclusão de novas características no conceito original do produto (*features*)⁹⁹ para um melhor alinhamento com a visão estratégica e competitividade da empresa.

A aplicação variante tem como objetivo principal ilustrar um enfoque diferenciado de utilização do modelo. Assim, este estudo de caso não é probabilístico. Portanto, a análise é condicionada a parâmetros qualitativos, i.e. a comparação analítica da declaração da empresa sobre a estratégia de negócio para o produto em questão e o resultado da análise de consistência e cenários proveniente da ferramenta P2As de aplicação do modelo.

5.3.1 Metodologia Para o Caso 3

A metodologia utilizada indica tarefas atribuídas à empresa a qual o modelo é aplicado e tarefas atribuídas ao pesquisador. Estas tarefas estão representadas na figura 96, que ilustra o roteiro para o estudo de caso 3.

O primeiro passo cabe ao pesquisador e refere-se à escolha da empresa para a realização da tarefa. Esta escolha não é aleatória, função de: i) peculiaridades da empresa em relação ao produto, que neste caso, deve declarar sua visão estratégica como “diferenciação” (ver item 2.2.1); ii) tipo de produto; iii) problemas detectados pela empresa para o lançamento do produto ou para sua comercialização; e iv) *disposição da empresa em relatar sua estratégia e os problemas que envolvem seu produto.*

⁹⁹ Ver Pahl et al. (2005).

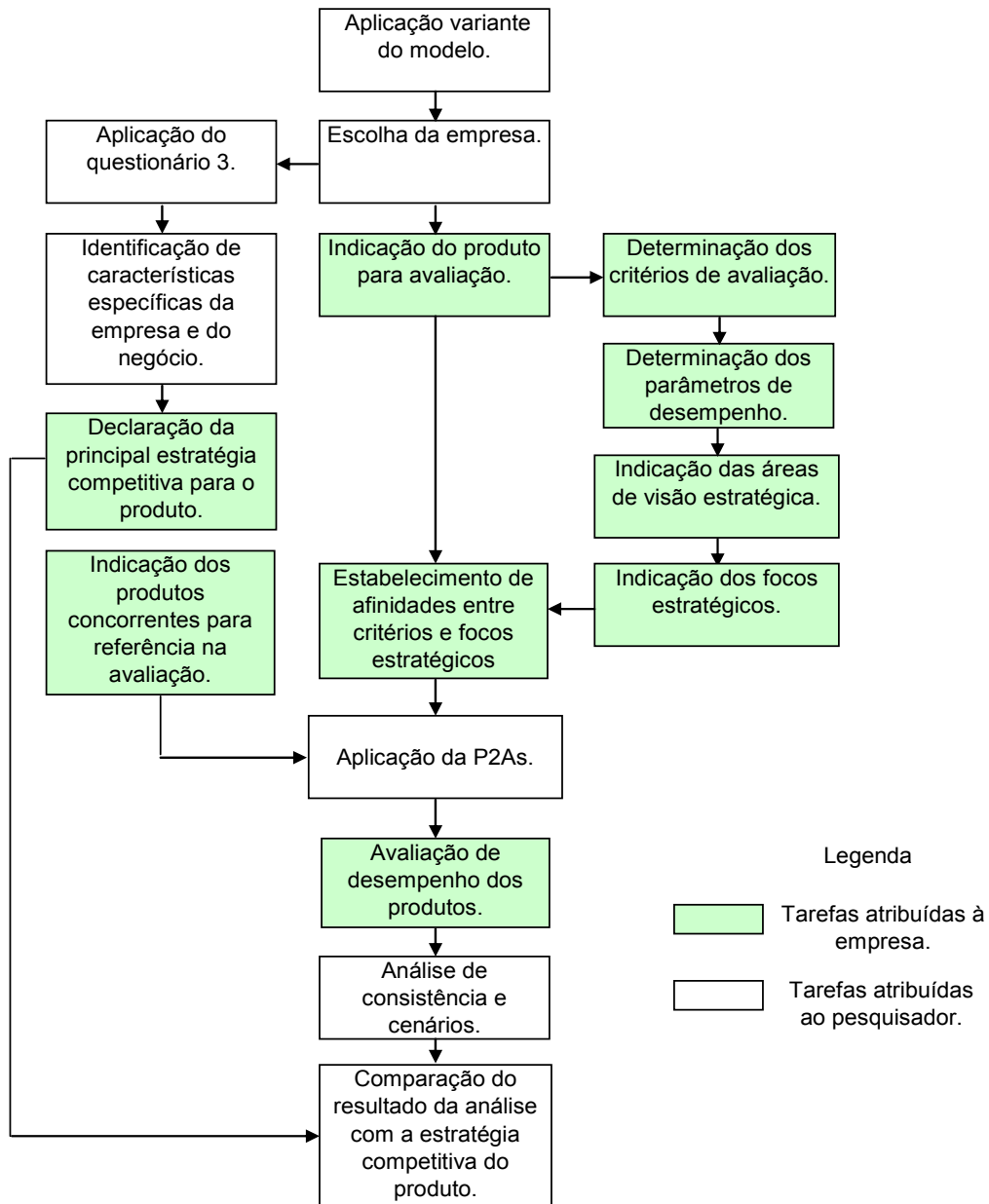


Figura 96 – Roteiro para o estudo da aplicação variante do modelo proposto.

O segundo passo refere-se à identificação das características da empresa e do negócio. Assim, o questionário 3 (ver apêndice J) é aplicado ao informante indicado pela empresa. As informações obtidas são comparadas com a principal estratégia competitiva para o produto, declarada pela empresa.

Posteriormente à indicação do produto, são determinados os critérios e parâmetros que a empresa declara como referenciais de comparação para indicar a existência de um diferencial entre seus produtos e os produtos concorrentes.

Igualmente, é declarado sob quais focos estratégicos do negócio o produto está relacionado. Para os registros das declarações pela empresa dos critérios, parâmetros, focos estratégicos e afinidades entre critérios e focos são utilizados a ferramenta P2As e P2AsTutorial do modelo de análise, cujo uso é orientado pelo pesquisador.

O produto indicado pela empresa é denominado de alternativa 1, para utilização da ferramenta computacional. Adicionalmente são indicados dois produtos concorrentes que a empresa declara-se diferenciar. Estes produtos são denominados de alternativa 2 e alternativa 3.

Com o uso da ferramenta P2As, a empresa avalia os desempenhos de cada produto. Os parâmetros de avaliação devem privilegiar características quantitativas do produto ou, no mínimo qualitativas (ver item 3.1.5.3).

A análise comparativa do resultado obtido com o uso do modelo e a estratégia competitiva de diferenciação declarada pela empresa pode indicar possíveis discordâncias (e.g. a inexistência de características suficientes de diferenciação do produto em relação a seus concorrentes).

5.3.2 Informações Sobre a Empresa

Para este estudo de caso, foi escolhida uma empresa industrial de pequeno porte do setor alimentício, fabricante de alimentos a base de frutas, verduras e legumes, situada na região metropolitana de Curitiba.

A empresa não possui um departamento de P&D (pesquisa e desenvolvimento) formalizado. Contudo, sua equipe técnica desenvolve e lança no mercado novos produtos constantemente. O mercado em que a empresa está inserida é extremamente competitivo, função de existirem empresas de grande, médio e pequeno porte que disputam os mesmos consumidores e espaços de venda.

Assim sendo, para conquistar e manter uma posição competitiva, a empresa em questão, dissemina ações estratégicas, denominadas pela mesma como diferenciadoras em relação aos concorrentes.

Tais ações envolvem a qualificação de seus funcionários com constantes treinamentos, aplicação de padrões de qualidade, processos semi-automatizados em todas as linhas, uso de módulos produtivos, entre outras. Estas ações são declaradas como diferenciais em relação a empresas de mesmo porte.

Adicionalmente, a empresa qualifica seus produtos como “alta qualidade”, por conservar características consideradas essenciais dos produtos *in natura*. Assim, em todo o processo são retiradas amostras (e.g. matéria-prima e produtos processados) que são analisadas em seu próprio laboratório ou enviadas a laboratórios contratados.

5.3.3 Informações Sobre o Produto e Produtos Concorrentes

O produto indicado pela empresa refere-se a sua linha de doces em pasta, especificamente neste caso, geléias de frutas. Este produto é processado com frutas tropicais, adquiridas de produtores rurais pré-qualificados.

Para conservar as características da matéria-prima o mais próximo das naturais quanto possível, a empresa utiliza um processo de concentração a vácuo, o qual permite reduzir o tempo e temperatura de cocção, fatores comuns para alteração de cor e sabor do produto. Adicionalmente, a empresa informa que não utiliza aditivos químicos tais como aromatizantes ou corantes.

A embalagem primária é de vidro em tamanho padrão com capacidade para 230 mg, o qual facilita a lavagem automática antes do envase. Para garantir a inviolabilidade da embalagem, a empresa utiliza um sistema de fechamento a vácuo, com o uso de tampas de tecnologia licenciada.

Não obstante o produto apresentar características que, segundo a empresa, o diferenciam dos seus concorrentes, as metas de vendas não foram alcançadas para esta linha. Este fato foi relacionado, por um especialista em *marketing*, à falta de publicidade veemente que provocasse o consumidor a perceber as diferenciações em relação aos seus concorrentes e, assim, agregar valor ao produto.

O principal produto concorrente indicado pela empresa é uma indústria alimentícia de grande porte situada no Rio Grande do Sul, cujo processo exige grandes lotes de fabricação e utiliza a seu favor uma ampla rede de distribuição nacional.

O segundo produto indicado para comparação possui características distintas do principal concorrente. O produto provém de empresa de pequeno porte, cujo processo de fabricação é totalmente manual, em pequenos lotes de produção. O controle de qualidade, em geral, é visual durante todo o processo. É usual a referência típica de “caseiro” para qualificar o produto. Estas características são comuns a dezenas de outras empresas¹⁰⁰ que produzem este tipo de produto. Assim, é possível afirmar que não existem distinções claras entre elas, com exceção dos rótulos.

5.3.4 Identificação das Características Específicas da Empresa

Por meio da aplicação do questionário 3 (ver apêndice J) ao informante da empresa e da conversão das respostas em valores, são identificadas as características específicas da empresa, segundo o quadro 44.

A análise das respostas do questionário 3 conduz a uma visão aproximada das características específicas de negócio da empresa pesquisada. Nota-se que, apesar dos constantes desenvolvimentos de produtos, a empresa é conservadora quanto à inovação, fato referenciado ao grau de incerteza associado à inovação indicado como pouquíssimo a pouco.

Quanto à característica da estratégia tecnológica a empresa pode ser classificada como oportunista coerentemente associado ao fato dos constantes lançamentos de produtos e da busca por processos tecnológicos diferenciados. Contudo, a característica apontada pela resposta dois é a dependência, provavelmente por não ser líder de mercado e, conseqüentemente obriga-se a seguir os movimentos da empresa líder.

¹⁰⁰ Estas empresas são denominadas, neste estudo de caso, simplesmente de “empresa típica”.

Quadro 44 – Conversão das respostas do questionário 3 aplicado à empresa, para a aplicação variante do modelo.

Pergunta	Resposta	Tabela de conversão	valor	Referência da resposta
1	2, 4	11	-	Pouquíssima a pouca incerteza associada à inovação.
2	1, 5	12	-	Oportunista e dependente.
3	1	13	0,44	Forte influência de uma área de conhecimento.
4	1			
5	1			
6	1			
7	2	-	-	Decisões tomadas em reuniões de revisão de um conceito de produto.
8	2, 4	-	-	Conceito de produto ajustado ao portfólio estratégico e ajustado à tecnologia de manufatura da empresa.
9	1, 4	-	-	Decisão de escolha de um conceito de produto influenciada pela equipe de desenvolvimento e pelo setor de <i>marketing</i> .

As respostas três a seis indicam uma forte influência da área de conhecimento denominada de mercado¹⁰¹. Esta influência, provavelmente, justifica que as decisões tomadas quanto ao produto são fortemente relacionadas às atividades de mercado, sugeridas pelas respostas das perguntas sete a nove.

5.3.5 Critérios e Parâmetros de Avaliação do Produto




Os critérios e parâmetros de avaliação são indicados¹⁰² pela empresa como referenciais de diferenciação do seu produto com os produtos concorrentes.

Assim, primeiramente, construiu-se um quadro dos critérios e parâmetros comparativos indicados pela empresa, apresentado pelo quadro 45, com base na matriz de avaliação de Pugh (1990, ver item 2.5.2.1), para uma posterior comparação com os resultados obtidos pela aplicação da ferramenta P2As.

¹⁰¹ A área de conhecimento é indicada como “mercado” neste caso, por possivelmente não envolver apenas a área de *marketing*, como também as áreas de logística de venda e distribuição, comercial, entre outras relacionadas a mercado.

¹⁰² Todos os dados quantitativos ou qualitativos são de responsabilidade da empresa pesquisada. As informações provenientes de análises laboratoriais, análises com o consumidor e dados de produção utilizadas na ferramenta P2As são referentes aos valores médios obtidos pela empresa no primeiro quadrimestre de 2006.

Quadro 45 – Parâmetros de diferenciação entre produtos, segundo a empresa pesquisada.

Produto →		Comparação com a referência		REFERÊNCIA		Comparação com a referência	
Parâmetro ↓							
Empresa	Empresa analisada		Empresa líder			Empresa típica	
Ordem representativa	1		2			3	
Processo de fabricação	Cocção a vácuo.	S	Cocção a vácuo.			Cocção em condições ambientais.	-
Produção típica para o produto	Lotes médios.	+	Lotes grandes.			Lotes pequenos.	-
Controle de qualidade da matéria-prima	Quantitativo e qualitativo por amostragem em lotes médios.	+	Quantitativo e qualitativo por amostragem em grandes lotes.			Qualitativo em lotes muito pequenos.	+
Uso de corantes e aromatizantes	Não utiliza.	+	Utiliza.			Não utiliza.	+
Inviolabilidade da embalagem	Fechamento a vácuo.	S	Fechamento a vácuo.			Fechamento com tampa de rosca.	-
Treinamento de funcionários	Contínuo.	+	Inicialmente.			Não utiliza.	-
Análises química, física e microbiológica	Em laboratório com cartas de controle estatístico.	S	Em laboratório.			Não utiliza.	-
Análises sensoriais em laboratório	Por amostragem durante todas as etapas do processo.	+	Por amostragem.			Visual, sem amostragem.	-
Análises sensoriais com o consumidor	Por amostragem com frequência pré-determinada.	+	Por amostragem.			Visual, sem controle estatístico.	-
Rede de distribuição e venda	Supermercados e pontos menores de venda.	-	Rede nacional de supermercados e distribuidores.			Rede regional de distribuição e pontos de venda menores.	-
Quantidade por unidade de comparação	230 mg.	S	230 mg.			410 mg (média).	+
Apelo de venda	Produto “processado”.	S	Produto “processado”.			Produto “caseiro”.	+
Preço de venda para o consumidor	20% a 30% maior que a referência.	-	Referência.			130% a 150% maior que a referência.	-
≠ + e -		+ 4					- 5

A comparação dos parâmetros de diferenciação adotados pela empresa referencia-se com o produto líder de mercado. A diferença entre a avaliação dos desempenhos, segundo a empresa, indica se a diferenciação é positiva ou negativa.

Assim, o valor quatro atribuído à empresa analisada indica uma diferença positiva em relação à referência. O valor cinco conferido à empresa denominada típica, aponta uma diferenciação negativa com a referência.

Contudo, para a aplicação do modelo de análise proposto, são necessárias as construções de diagramas de critérios, que neste caso, foram definidos pela empresa sob a orientação do pesquisador como: i) processo de fabricação; ii) qualidade; iii) percepção do consumidor; e iv) mercado.

Adicionalmente, foram acrescentados outros parâmetros de avaliação aos indicados pela empresa. Assim, totalizaram-se quatro critérios divididos em sub-critérios de terceiro e quarto níveis e trinta e cinco parâmetros.

5.3.6 Áreas Estratégicas Declaradas

Três áreas foram declaradas como divisões da visão estratégica da empresa e relacionadas ao produto: i) produção; ii) logística de fornecimento; e iii) logística de venda e distribuição.

Estas áreas declaradas são coerentes com as principais estratégias das empresas deste setor da economia. Assim, habilidades produtivas, controles de custos e qualidade, relacionamento com fornecedores de matéria-prima, compras em grandes lotes e redes de distribuição geograficamente abrangentes, são considerados essenciais para competitividade destas empresas.

5.3.7 Resultados da Aplicação Variante do Modelo Por Meio da Ferramenta P2As

Os resultados das análises e avaliações dos desempenhos para cada parâmetro determinado pela empresa são representados por meio do diagrama das alternativas, valores de desempenho e valores de confiança das análises.

Assim, ao analisar a área de interseção das curvas, representadas na figura 97, observa-se que ambas as curvas dos produtos provenientes das empresas, analisada (i.e. alternativa 1) e líder de mercado (i.e. alternativa 2), são díspares com referência à curva do produto da empresa típica (i.e. alternativa 3).

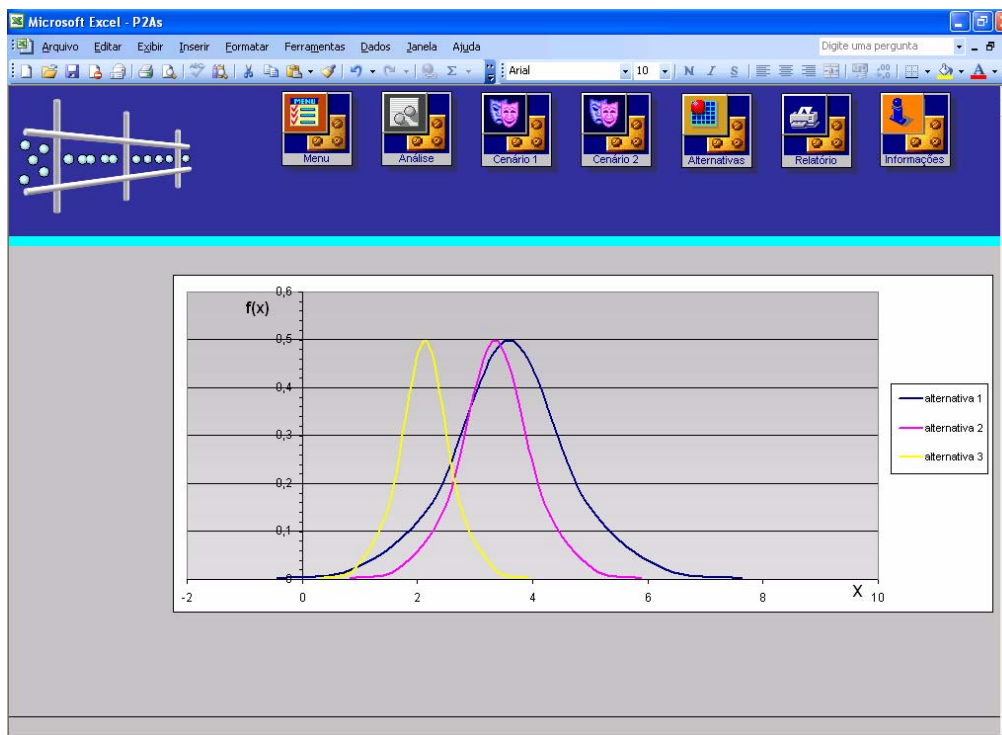


Figura 97 – Curvas representativas das avaliações das alternativas (i.e. produtos) analisadas na aplicação variante do modelo.

A semelhança entre o produto da empresa analisada (alternativa 1) e a líder de mercado (alternativa 2) é comprovada por meio da análise das alternativas, conforme ilustra a figura 98. Embora o valor de desempenho da alternativa 1 seja numericamente maior que a alternativa 2, o valor de confiança apresenta um valor percentual relativamente baixo¹⁰³, o qual indica a semelhança entre as alternativas.

Contrariamente, os valores de confiança acima de 90% entre as alternativas 1 e 3 e entre as alternativas 2 e 3 demonstram a não semelhança em relação ao produto fabricado pela empresa denominada típica.

A análise dos resultados nos cenários pessimista e otimista que o modelo proporciona, não apresenta variações significativas para o propósito de identificar a não semelhança entre os produtos em relação ao cenário corrente, representado graficamente na figura 97.

¹⁰³ Sugere-se, antecipadamente à análise, determinar um valor de confiança de referência (ver item 3.1.5.10). Neste caso, adotou-se um valor de confiança de não semelhança como referência igual a 50%.

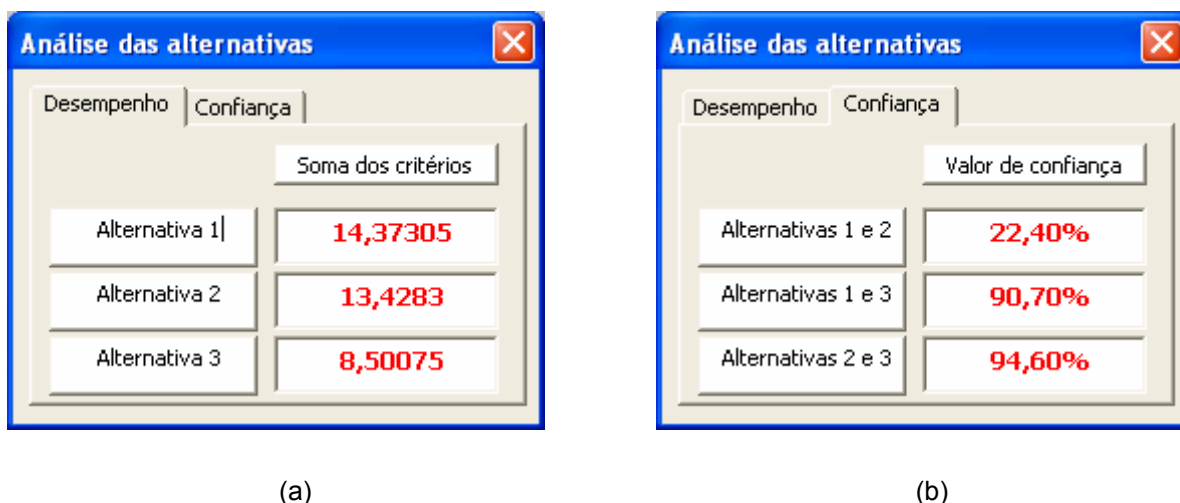


Figura 98 – Janelas da ferramenta P2As para análise de desempenho (a) e análise do valor de confiança (b) das alternativas (i.e. produtos) para a aplicação variante do modelo.

5.3.8 Análise dos Resultados do Caso 3

A avaliação dos resultados absolutos, poderia equivocadamente endereçar uma diferenciação entre todos os produtos. Assim, se o produto líder de mercado fosse tomado como referência, conforme indicado no quadro 3, em valores absolutos a empresa analisada produziria um produto diferenciado positivamente e a empresa típica diferenciado negativamente.

Contudo, o resultado da avaliação dos valores absolutos, conforme indicado no quadro 45, contrapõe-se ao resultado obtido pelo modelo de análise proposto com o uso da ferramenta computacional P2As, função da análise dos valores de confiança obtidos para cada interseção das curvas representativas dos produtos.

Para o avaliador que utiliza o modelo, os resultados obtidos não apontam suficientes características particulares do produto da empresa analisada, que possam representar uma diferenciação comparativa com o produto líder de mercado.

Uma análise dos diagramas de pontos fracos das alternativas, construídos com o uso da ferramenta P2As, poderia auxiliar os profissionais da empresa analisada a incluir novas características ao produto com a intenção de provocar uma diferenciação clara de seu produto em relação aos seus concorrentes.

*“O que conduz e arrasta o mundo
não são as máquinas,
mas as idéias”*

*VICTOR HUGO,
(Escritor e poeta francês).*

6 – DISCUSSÃO – RESULTADOS, PROBLEMAS, CONTRIBUIÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

Durante o transcorrer da investigação acadêmica, resultados parciais foram sendo obtidos, transcrevendo-os como respostas ao problema caracterizado pela análise, avaliação e seleção de alternativas conceituais na sua essência, i.e. a seleção de um princípio de solução. O conjunto de resultados parciais abaliza a confirmação das hipóteses inicialmente estabelecidas, i.e:

- 1) A tomada de decisão de seleção de uma alternativa de solução na etapa conceitual do processo de desenvolvimento de produtos sofre influência direta da estratégia competitiva adotada pela organização; e
- 2) Os resultados obtidos do processo de seleção são dependentes do estado inicial e das entradas do sistema (i.e. o processo é um sistema determinístico).

Estes resultados são apresentados neste capítulo sob duas referências: i) quanto aos objetivos específicos da pesquisa; e ii) quanto às justificativas da pesquisa.

Embora os resultados assinalem o êxito da investigação, alguns problemas foram detectados e são apresentados na seção 6.2. Contudo, suas soluções não foram focos deste trabalho. Todavia, podem ser referenciais para trabalhos futuros.

Adicionalmente, as aplicações experimentais do modelo e de sua ferramenta computacional denominada de “Plataforma Para Análise de Alternativas (P2As)” apontam para novas oportunidades de investigação, cujas apresentações e discussões encontram-se nas seções 6.3 e 6.4.

6.1 RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO

6.1.1 Resultados Referentes aos Objetivos Específicos da Investigação

O exame da literatura (ver capítulo 2) indicou que modernamente as empresas baseiam-se em pelo menos um dos três principais grupos de estratégias para estabelecer a sua capacidade competitiva, i.e. mercado, tecnologia e inovação.

Estas estratégias traduzem-se em uma declaração concisa que define as metas a médio e longo prazo da organização, denominada de “visão estratégica”.

A “visão estratégica” da organização estabelece as principais diretrizes para diferentes áreas do negócio denominadas neste trabalho como “áreas da visão estratégica” (e.g. área de produção, logística, vendas, entre outras). Estas diretrizes, denominadas nesta investigação de “focos das áreas de visão estratégica”, influenciarão as ações durante o desenvolvimento de produtos, inclusive as tomadas de decisões intercessoras do processo.

Adicionalmente, é possível afirmar que é senso comum entre os autores que as ações e decisões no processo são estabelecidas, geralmente, com a adoção da voz-do-consumidor (VOC) como seu núcleo referencial.

Assim sendo¹⁰⁴, pode-se concluir que existe uma estreita relação entre os requisitos de projeto (provenientes da VOC e da VOE¹⁰⁵) e as características competitivas da organização (provenientes da visão estratégica).

Diferentemente das metodologias de gestão da estratégia e de obtenção dos requisitos técnicos de projeto, as abordagens dos modelos existentes para apoio à tomada de decisão de seleção de uma solução conceitual, não contemplam de modo claro os requisitos que manterão a decisão dentro do padrão de coerência e consistência em relação à visão estratégica.

Adicionalmente, existem poucas abordagens que consideram o processo como de natureza determinística, i.e. os resultados do processo podem variar, uma vez que são dependentes do estado inicial e das entradas do sistema de seleção.

¹⁰⁴ Este resultado alude o primeiro objetivo específico da investigação (ver item 1.3.2).

¹⁰⁵ Acrônimo de “Voice-of-Engineering”.

Assim, é proposto um modelo para análise e seleção de alternativas (ver capítulo 3), cuja abordagem envolve variáveis provenientes das peculiaridades do negócio.

O modelo proposto almeja apoiar os avaliadores na identificação e quantificação das combinações entre requisitos técnicos e os focos das áreas estratégicas com maior influência no processo decisório de seleção da solução de maior potencial de sucesso na etapa conceitual de projeto¹⁰⁶.

O resultado¹⁰⁷ da proposta é uma seqüência de passos lógicos que permite aos avaliadores estabelecerem referenciais de avaliação, analisar e avaliar as alternativas pertencentes ao conjunto solução e selecionar uma ou mais alternativas.

A proposta do modelo estabelece a aplicação de um algoritmo para quantificar critérios e focos estratégicos, ordenar as alternativas conforme um valor de desempenho e selecionar aquela com maior potencial de sucesso por meio da verificação da consistência dos resultados em três diferentes cenários: i) corrente; ii) pessimista; e iii) otimista.

A resposta do processo¹⁰⁸ provém da consistência do resultado, estabelecida pelo melhor desempenho analítico de uma solução e da não semelhança entre as soluções apresentadas.

Os resultados das aplicações experimentais (ver capítulo 5) assinalam que o modelo pode contribuir para que diferentes relações entre objetivos gerais de projeto sejam combinadas com os focos estratégicos de determinado contexto de negócio.

Assim, o rigor no processo de seleção permite respostas díspares para distintos contextos de negócio¹⁰⁹.

¹⁰⁶ O modelo é uma proposta para preencher a lacuna identificada na literatura para um processo de seleção de alternativas que combine requisitos técnicos com características do negócio, fundamentado em um sistema determinístico (i.e. os resultados do processo variam conforme o estado inicial e as entradas do sistema), associado ao segundo objetivo específico da investigação (ver item 1.3.2).

¹⁰⁷ Este resultado alude ao terceiro objetivo da investigação (ver item 1.3.2).

¹⁰⁸ A resposta do processo é associada ao quarto objetivo específico da investigação ver item (1.3.2).

¹⁰⁹ O rigor no processo permite a combinação de diferentes relações entre os objetivos do projeto e o contexto de negócio em que está inserido. Assim, alcança-se o quinto objetivo específico da investigação (ver item 1.3.2).

6.1.2 Resultados Referentes às Justificativas da Investigação

As ações e decisões durante o processo de seleção estão sujeitas aos equívocos provenientes das impressões pessoais dos avaliadores sobre o produto em desenvolvimento, bem como, sobre as características do próprio negócio.

Estas impressões pessoais foram constatadas nas aplicações experimentais por meio das respostas convertidas em valores¹¹⁰ das perguntas 3 a 6 do questionário 3¹¹¹ (ver apêndice J). Nota-se na representação gráfica da figura 99 que mesmo participantes das áreas de conhecimento de engenharia e desenho industrial apontaram respostas relacionadas à área de *marketing* (48% das respostas). O partilhamento das influências das áreas de conhecimento indica que as respostas relacionadas às áreas de negócio e de projeto foram minimamente referenciadas.

Assim, pode-se supor que os participantes intuitivamente poderiam apontar soluções tendenciosas, sem levar em conta todos os enfoques que um processo de seleção requer¹¹².

Adicionalmente, observa-se que as respostas das perguntas 1 e 2 do questionário 3¹¹³ e ilustradas pelas representações gráficas das figuras P.1 a P.4 do apêndice P, as quais indicam que os participantes da primeira aplicação experimental não foram uníssonos quanto à identificação das principais estratégias,

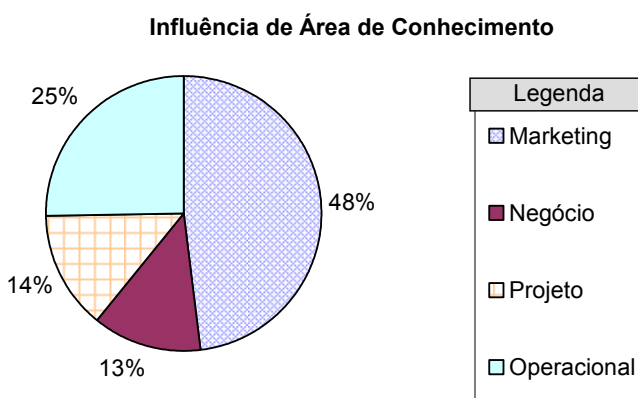


Figura 99 – Influência de áreas do conhecimento apontada pelas respostas dos participantes precedente à primeira aplicação experimental do modelo.

¹¹⁰ A conversão das respostas em valores é detalhada no item 5.1.8.1.

¹¹¹ Cabe ressaltar que o questionário 3 foi aplicado aos participantes após a leitura individual do texto explicativo do contexto de negócio e precedeu à execução da tarefa.

¹¹² Esta constatação está relacionada a primeira justificativa da investigação (ver seção 1.4).

¹¹³ As respostas são apresentadas no quadro L.4 do apêndice L.

tanto para as equipes que analisaram o contexto da “empresa ABC” quanto para a “empresa XYZ” (i.e. existiu um partilhamento de opiniões).

Adicionalmente, os respondentes assinalam a importância de métodos estruturados para o processo de seleção de soluções conceituais (ver figura R.1) ¹¹⁴ quando identificam métodos, tais como: o uso de matriz de avaliação com escala numérica de valores e listas de verificações (*checklists*), adequados aos contextos de negócio apresentados para o experimento (e.g. empresas industriais de pequeno e médio porte, entre outras características) ¹¹⁵.

Contudo, a prática industrial sugere apontar para outra direção. Observa-se na figura 1.C, anexo C, que reuniões de revisão de alternativas e seleção intuitiva de conceitos são práticas correntes, inclusive em países ¹¹⁶ com alta quantidade de empresas que operam em mercados globais.

Entretanto, sem métodos estruturados que mantenham a equipe de avaliadores coesa com os objetivos do negócio, podem surgir às limitações impostas pela rigidez organizacional para a implementação de novas soluções e de inovação ¹¹⁷ (ver capítulo 2).

As empresas Finlandesas pesquisadas por Salonen e Perttula (2005), indicam algumas relevantes características do processo de seleção, apresentadas na figura 2.C, anexo C, tais como: i) o preenchimento dos requisitos do conceito; ii) potencial de mercado; iii) ajuste à tecnologia de manufatura existente na empresa; iv) ajuste estratégico ao portfólio de produtos; v) entre outros. Estas mesmas características foram citadas como relevantes pelos participantes da primeira aplicação experimental do modelo (exceção do ajuste ao portfólio), conforme apresentado na figura O.2, apêndice O.

¹¹⁴ Os valores de origem para a construção das representações gráficas referentes às respostas das perguntas 7, 8 e 9 do questionário 3, para a aplicação experimental do estudo de caso 1, são indicados no quadro Q.1, apêndice Q. Os números indicativos no quadro representam a ordem da resposta.

¹¹⁵ Ver apêndice E.

¹¹⁶ O país para a referência é a Finlândia, onde Salonen e Perttula realizaram a pesquisa para identificar características do processo de seleção de alternativas na etapa conceitual de projeto. Todas as empresas pesquisadas pelos autores possuíam características de operação em mercados globais (ver Salonen e Perttula, 2005).

¹¹⁷ Questão relacionada com a segunda justificativa da investigação (ver seção 1.4).

Assim, pode-se considerar que os participantes dos grupos experimentais vislumbraram características do processo de seleção semelhantemente às equipes de avaliadores da prática industrial.

Sob este enfoque, os resultados apresentados pelo processo de avaliação e seleção de alternativas da primeira aplicação experimental, poderiam traduzir uma possível correspondência com a prática industrial.

Contudo, os resultados apresentados pelas equipes do grupo de controle, indicaram unanimemente uma das alternativas como de potencial sucesso, para qualquer dos dois contextos de negócio apresentados e sob as condições estabelecidas pelo experimento. Assim, prováveis equívocos no processo podem ter sido desconsiderados pelas equipes.

Esta afirmação é fundamentada no fato de que as equipes dos grupos 2 e 3, cuja aplicação experimental utilizou o modelo proposto, *não indicaram qualquer distinção entre as alternativas*¹¹⁸, conforme ilustra a figura 100 que retrata a resposta da ferramenta P2As para uma das equipes.

Diferentemente, os resultados da segunda aplicação experimental indicaram que a modificação das entradas do sistema (i.e. alteração de contexto de negócios e inclusão de novos critérios de avaliação) conduziu a resposta para soluções não semelhantes inclusive para contextos de negócios distintos, conforme ilustração da figura 101 de uma das respostas do modelo. Contudo, foi necessário maior rigor no processo.

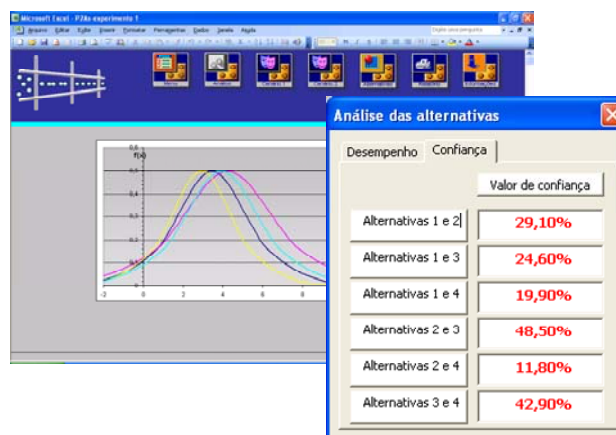


Figura 100 – Interface gráfica de saída do modelo como resposta do processo de seleção de uma das equipes que aponta para a semelhança entre todas as alternativas no experimento 1.

¹¹⁸ Este resultado comparativo está associado a terceira justificativa da investigação.

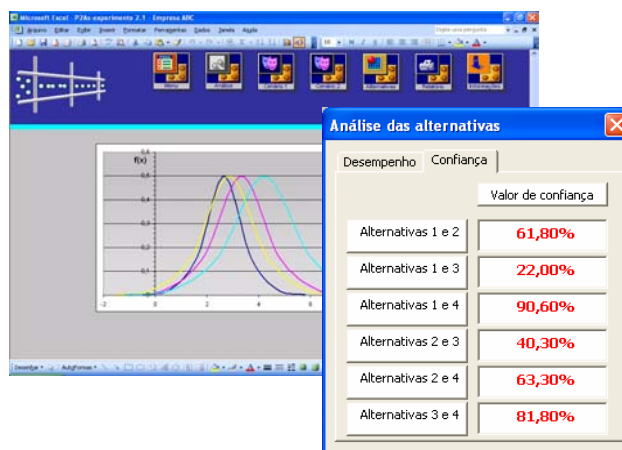


Figura 101 – Interface gráfica de saída do modelo como resposta do processo de seleção para um dos contextos que aponta para a não semelhança entre as alternativas com maior potencial de sucesso no experimento 2.

Todos os procedimentos e decisões intercessoras das aplicações experimentais foram armazenados com o uso da ferramenta P2As. Sob uma análise comparativa, esta ação poderia ser executada em qualquer processo de seleção da prática industrial¹¹⁹. Assim, os resultados de qualquer processo de seleção de alternativas poderiam ser registrados e disponibilizados para revisão.

6.1.3 Resultado Referente ao Objetivo Geral da Investigação

Os resultados parciais referentes aos objetivos específicos e as justificativas da investigação sugerem o êxito do trabalho quanto ao objetivo geral, i.e:

“Propor uma abordagem diferenciada do processo decisório durante a seleção de alternativas de solução na etapa conceitual do desenvolvimento de produtos, por meio da combinação de critérios técnicos de avaliação com os focos estratégicos da organização”.

Durante o desenvolvimento do modelo e suas aplicações experimentais por meio de sua ferramenta computacional, foram detectados alguns problemas, cujas soluções não foram focos deste trabalho. Contudo, devem ser investigados.

Portanto, embora os resultados apontem à compleição consistente do modelo, a investigação não pode ser considerada conclusiva.

¹¹⁹ Este resultado está associado à quarta justificativa da investigação.

6.2 PROBLEMAS IDENTIFICADOS DURANTE A INVESTIGAÇÃO

Os problemas identificados durante o desenvolvimento e as aplicações experimentais do modelo sugerem diferentes contextos de análise. Assim, dividem-se estes contextos em: i) implementação do modelo; ii) proteção e segurança; e iii) análises não conclusivas.

Contudo, estes problemas não foram focos desta pesquisa e as soluções sugeridas são somente especulações. Portanto, é condição necessária uma completa investigação. Os problemas identificados e as possíveis soluções são apresentados no quadro 46.

Quadro 46 – Problemas identificados e possíveis soluções.

Contexto	Problema	Possível Solução
Implementação do modelo.	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação na prática industrial. <p>Os contatos com alguns gestores de produtos e empresários durante o desenvolvimento da investigação indicaram uma possível barreira para a implantação do modelo na prática industrial, função de que desenvolvimento de produtos e estratégias competitivas é tratado em alguns casos, com restrições de informações.</p> <p>Alguns gestores denominam estes procedimentos como “caixa preta” estratégica, justificados pela segurança da organização quanto à competitividade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A inclusão do modelo na rotina da prática industrial, nesta investigação referindo-se aos tomadores de decisão, carece de compreensão do sistema e adicionalmente de um período de adaptação. Este processo pode ser resultado da divulgação do sistema nas comunidades acadêmica e empresarial.
	<ul style="list-style-type: none"> • Aceitação pela empresa e pela equipe de desenvolvimento. <p>Duas razões foram identificadas: a primeira reflete a predominância das decisões pela alta gerência de projetos e, em alguns casos, pela própria diretoria da organização, cabendo à equipe de desenvolvimento as revisões dos conceitos.</p> <p>A segunda razão reflete o uso corrente de métodos não estruturados ou com pouco rigor para as tomadas de decisões intercessoras na etapa conceitual de projeto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A aceitação do modelo faz parte de um processo de transferência de decisões para níveis hierárquicos mais baixos, procedimento que reflete a evolução do PDP da empresa. • O uso do modelo de maior rigor para apoio à tomada de decisão permite tornar o processo claro e consistente. Portanto, sua aceitação poderá ocorrer conforme os resultados forem sendo apresentados.

(continua)

Quadro 46 – Problemas identificados e possíveis soluções (continuação)

Contexto	Problema	Possível Solução
Proteção e segurança	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção do <i>software</i>. <p>A análise de observações realizadas durante as aplicações experimentais indica que a ferramenta computacional é vulnerável em possíveis usos com troca de informações com bancos de dados externos, expondo-se à perda de informações.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A ferramenta P2As foi originalmente desenvolvida para atuar como um dispositivo auxiliar para facilitar a compreensão do modelo teórico, agilizar as aplicações experimentais e interagir com o usuário em investidas exploratórias na prática industrial. Portanto, dispositivos de proteção e otimização podem e devem ser implantados.
	<ul style="list-style-type: none"> • Segurança de uso. <p>A ferramenta computacional P2As de apoio à implantação do modelo de seleção de alternativas não contém um sistema de proteção contra gravações sobre dados existentes. Adicionalmente, a ferramenta não contempla um sistema verificador para identificar se os <i>slots</i> de entrada estão livres para uma nova aplicação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Um dispositivo de varredura para verificação das planilhas de armazenagem pode ser implementado ao sistema. • Adicionalmente, podem ser implementados dispositivos para cálculo não automático das matrizes matemáticas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção com restrição de acesso. <p>A ferramenta computacional foi desenvolvida para uso exclusivo nas aplicações experimentais. Portanto não contém senhas de acesso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • O <i>software</i> Excel® permite implantar senhas para acesso restrito e para compartilhamento de áreas.
Análises não conclusivas	<ul style="list-style-type: none"> • Análise probabilística. <p>Os resultados apresentados pelo desenvolvimento do trabalho e pelas aplicações exploratórias são investigações não probabilísticas, i.e. os resultados são válidos para os experimentos. Contudo, apontam para a prática industrial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Os resultados das aplicações experimentais podem ser verificados através de repetibilidade. Assim, sob as mesmas condições de entrada, diferentes equipes devem apresentar as mesmas respostas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Análise da representação dos cenários. <p>A precisão nas representações dos cenários é especulativa. Portanto, é necessário que a empresa mantenha procedimentos para registros de dados históricos de interesse. Assim, a declaração das expectativas deve ser fundamentada em informações históricas verossímeis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A análise de cenários pode ser avaliada separadamente do modelo. Assim, diferentes conjuntos de expectativas podem ser relacionados com diferentes fatores de incerteza.

6.3 CONTRIBUIÇÕES

As contribuições desta pesquisa são fundamentadas nos resultados parciais obtidos durante o desenvolvimento e nas aplicações experimentais do modelo para análise e seleção de alternativas na etapa conceitual de projeto.

Assim, destacam-se quatro possíveis contribuições:

- 1) A revisão da literatura promoveu a identificação das conexões entre: i) os interesses da organização e sua visão estratégica de negócio, estabelecidos previamente na etapa de pré-desenvolvimento e com reflexos em todo o PDP; ii) os marcos referenciais de projeto, especificamente na etapa conceitual, em diferentes abordagens metodológicas; e iii) a VOC como núcleo referencial do processo. Esta identificação de conexões pode contribuir para que pesquisadores interessados na etapa conceitual de projeto, incluam em suas investigações as variáveis de negócio;
- 2) O modelo proposto para seleção de alternativas, identifica onze passos seqüenciais para estabelecer uma análise comparativa de maior rigor e menos sujeita aos equívocos relativamente aos métodos clássicos. Esta tarefa pode ser simplificada com o uso de planilhas eletrônicas do *software* Microsoft® Excel®. Assim, é possível endereçar uma contribuição aos tomadores de decisão de projeto, com um método formal de seleção, sem o uso de software específico;
- 3) Uma ferramenta computacional, denominada de Plataforma Para Análise de Alternativas, foi desenvolvida sob a plataforma Microsoft® Excel®, por meio de planilhas particularizadas. Assim, todas as ações, tarefas, hipóteses e condições do modelo estão embutidas e disponibilizadas sequencialmente. O uso da ferramenta pode permitir a divulgação de uso nas comunidades acadêmica e empresarial. Adicionalmente, novas aplicações do modelo podem ser identificadas e desenvolvidas;
- 4) Os resultados preliminares das aplicações experimentais endereçam para a capacidade do modelo em identificar a não semelhança entre alternativas.

Assim, o modelo pode contribuir para o apoio dos tomadores de decisão na seleção consistente de soluções fundamentadas na VOC e coesas com os objetivos de negócio e para simulações em ambiente acadêmico.

6.4 TRABALHOS FUTUROS

A etapa conceitual de projeto é campo fascinante e atrativo para investigações acadêmicas. Adicionalmente, outras áreas do conhecimento foram abrangidas neste trabalho e podem endereçar novas oportunidades de investigação para a compreensão dos mecanismos da avaliação comparativa.

Contudo, geralmente as investigações de sistemas de avaliação são fundamentadas em abordagens *ad hoc*, as quais abrem lacunas para potenciais novas explorações.

Acrescenta-se que o uso corrente de ferramentas computacionais em todas as atividades de projeto, permite empreender-se em métodos sistemáticos de maior rigor. Contudo, possuidoras de interfaces “amigáveis” com o usuário e com a promoção de respostas lépidas e claras.

Assim sendo, sugere-se novas aplicações fundamentadas no modelo em distintas direções investigativas, tais como:

a) Análise e seleção de projetos

Os resultados apresentados neste trabalho apontam para a possibilidade de empreender aplicações em etapas primárias de decisão, tal como a fase de pré-desenvolvimento. É de fundamental importância que o escopo de projetos mantenha-se coeso com os objetivos estratégicos do negócio. Assim, sugere-se investigar o uso do modelo proposto neste trabalho como um método rigoroso de avaliação, aparte da análise financeira, para o processo de decisão do projeto com maior potencial de sucesso;

b) Análise de produtos inovadores

A prática industrial vem buscando empreender-se no desenvolvimento de produtos e processos inovadores que conduza ou mantenha a liderança

competitiva de mercado. Contudo, a literatura apresenta poucas investigações sobre as métricas e ferramentas para a análise de produtos inovadores. Assim, oportuniza-se a exploração fundamentada no modelo, para avaliar comparativamente produtos e, por exemplo, caracterizá-los como inovadores ou convencionais;

c) Benchmarking de produtos

A aplicação experimental do caso 3 exposto neste trabalho, endereça a possibilidade de utilização do modelo como uma ferramenta de *Benchmark* de produtos. A aplicação da ferramenta computacional pode permitir análises comparativas entre produtos concorrentes, inseridos em um mesmo mercado. Contudo, a validação da ferramenta P2As para estabelecer uma marca referencial não foi conclusiva na investigação apresentada e pode merecer uma futura exploração acadêmica;

d) Agregação de bancos de dados à ferramenta computacional

O sistema eletrônico de implementação do modelo de análise e seleção de alternativas pode utilizar inúmeros bancos de dados (e.g. focos estratégicos estabelecidos pela organização, referenciais quantitativos de desempenhos de componentes de produto, critérios anteriormente estabelecidos para produtos e componentes com características semelhantes, entre outros). Contudo, a agregação de bancos de dados ao conjunto de ações e tarefas previstas no modelo requer uma rigorosa investigação;

e) Análise de repetibilidade para o modelo proposto

Não obstante o modelo proposto endereçar para resultados consistentes, a presente investigação não focou na análise probabilística. Portanto, para uma análise conclusiva é necessário verificar a repetibilidade das respostas do sistema, tanto da lógica do modelo quanto de sua ferramenta de apoio P2As.

“Não é um notável talento o que se exige para assegurar o êxito em qualquer empreendimento, mas sim um firme propósito”.

THOMAS ATKINSON
“Arquiteto e escritor inglês”

7 - CONCLUSÃO

Esta pesquisa investigou e desenvolveu uma nova abordagem do processo decisório durante a seleção de alternativas de solução na etapa conceitual do desenvolvimento de produtos. O enfoque do processo de seleção é diferenciado por meio da combinação de critérios técnicos de avaliação com os focos estratégicos da organização.

O problema foi caracterizado pelo fato de que o processo de seleção de alternativas de soluções conceituais em desenvolvimento de produto é peculiar, i.e. uma importante decisão deve ser tomada fundamentada em escassas informações e com alto grau de incertezas. Contudo, é a tomada de decisão de seleção do princípio de solução que poderá causar significativo impacto no sucesso do projeto.

Para a execução da investigação foi aplicado um conjunto de etapas ordenadamente dispostas. Inicialmente, foram estabelecidas duas hipóteses como respostas plausíveis ao problema: i) o processo de seleção sofre influência direta da estratégia competitiva adotada pela organização; e ii) os resultados obtidos do processo de seleção são dependentes do estado inicial e das entradas do sistema (i.e. o processo é um sistema determinístico).

Sob a orientação das duas hipóteses estabelecidas foi delineado o escopo da investigação. Primeiramente, investigaram-se por meio da revisão da literatura os fatores que compõem a estratégia competitiva para o desenvolvimento de produtos, os modelos sistemáticos de PDP com foco na etapa conceitual e os fatores que influenciam a tomada de decisão para seleção de uma alternativa de solução. Assim, oportunizou-se a proposta para uma abordagem diferenciada de seleção de alternativas.

Nesta abordagem, inicialmente conceituou-se como conjunto solução um número limitado de alternativas factíveis e com características de desempenho de difícil distinção e propôs-se um modelo de seleção fundamentado em algoritmos que qualificam e quantificam combinações de estratégias organizacionais com critérios de avaliação.

Para o suporte operacional, uma ferramenta computacional foi desenvolvida com base em planilhas eletrônicas particularizadas para o atendimento do silogismo e da taxonomia estabelecidas pela proposta.

Inicialmente, o modelo foi avaliado em três aplicações experimentais, conduzidas distintamente, cujas respostas evidenciam e endereçam para a sustentação das hipóteses iniciais.

Embora os resultados preliminares das aplicações experimentais do modelo proposto na presente investigação acadêmica produzam certo entusiasmo, simultaneamente são altamente provocativos.

Tradicionalmente, descrever um sistema por meio de equações significa compreendê-lo. Assim, as ferramentas computacionais podem ocupar-se do problema por meio de simulações rápidas de cada ciclo do processo. Contudo, a simulação encerra problemas próprios, imprecisões intrínsecas que a cada cálculo podem crescer, porque se trata de um sistema com uma dependência sensível das condições iniciais.

Assim sendo, a seleção da alternativa na etapa conceitual do PDP deve ser consolidada pelos gestores da empresa, fato insubstituível da condição de tomada de decisão.

Contudo, a percepção teórica e sistemática de processos de decisão nas etapas de maior incerteza referentes ao desenvolvimento de produtos está apenas principiando.

REFERENCIAS

AAKER, David A. **Administração Estratégica de Mercado**. Porto Alegre: Bookman, 5ª edição, 2001.

ANDREWS, Kenneth R. **The Concept of Corporate Strategy**. 3ª edição. Homewood, IL: Dow Jones-Irwin, 1987.

ANSOFF, Igor H. **Corporate Strategy: an Analytic Approach to Business Policy for Growth and Expansion**. New York: McGraw-Hill, 1965.

BACK, Nelson. **Metodologia de Projeto de Produtos Industriais**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1983.

_____; FORCELLINI, Fernando A., **Projeto de Produtos**. Florianópolis, Curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, [2000]. Trabalho não publicado.

BAGCHI, Tapan. Multiobjective Robust Design by Genetic Algorithms. **Journal of Materials and Manufacturing Process**, v. 18, n. 3, 2004, pp. 341-354.

BIAGGIO, Luiz Arnaldo; BATOCCHIO, Antonio. **Método para Desenvolvimento Estratégico de Novos Produtos Apoiados por FMEA**. In: 2º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos. Anais...São Carlos, 2000.

BLANCHARD, Benjamin S.; FABRYCKY, Wolter J. **Systems Engineering and Analysis**. 2ª edição. Englewood Cliffs, USA: Prentice-Hall Inc., 1990.

COOPER, Robert G. **Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch**. 3ª edição. Cambridge: Basic Books, 2001.

_____. Overhauling the New Product Process. **Industrial Marketing Management**. V.25, Nº 6, 1996. pp 465 – 482.

COSTA, C. A.; BANA E.; CHAGAS, M. P. A Career Choice Problem: An Example of How to Use Macbeth to Build a Quantitative Value Model Based on Qualitative Value Judgments. **European Journal of Operational Research**, v. 153, n. 2, 2004, pp. 323-331.

CRAWFORD, C.M. **New Products Management**. 4ª edição. Boston: Irwin, Burr Ridge, 1994.

CZIULIK, Carlos. **Development of a Computer Evaluation Model for Assessing Mechanical Systems Conceptual Design Alternatives**. 1998. Thesis (Ph.D. in Mechanical Engineering) – School of Mechanical and Materials Engineering, University of Surrey, Surrey.

De CARVALHO, Marco Aurélio; BACK, Nelson, **Uso dos Conceitos Fundamentais da TRIZ e do Método dos Princípios Inventivos no Desenvolvimento de Produtos**. In: 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos. Anais... Florianópolis, 2001.

DIAS, L. M. C.; ALMEIDA, L. M. A. T.; CLYMACO, J. **Apoio Multicritério à Decisão**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 1996.

DRUCKER, Peter F. **Innovation and Enterpreneursip**. New York: Harper business, 1993.

ESTEVEES, Carmem L.D.V.P. **Aplicação da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão na Avaliação de Atratividade de Projetos de Produto**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FREEMAN, Chris; SOETE, Luc. **The Economics of Industrial Innovation**. 3ª edição. Cambridge: MIT Press, 2000.

FUNDAÇÃO PARA O PRÊMIO NACIONAL DA QUALIDADE, Critérios de Excelência: Estado da Arte da Gestão para a Excelência do Desempenho e Aumento da Competitividade. São Paulo: FNPQ, 2003.

_____, Primeiros Passos para a Excelência: Critérios para o Bom Desempenho e Diagnóstico da Organização. São Paulo: FNPQ, 2002.

GEMIGNANI, Michel C. **Basic Concepts of Mathematics and Logic**. New York: Dover Publications, Inc., 2004.

GHEMAWAT, Pankaj. **Strategy and the Business Landscape**. 2ª edição. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2006.

GURNANI, Ashwin P.; KING SEE, Tung; LEWIS, Kemper. **An Approach to Robust Multiattribute Concept Selection**. In: Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. Proceedings...Chicago, Illinois, USA, 2003.

HAMEL, Gary; PRAHALAD, C.K. **Competindo Para o Futuro**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

HAMMER, Michael. **Além da Reengenharia**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

HERRERO FILHO, Emílio. **Balanced ScoreCard e a Gestão Estratégica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

HUBKA, Vladimir; EDER, W.Ernest. **Theory of Technical Systems: A Total Concept Theory for Engineering Design**. Berlim: Springer Verlag, 1988.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

ITOH, Munehiko. **The Marketing-Product Development Interface – Information Acquisition for Product Development**. In: Research Institute for Economics and Business Administration, Discussion Paper Series, Kobe University, Japan. Nº148, Feb, 2004.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. **A Estratégia em Ação**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KRISHNAN, V.; ULRICH, K.T. Product Development Decisions: A Review of the Literature. **Management Science**. V.47, Nº 1, January, 2001. pp 1 – 21.

Leonardo da Vinci – The Ornithopter. Disponível em www.flymachines.org. Acesso em 19/03/2007.

Leonardo3 Official Website. Disponível em www.leonardo3.net. Acesso em 19/03/2007.

MAGRAB, E.B. **Integrated Product and Process Design and Development: The Product Realization Process**. New York: CRC Press, 1997. pp 129–136.

MANO, Cristiane. Várias Formas de Acertar. **Revista Exame**, São Paulo, v.889, n.5, março, 2007, pp.60-71.

MATTSON, Christopher A.; MESSAC, Achille. **A Non-Deterministic Approach to Concept Selection Using S-Pareto Frontiers**. In: Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. Proceedings...Montreal, Canada, 2002.

_____; _____. **Pareto Frontier Based Concept Selection Under Uncertainty, with Visualization**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003.

_____; _____. **Case Studies in Concept Selection Using S-Pareto Frontiers**. In: Inverse Problems, Design and Optimization Symposium. Rio de Janeiro, 2004.

MICHALEWICZ, Z. **Genetic Algorithms + Data Structure = Evolution Programs**. In: AI Series. New York: Springer, 1994.

MULLUR, Anoop A.; MATTSON, Christopher A.; MESSAC, Achille. **Pitfalls of the Typical Construction of Decision Matrices for Concept Selection**. In: 41st Aerospace Sciences Meeting and Exhibit. Paper No. AIAA 2003-0466, Reno, NV, 2003.

OTTO, Kevin; WOOD, Kristin. **Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development**. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

PAHL, Gerhard; BEITZ, Wolfgang. **Engineering Design: A Systematic Approach**. 2ª edição. London: Springer, 1996.

_____; _____. FELDHUNSEN, Jörg; GROTE, Karl-Heinrich. **Projeto na Engenharia: Fundamentos do Desenvolvimento Eficaz de Produtos, Métodos e Aplicações**. 6ª edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

PORTER, Michael E. **Estratégia Competitiva – Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência**. 7ª edição. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

PUGH, Stuart. **Total Design: Integrate Methods for Successful Product Engineering**. London: Addison-Wesley, 1990.

REIS, Dálcio R. **Gestão da Inovação Tecnológica**. Barueri: Editora Manole, 2004.

ROOZENBURG, N.F.M.; EEKELS, J. **Product Design: Fundamentals and Methods**. London: John Wiley & Sons, 1995.

ROTONDARO, R.G.; RAMOS, A.W.; RIBEIRO C.O.; MIYAKE S.I.; NAKANO, D.; LAURINDO, F.J.B.; LEE HO, L.; CARVALHO, M.M.; BRAZ, M.A.; BALESTRASSI, P.P. **Seis Sigma: Estratégia Gerencial Para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

ROZENFELD, Henrique; FORCELLINI, Fernando A.; AMARAL, Daniel C.; TOLEDO, José C.; SILVA, Sergio L.; ALLIPRANDINI, Dário H.; SCALICE, Régis K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma Referência para a Melhoria do Processo**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SALONEN, Mikko; PERTTULA, Matti. **Utilization of Concept Selection Methods – A Survey of Finnish Industry**. In: International Design Engineering Technical Conferences. Proceedings...Long Beach, California, USA, 2005.

SHEPHERD, Richard. **Excel®VBA – Programação de Macros**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2004.

SHILLITO, M. Larry. **Acquiring, Processing, and Deploying Voice of the Customer**. New York: St. Lucie Press, 2001.

SLACK, N. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SMITH, Preston G. Accelerated Product Development: Techniques and Traps. In: **The PDMA Handbook of New Product Development**, Kenneth B. Kahn, Editor. 2ª edição. John Wiley & Sons, Inc., 2004. pp173 – 187.

_____; REINERTSEN, Donald G. The Strategist's Role in Shortening Product Development. **The Journal of Business Strategy**. Julho/Agosto, 1991.pp 18-22.

_____; BLANCK, Emily L. From Experience: Leading dispersed teams. **The Journal of Product Innovation Management**. Nº 19, 2002. pp 294-304.

SOZO, Valdeon; FORCELLINI, Fernando A.; OGLIARI, André. **Avaliação de Métodos de Criatividade nas Fases Iniciais do Processo de Projeto de Produtos**. In: 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Anais...Florianópolis, 2001.

STARKEY, C.V. **Engineering Design Decisions**, London: Edward Arnold, 1992.

SUH, Naum P. **The Principles of Design**. New York: Oxford Press, 1990.

TAGUCHI, Genichi. **Taguchi on Robust Technology Bringing Quality Engineering Upstream**. New York: ASME Press, 1993.

TRIOLA, Mario F. **Introdução à Estatística**. 9ª edição. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2005.

ULLMAN, David G. **The Mechanical Design Process**. Singapore: McGraw-Hill, 2ª edição, 1997.

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

WAGNER, Frank; STURM, Flavius. **Developing Integrate Business and Technology Strategies**. In: NITM International Seminar Series. Dublin: September, 2003.

WANG, J. Ranking Engineering Design Concept Using a Fuzzy Outranking Preference Model. **Fuzzy Sets a Systems**. V.119, Nº 1, April, 2001. pp 161-170.

WASSENAAR, Henk Jan; CHEN, Weiss. **An Approach to Decision-Based Design**. In: Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. Proceedings...Pittsburg, USA, 2001.

WEELWRIGTH, S.C.; CLARK, K.B. **Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency and Quality**. New York: The Free Press, 1992.

WEISS, Menachen P.; HARI, Amihud. **CFMA – An Effective FMEA Tool for Analysis and Selection Concept for a New Product**. In: Design Engineering Technical Conferences. Proceedings...Las Vegas, USA, 1999.

YU, P. L. **Multiple Criteria Decision Making: Concepts, Techniques and Extensions**. New York: Plenum Press, 1985.

ANEXO A

Exemplo de Fontes Públicas de Informação

Quadro 1.A – Fontes públicas de informação.

<ul style="list-style-type: none"> • Estudos Industriais - Livros; - Relatórios de análise; - Relatórios de pesquisa de mercado; - Estudo de casos; - Associações corporativas; - Associações cooperativas; - Grupos de interesse especial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Publicação de Negócios - Publicações gerais; - Publicações especializadas em negócios industriais; - Jornais; - Banco de dados <i>online</i> (e.g. Bloomberg, OneSource, Compustat).
<ul style="list-style-type: none"> • Fontes empresariais - Relatórios anuais; - Arquivos de seguradoras; - <i>Websites</i>; - <i>Releases</i> de imprensa; - Artigos livres. 	<ul style="list-style-type: none"> • Outros <i>WorldWide Web</i> - Discussões de câmaras de comércio; - Grupos de discussão;
	<ul style="list-style-type: none"> • Diretórios - Prospectar; - INPI; - FDA; - Anvisa.
<ul style="list-style-type: none"> • Fontes Governamentais - Censos; - Documentos legais; - Imprensa oficial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Outros - Conferências; - Anais de congressos; - <i>Workshops</i>; - Feiras de negócios.

Fonte: (Adaptado de Ghemawat, 2006).

ANEXO B

Abordagens Estratégicas, Segundo Porter

Quadro 1.B – Abordagens estratégicas, segundo Porter.

Estratégia genérica	Enfoque	Diferenciação	Liderança no custo total
Recursos e habilidades requeridos	<ul style="list-style-type: none"> • Reputação da empresa como líder em qualidade ou tecnologia; • Longa tradição na indústria ou combinação de habilidades trazidas de outros negócios; • Forte cooperação dos canais; • Combinação das políticas acima dirigidas para a meta estratégica em particular. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grande habilidade de marketing; Engenharia do produto; • Tino criativo; • Grande capacidade em pesquisa básica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento de capital sustentado e acesso ao capital; • Boa capacidade de engenharia de processo; • Supervisão intensa da mão-de-obra; • Produtos projetados para facilitar a fabricação; • Sistema de distribuição com baixo custo.
Requisitos organizacionais comuns	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente ameno para atrair mão-de-obra altamente qualificada, cientistas ou pessoas criativas; • Combinação das políticas acima dirigidas para a meta estratégica em particular. 	<ul style="list-style-type: none"> • Forte coordenação entre funções em P&D, desenvolvimento do produto e marketing; • Avaliações e incentivos subjetivos em vez de medidas quantitativas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de custo rígido; • Relatórios de controle frequentes e detalhados; • Organização e responsabilidades estruturadas; • Incentivos baseados em metas estritamente quantitativas.
Riscos	<ul style="list-style-type: none"> • O diferencial de custos entre os concorrentes que atuam em todo o mercado e as empresas que adotaram enfoques particulares se amplia de tal modo que elimina as vantagens de custos de atender um alvo estreito ou anula a diferenciação alcançada pelo enfoque; • As diferenças entre os produtos ou serviços pretendidos e o alvo estratégico. 	<ul style="list-style-type: none"> • A diferença de custos entre os concorrentes de baixo custo e a empresa torna-se muito grande para que a diferenciação consiga manter a lealdade à marca. Os compradores sacrificam características, serviços, ou imagem da empresa diferenciada em troca de grandes economias de custos; • A necessidade dos compradores em relação ao fator de diferenciação diminui. Isto pode ocorrer à medida que os compradores se tornem mais sofisticados; • A imitação reduz a diferenciação percebida, uma ocorrência comum quando a indústria amadurece. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança tecnológica que anula o investimento ou o aprendizado anteriores; • Aprendizado de baixo custo por novas empresas que entrem na indústria ou por seguidores, por meio da imitação ou de sua capacidade de investir em instalações modernas; • Não ver a mudança necessária no produto ou no seu marketing em virtude da atenção colocada no custo; • Inflação de custos que estreitam a capacidade de a firma manter o diferencial de preço suficiente para compensar a imagem da marca do produto em relação ao preço dos concorrentes ou outras formas de diferenciação.

Fonte: (adaptado de Porter, 1986).

ANEXO C

Resultados da Pesquisa sobre o Processo de Seleção de Alternativas em Indústrias Finlandesas

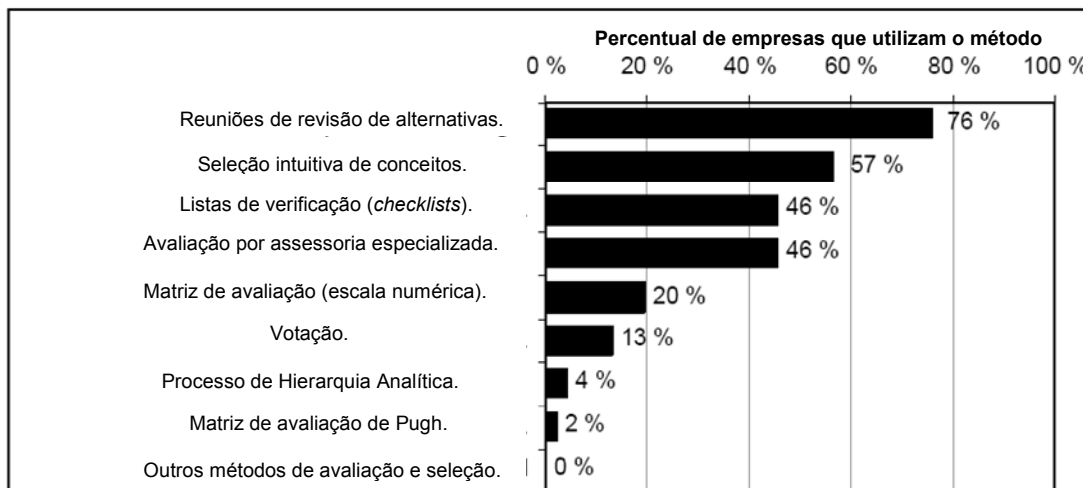


Figura 1.C – Métodos de seleção utilizados pelas empresas pesquisadas, segundo Salonen e Pertulla. Fonte: (Salonen e Pertulla, 2005).

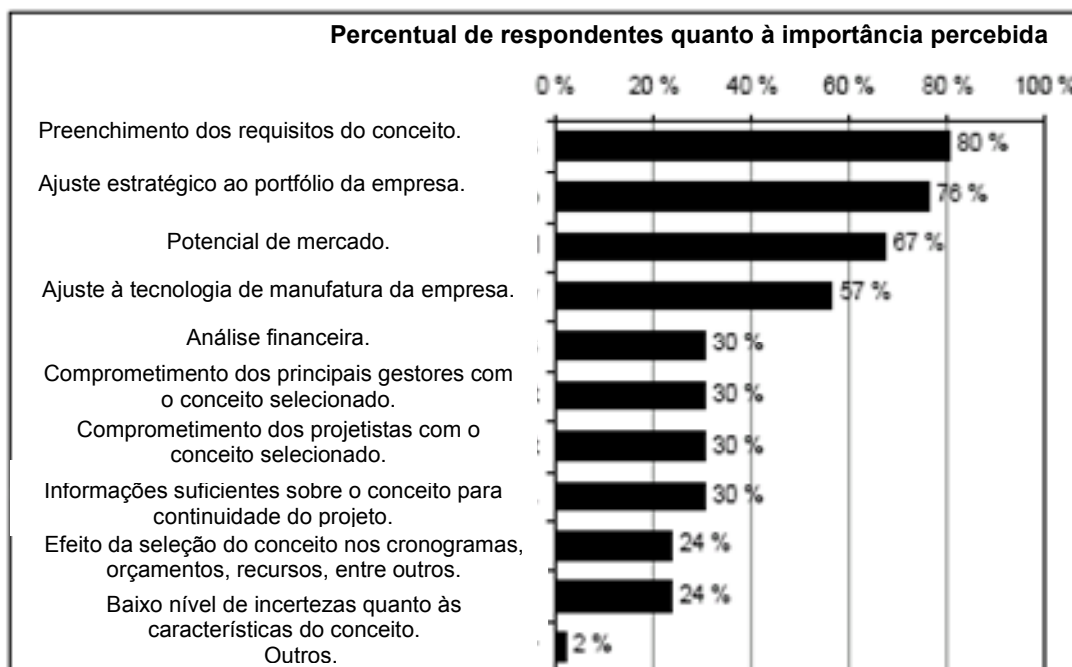


Figura 2.C – Importância dos procedimentos no processo de seleção de alternativas na etapa com conceitual percebida pelas empresas pesquisadas, segundo Salonen e Pertulla. Fonte: (Salonen e Pertulla, 2005).

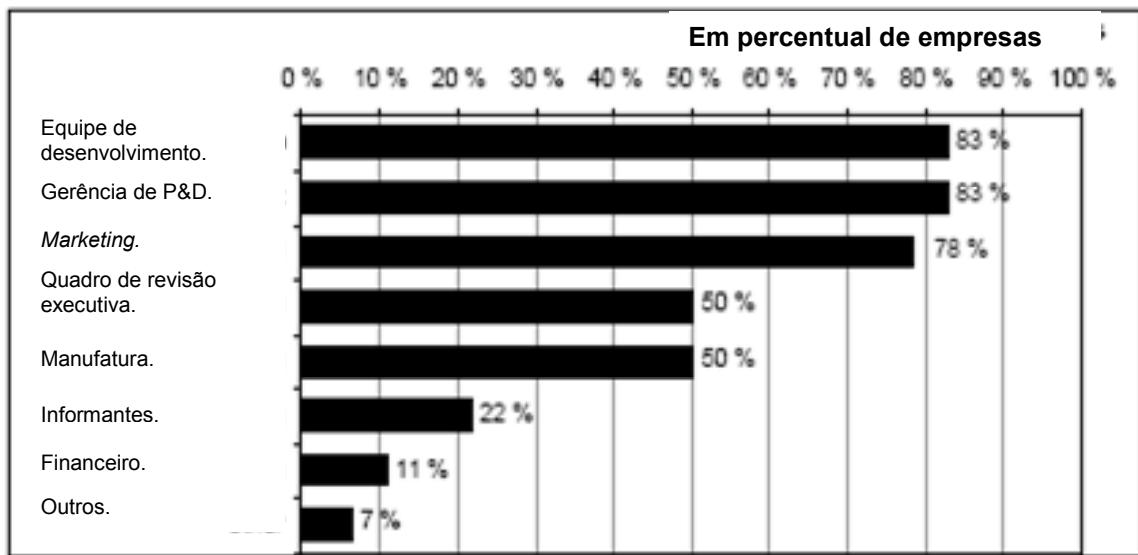


Figura 3.C – Áreas funcionais envolvidas no processo de seleção de alternativas na etapa conceitual de projeto indicadas pelas empresas pesquisadas, segundo Salonen e Pertulla.

Fonte: (Salonen e Pertulla, 2005).

APÊNDICE A

Exemplos de Áreas Estratégicas e Focos Correlacionados

Quadro A.1 – Exemplos de áreas estratégicas e focos correlacionados.

ÁREAS DA VISÃO ESTRATÉGICA	FOCOS ESTRATÉGICOS PARA O PRODUTO
Operação	• Produção em larga escala.
	• Automatização acentuada.
	• Facilidade de troca de ferramenta.
	• Possibilidade de alteração de matéria-prima.
	• Proteção contra paralisação da linha por falha ou falta de operação.
	• Evitar a necessidade de conhecimento técnico ou habilidade.
	• Uso de matéria-prima em condições ambientais normais.
	• Uso de produtos em condições ambientais normais.
	• Uso sob qualquer condição atmosférica.
Produção	• Padronização de componentes e famílias de produtos.
	• Reserva de capacidade produtiva para prevenir aumento repentino de demanda.
	• Flexibilidade de linha.
	• Uso de recursos internos existentes.
	• Fabricação com pequenos equipamentos.
	• Facilidade de instalações para futura automação.
	• Evitar gargalo de entrada e saída de linha.
	• Adequação com equipamentos ou linha a jusante.
	• Indesejável utilização de algum equipamento ou matéria-prima.
	• Possibilidade de terceirização.
• Fabricação em pequenas plantas.	
Controle de qualidade	• Facilidade de aplicação de métodos estatísticos de controle.
	• Facilidade de controle de qualidade na linha.
	• Utilização da força da marca.
	• Garantia de padrões de qualidade da matéria-prima.
	• Percepção de produto de qualidade.
	• Controle de componentes e serviços terceirizados.
	• Sensibilidade à exposição às condições do meio ambiente.
	• Obtenção de homogeneidade da matéria-prima.
Montagem	• Padronização de componentes.
	• Possibilidade de combinação de componentes.
	• Utilização de mão-de-obra semi-qualificada.
	• Utilização de mão-de-obra local.
	• Facilidade de montagem.
	• Reduzido número de passos de montagem.
	• Condições especiais de manipulação.
	• Possibilidade de automatização futura.

(Continua)

Quadro A.1 – Exemplos de áreas estratégicas e focos correlacionados (continuação).

ÁREAS DA VISÃO ESTRATÉGICA	FOCOS ESTRATÉGICOS PARA O PRODUTO
Função	• Proximidade com as características das linhas de produtos oferecidos pela empresa.
	• Inovação de função ou projeto.
	• Facilidade na interface homem-máquina.
	• Adequação da função de acordo com a segmentação de mercado desejada.
	• Possibilidade de planejamento da obsolescência do produto.
	• Possibilidade de funções secundárias.
	• Possibilidades de desenvolvimento de famílias funcionais.
Segurança	• Linha com pouca manipulação humana.
	• Inexistência de agressividade ao meio-ambiente.
	• Perenidade do produto.
	• Impossibilidade de erros de operação.
	• Impossibilidade de uso incorreto.
	• Mínimo dano ecológico.
	• Desnecessário conhecimento técnico ou habilidades prévias pelo vendedor.
	• Adequação à mudanças regulamentares governamentais.
Manutenção	• Facilidade de limpeza.
	• Limpeza ágil e eficiente.
	• Facilidade de obtenção de peças e componentes de reposição.
	• Facilidade de obtenção de serviços de assistência técnica.
	• Uso de rede de assistência técnica existente.
	• Necessidade de conhecimento técnico ou habilidade pela equipe de manutenção.
Resíduos, descartes e inservíveis	• Mínima quantidade de resíduos sólidos para descarte.
	• Proximidade de local para descarte.
	• Possibilidade de serviço terceirizado para retirada de descarte sólido.
	• Capacidade do tratamento de efluentes industriais.
	• Rede de assistência para recolhimento de produtos em não conformidade.
	• Utilização de matéria-prima reciclada.
	• Facilidade no tratamento dos efluentes.
	• Facilidade na remoção dos descartes sólidos.
	• Valor de sucata.
	• Mercado para produtos ou equipamentos usados.
	• Completa utilização de produtos e embalagens.
Transporte interno e armazenagem	• Evitar movimentação descontínua.
	• Evitar dificuldades de manipulação.
	• Evitar necessidade de embalagens para movimentação interna.
	• Baixo peso de componentes.
	• Evitar o uso de câmaras especiais para armazenagem da matéria-prima.
	• Evitar matéria-prima de difícil armazenagem.
	• Evitar movimentação interna durante o processo.
	• Evitar o uso de embalagem secundária.
	• Evitar vida curta em estoque.
	• Possibilidade de automatização.
	• Evitar a necessidade de equipamento especial para armazenagem do produto no ponto de venda.

(Continua)

Quadro A.1 – Exemplos de áreas estratégicas e focos correlacionados (continuação).

ÁREAS DA VISÃO ESTRATÉGICA	FOCOS ESTRATÉGICOS PARA O PRODUTO
Gastos	• Possibilidade de controle rigoroso de custos.
	• Economia de escala.
	• Compra de matéria-prima em lote mínimo.
	• Prazos de entrega adequados.
	• Diluição de <i>overhead</i> .
Logística de fornecimento	• Uso de processo logístico dominado pela empresa.
	• Acesso a grandes quantidades de matéria-prima.
	• Qualidade assegurada da matéria-prima.
	• Logística de fornecimento e movimentação interna eficiente.
	• Proximidade da principal fonte fornecedora.
	• Facilidade de obtenção de todos os componentes.
	• Máximo uso de componentes prontos.
	• Evitar sazonalidade de fornecimento.
• Possibilidade de quebra de contrato.	
Tecnologia	• Conhecimento profundo do produto e dos métodos de produção.
	• Utilização da curva de experiência.
	• Facilidade de aquisição de equipamentos.
	• Exploração de serviços agregados.
	• Possibilidade de uso de tecnologia de vanguarda.
	• Superioridade técnica do produto ou serviço.
	• Acesso à tecnologia necessária.
	• Distinção da tecnologia aplicada com outra comumente utilizada.
	• Evitar rápida obsolescência técnica.
	• Uso de recurso técnico ou habilidade conhecidos.
	• Possibilidade de obtenção de patentes.
	• Possibilidade de <i>join venture</i> .
• Facilidade de obtenção de mão-de-obra especializada.	
Resposta de mercado	• Possibilidade de aumento rápido da produção em resposta a crescimento de demanda.
	• Rapidez de resposta para explorar um sucesso.
	• Atratividade do mercado.
	• Favorecimento de propaganda pelo próprio consumidor.
	• Qualidade facilmente percebida.
	• Formato atraente.
	• Recomendações de uso por profissionais ou pelo governo.
	• Facilidade de cópia.
Resposta social	• Utilização da força da marca.
	• Imagem pública.
	• Possibilidade de usar a inovação numa base experimental.
	• Compatibilidade com as normas de comportamento existentes.
	• Superação de requisitos legais e regulamentares.
	• Empatia do cliente.
	• Uso por clientes com característica especiais.

(Continua)

Quadro A.1 – Exemplos de áreas estratégicas e focos correlacionados (continuação).

ÁREAS DA VISÃO ESTRATÉGICA	FOCOS ESTRATÉGICOS PARA O PRODUTO
Logística de venda e distribuição	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de explorar o potencial de distribuição e venda.
	<ul style="list-style-type: none"> • Grande cobertura geográfica.
	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidade de utilização de rede de serviços e distribuição existentes.
	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de explorar canais de distribuição alternativos.
	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar a necessidade de equipamento especial para armazenagem do produto no ponto de venda.
	<ul style="list-style-type: none"> • Familiaridade do produto pelas equipes de vendas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensões e localização da distribuição.
	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidade de comunicação entre consumidor e empresa.
	<ul style="list-style-type: none"> • Tamanho do mercado.
	<ul style="list-style-type: none"> • Expansão na participação no mercado. • Possibilidade de quebra de contrato.

APÊNDICE B

Lista de Participantes das Aplicações Experimentais dos Casos 1 e 2

Quadro B.1 – Lista de participantes da primeira aplicação experimental do modelo.

Ordem	Nome	Área de Conhecimento	Formação / Experiência
1	Fabiano A.B.	Mercado	Graduado em Administração de Empresas. Trabalha na área de <i>marketing</i> da Renault do Brasil.
2	Lilian M.B.B.	Mercado	Graduada em Farmácia Industrial. Trabalha na área de qualidade e produção.
3	Vítor H.S.	Engenharia	Aluno do oitavo período de Engenharia Mecânica da UTFPR com estágio em estruturas metálicas.
4	Juliane B.P.	Desenho Industrial	Graduada em <i>Design</i> de Produto. Trabalhou como <i>Trainee</i> (2001) na Inove Design, NDD – Núcleo de Design de Móveis (2002), Professora do curso de Tecnologia de Móveis (2002 a 2005). Atualmente trabalha na KS <i>Design</i> em desenvolvimento de produtos.
5	Gisele F.C.	Mercado	Aluno do quarto período do curso de Administração de Empresas da PUCPR.
6	Indra M.A.	Desenho Industrial	Aluno do quinto período de Tecnologia em Artes Gráficas. Estágio no LAMID – Laboratório de Mídias da UTFPR.
7	Marcele G.C.S.	Desenhista Industrial	Aluno do quinto período do curso de <i>Design</i> de Produto da PUCPR e quinto período no curso <i>Design</i> de Móveis da UTFPR.
8	Thaís R.B.	Desenho Industrial	Aluno do quarto período do curso Tecnologia em Artes Gráficas da UTFPR.
9	Aleksander K.	Engenharia	Aluno do curso de Engenharia na UTFPR. Estágio no LAVIB – Laboratório de Vibrações.
10	Karina E.A.	Mercado	Graduada em Economia com especialização em Estatística. Trabalha na área de <i>marketing</i> da Renault do Brasil como responsável pelo <i>database MKT</i> .
11	Eduardo V.G.	Mercado	Graduado em Administração de Empresas. Trabalha na Philip Morris.

(Continua)

Quadro B.1 – Lista de participantes da primeira aplicação experimental do modelo (continuação).

Ordem	Nome	Área de Conhecimento	Formação / Experiência
12	Marcos A.P.	Mercado	Graduado em Administração de Empresas. Trabalha na área de <i>CRM – Customer Relationship Management</i> , vendas e pesquisa.
13	Henrique T.C.	Engenharia	Aluno do oitavo período de Engenharia Industrial Mecânica na UTFPR.
14	Oksana A.D.	Engenharia	Graduada em Engenharia. Mestranda do PPGEM na área de concentração de manufatura.
15	Adriano R.C.B.	Mercado	Graduado em Administração de Empresas. Trabalha na área <i>CRM – Customer Relationship Management</i> , <i>Marketing</i> direto e vendas.
16	Cláudio C.M.	Engenharia	Graduado em Engenharia Mecânica. Trabalhou onze anos na área de qualidade e seis anos em engenharia de produtos. Atualmente trabalha na área de desenvolvimento de produtos da Electrolux.
17	Leda L.	Desenho Industrial	Aluno do quinto período de <i>Design</i> de Móveis na UTFPR. Projetista de mobiliário urbano e externo.
18	Tarsila F.S.	Desenho Industrial	Aluno do quinto período do curso <i>Design</i> de Móveis da UTFPR.
19	João M.M.B.	Engenharia	Estudante do nono período de Engenharia Mecânica na UTFPR. Possui dois anos de iniciação científica no Laboratório de Ciências Térmicas.
20	Juliano O.R.C.	Engenharia	Aluno do quarto período do curso de Engenharia Mecânica da UFPR.

Quadro B.2 – Lista de participantes da segunda aplicação experimental do modelo.

Ordem	Nome	Área de Conhecimento	Formação / Experiência
1	Ângelo P.C.	Engenharia	Aluno do curso de Engenharia Mecânica na UTFPR, bolsista do laboratório de mecânica estrutural e laboratório de vibrações.
2	Niara O.K.	Desenho Industrial	Graduada em Desenho Industrial. Trabalhou na área de desenvolvimento de produtos da Britânia eletrodomésticos e embalagens Huhtamaki.
3	Andréa C.L.M.	Mercado	Funcionária do Boticário, área de <i>marketing</i> , atendimento ao franqueado.

APÊNDICE C

Memorial Descritivo das Alternativas do Estudo de Caso 1

1 Memorial descritivo da alternativa de solução conceitual número 1

A alternativa 1 denominada de “veículo de estrutura retrátil” apresenta como característica principal uma estrutura retrátil, ajustada por dispositivos sob o suporte do assento, cujos apoios superior e inferior consistem em articulações deslizantes promovidas por rodízios que se movimentam em canais abertos na estrutura tubular e atrelados por uma haste chata metálica de ambos os lados. O conjunto é mantido em posição de serviço com o uso de uma trava.

A haste do dispositivo de direção é provida de uma articulação acima do motor, com regulagem de posição e fixa com um dispositivo de trava com botões e mola (ver detalhe no rascunho). O encosto do assento e os apoios de braço são reclináveis. Assim, o conjunto estrutura de suporte do assento, haste de direção e encosto do assento e apoios de braços constituem a característica de estrutura retrátil.

Os primeiros cálculos apontam para o uso de uma força motriz proveniente de um motor elétrico de 400 Watts alimentado por duas baterias (ácido/chumbo) seladas de 55 Ah cada. A transmissão de movimento é constituída de duas polias com relação 30:1 com uso de correia ou corrente. A tração dianteira do veículo pode ocasionar algumas restrições de uso em terrenos um pouco acidentados, flexíveis ou com diferenças de nível e limita a rampa máxima de subida entre 15 e 20%. Para manter a estabilidade transversal o veículo admite rampa máxima de 35%. A velocidade máxima prevista para o veículo é de 8 km/h. Contudo, pode variar com o uso no plano (carga admissível de 120 kgf) e uso em rampa (carga admissível 120 kgf em rampa de 20%). O sistema de direção composto de haste articulada pode ocasionar um esforço adicional ao usuário quando em manobra em terrenos pouco acidentados.

O consumo de energia, em condições normais de serviço (i.e. movimentos intermitentes sob terreno plano e sem obstáculos) é de 11 Ah e o tempo de recarga das baterias de duas a três horas. O motor é micro-controlado por circuito eletrônico

(fornecido por fabricante nacional) e está posicionado na haste de direção, cuja distancia máxima do motor é menor de 300 mm.

A altura do veículo é de 1000 mm em serviço, reduzida em 40% em posição de transporte. O peso total do veículo (inclusive baterias) é 45 kgf. A altura do assoalho em relação ao solo é de 200 mm.

Para a manobra do veículo pelo usuário é necessário um espaço lateral de 2000 mm e frontal ou costal de 1500 mm e raio mínimo de giro de 2200 mm. O alcance lateral superior máximo do usuário é de 1300 mm e lateral inferior mínimo é de 600 mm.

2 Memorial descritivo da alternativa de solução conceitual número 2

A alternativa 2 é denominada como “veículo de dupla tração”, caracteriza-se por proporcionar um raio mínimo de manobra com o uso de tração exclusiva para cada roda traseira. Este sistema é constituído de dois motores elétricos de 500 Watts cada, acionados independentemente e controlados eletronicamente. Pode-se optar por uma transmissão por correia (ou corrente) ou por uma caixa de redução acoplada aos motores (i.e. possibilita maior combinação de relação). O comando eletrônico (constituído por duas placas no centro do veículo) capacita o sistema a operar em rampa de aceleração (i.e. maior conforto do usuário e reduz pico de consumo de energia). A velocidade máxima provável é de 20 km/h.

O sistema de direção consiste de um motor elétrico (independente) de 250 Watts, cremalheira e cabos conectados à base da roda dianteira e controlados eletronicamente (placa independente) com uso de um dispositivo tipo *joystick* que pode ser posicionado em qualquer um dos lados. Os movimentos de marcha à frente e marcha à ré é controlado por botão posicionado junto ao comando.

O conjunto de armazenagem de energia é modular. Contudo, como padrão para o modelo pode-se adotar seis baterias de 18 Ah.

O consumo de energia previsto é de 24 Ah em condições normais de serviço (i.e. movimentos intermitentes sob terreno plano e sem obstáculos), com tempo de recarga máxima de duas horas (para o conjunto padrão).

O veículo admite rampas de até 30% em superfície uniforme e de boa aderência. Contudo, o veículo é previsto para movimentar-se em diferentes tipos de terreno (inclusive grama e pedregulho). A estabilidade longitudinal é otimizada com o uso de rodas de apoio traseiras e admite inclinações de até 45%. Adicionalmente, a posição do centro de gravidade melhora a estabilidade transversal e em manobra.

O peso estimado do conjunto está entre 55 a 70 kgf. A largura é de 750 mm. O espaço lateral necessário para manobra é de 1400 mm, frontal ou costal de 1800 mm e raio mínimo de 1800 mm. A altura do assoalho em relação ao solo é de 250 mm.

O alcance lateral superior máximo do usuário é de 1300 mm e lateral inferior mínimo é de 600 mm. O alcance frontal máximo é de 1200 mm e mínimo 400 mm.

3 Memorial descritivo da alternativa de solução conceitual número 3

A alternativa 3 é denominada de “dispositivo de tração independente”. O conceito proposto é uma solução mista de uso do dispositivo de tração e direção independente do dispositivo de posicionamento do usuário. Assim uma cadeira de rodas comumente encontrada no mercado poderia ser utilizada.

O dispositivo suspende a parte superior da cadeira (rodas de eixo livre) e conecta-se por meio de um suporte em “U” e travas de segurança ajustada manualmente. Contudo, a cadeira deve possuir barras longitudinais reforçadas na parte inferior. O dispositivo possui um eixo articulado que permite movimentar todo o conjunto composto de guidão, componentes de força motriz e controle eletrônico.

Os componentes de força motriz são constituídos de motor elétrico de 300 Watts e transmissão por polia e corrente. A alimentação de energia é composta de duas baterias ácido/chumbo seladas de 18 Ah, recarregadas em menos de duas horas. O consumo do conjunto provável está entre 10 e 12 Ah em condições normais de uso.

A solução conceitual condiciona o uso apenas em terrenos com pouca irregularidade e carga máxima de 110 kgf para superfícies regulares e rampa de 15% e 90 kgf para superfície levemente irregular e rampa de 20%.

A rampa transversal ao dispositivo está limitada em 10% para segurança quanto ao tombamento do dispositivo. A largura máxima do conjunto é de 750 mm, reduzida para 400 mm quando desmontada para transporte. O comprimento do conjunto em serviço é de 1850 mm e 1200 mm do dispositivo desmontado. O peso (somente do dispositivo) está entre 15 e 25 kgf. A altura do fundo em relação à superfície de contato é de 150 mm.

O raio mínimo de giro é de 2800 mm, com espaço lateral para manobra de 1800 mm e frontal ou costal de 2200 mm. O alcance lateral do usuário máximo é de 1200 mm e mínimo de 400 mm.

4 Memorial descritivo da alternativa de solução conceitual número 4

A alternativa 4 denominada de “veículo híbrido” utiliza o conceito da cadeira de rodas comum com um conjunto de dispositivos mecânicos e eletro-eletrônicos adaptados à estrutura original reforçada.

A força motriz pode ser originada de um motor elétrico de 400 Watts e transmissão por engrenagens, acoplados axialmente ao eixo de cada roda ou de um motor de 400 Watts posicionado transversalmente em relação ao eixo de cada roda traseira e com transmissão por correia ou corrente. O conjunto de força motriz permite movimento em rampas de até 30% com carga máxima de 110 kgf e 20% com carga máxima de 130 kgf. Rodas de apoio traseiro impossibilitam tombamento longitudinal em rampas de até 45% e tombamento transversal de até 35% em manobra. O sistema de tração independente das rodas possibilita o uso em diferentes tipos de superfície e tolera pequenos desníveis.

A alimentação de energia é constituída de duas baterias ácido/chumbo seladas de 35 Ah, com tempo de recarga entre duas e três horas. O comando eletrônico dos motores e do controle de direção por *joystick* permite variações nas velocidades de arranque, manobra e longas distâncias.

A cadeira é constituída de estrutura tubular reforçada e assento em tecido com tripla costura.

APÊNDICE D

Diagramas de Critérios do Estudo de Caso 1

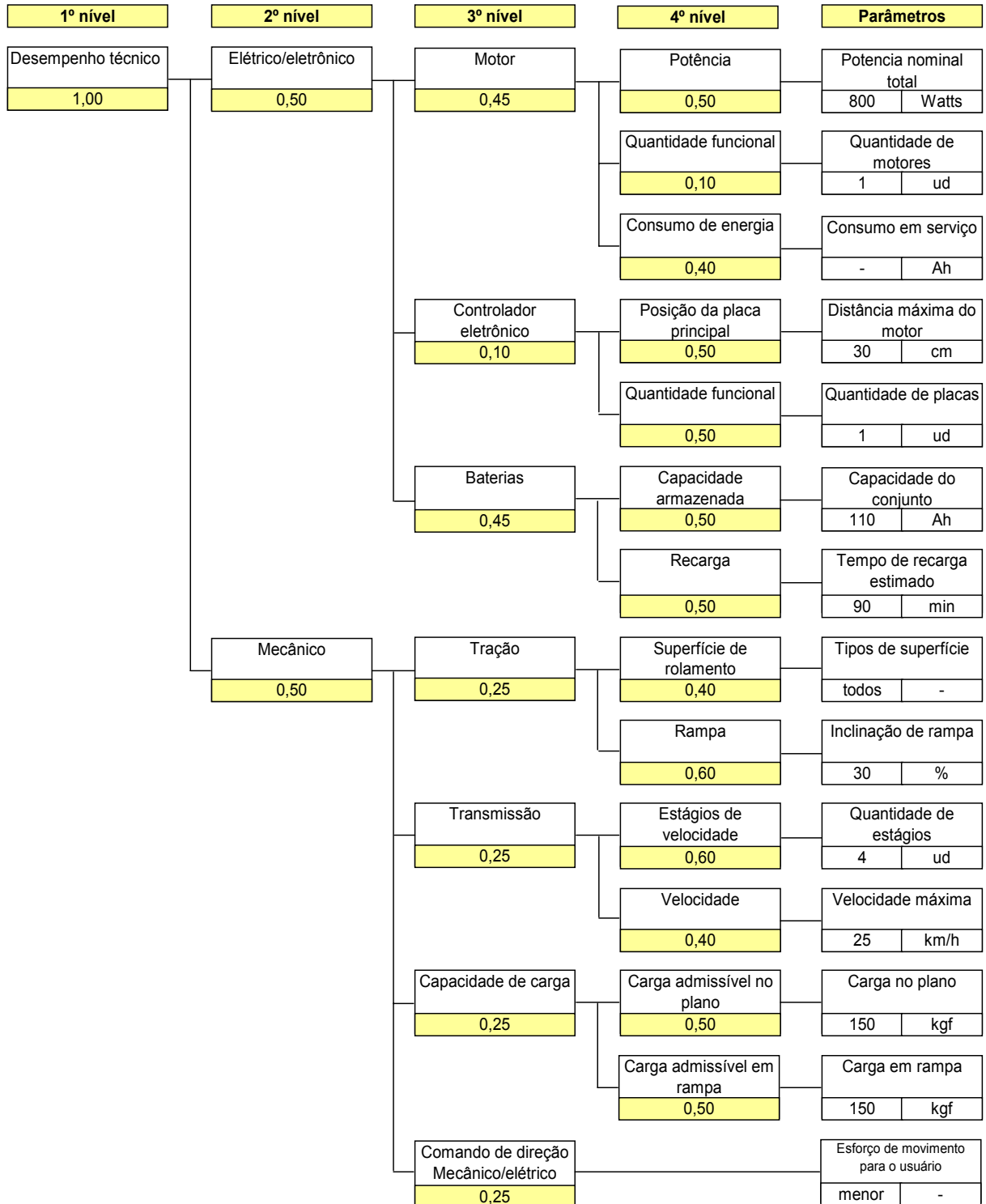


Figura D.1 – Diagrama de critérios do critério C₁ - Desempenho Técnico.

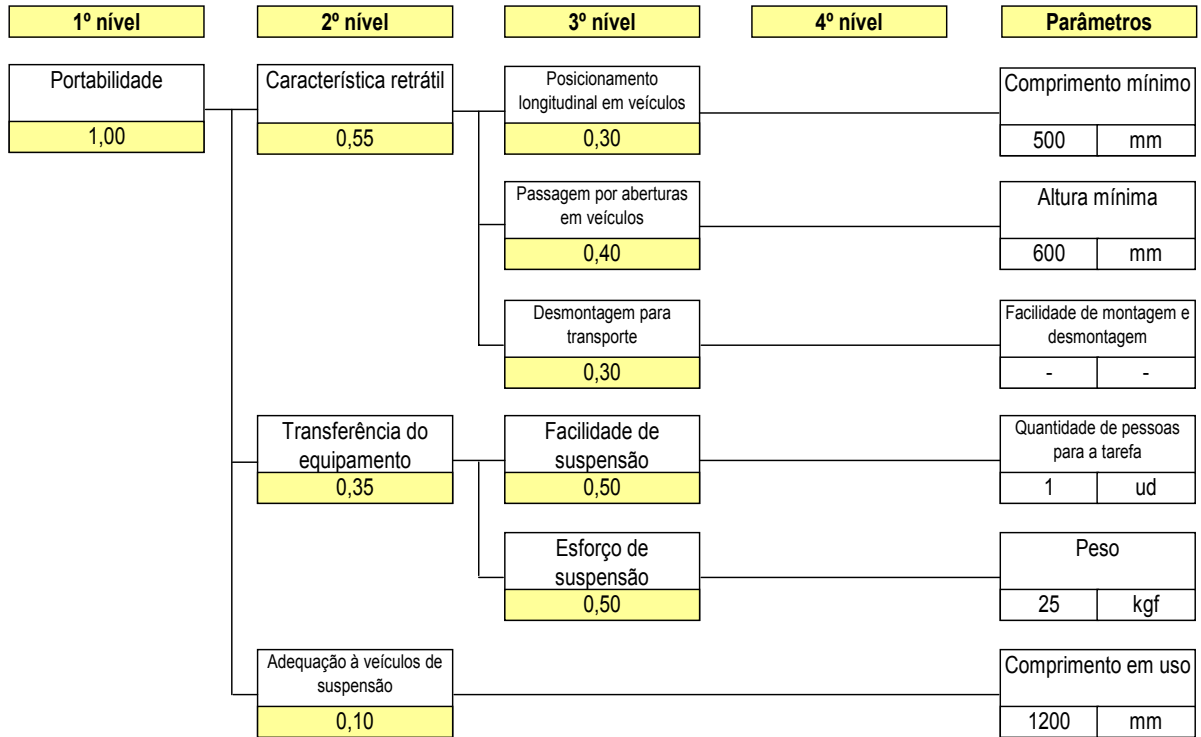


Figura D.2 – Diagrama de critérios do critério C₂ - Portabilidade.

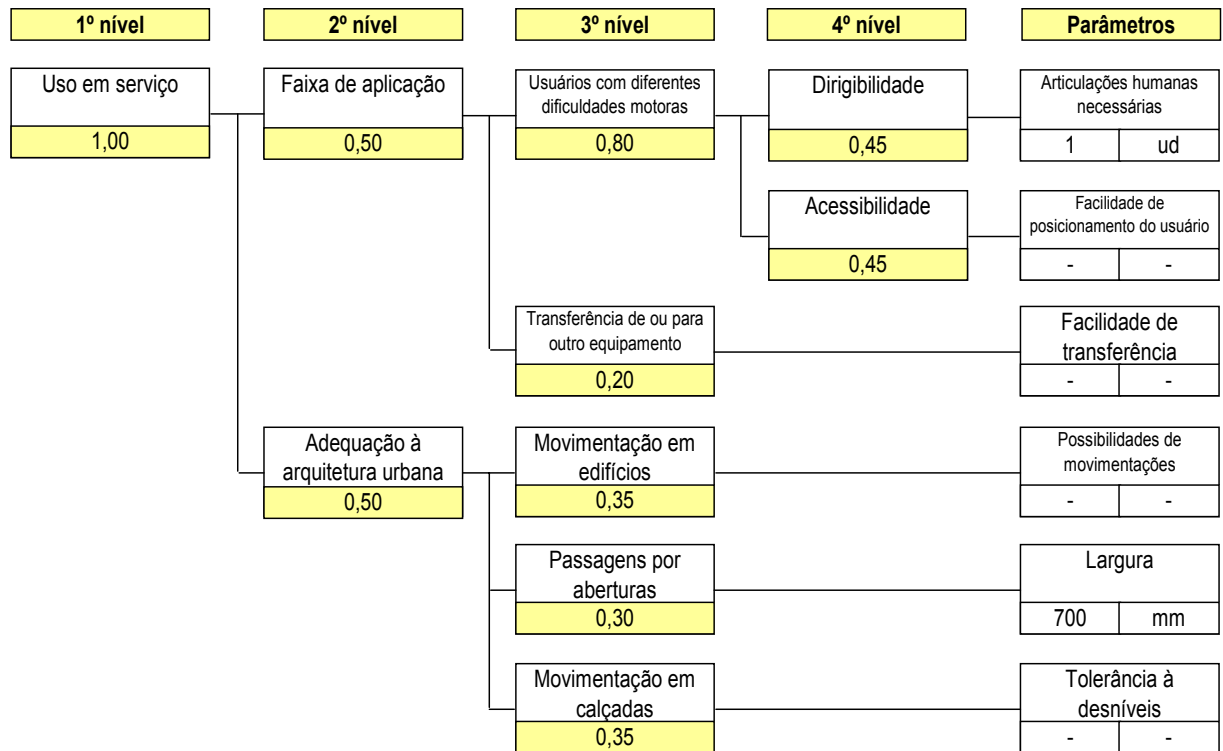


Figura D.3 – Diagrama de critérios do critério C₃ – Uso em serviço.

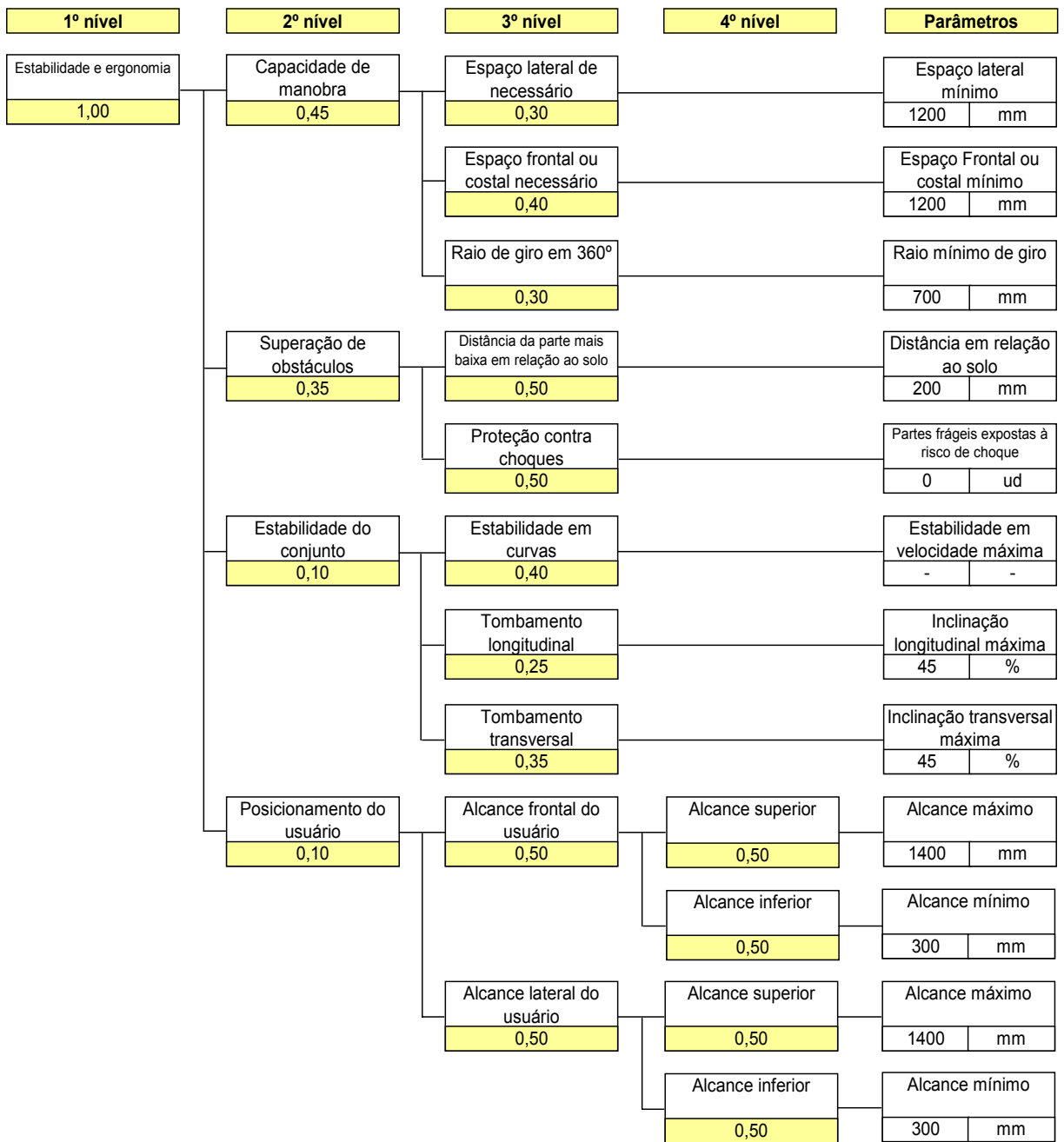


Figura D.4 – Diagrama de critérios do critério C₄ – Estabilidade e Ergonomia.

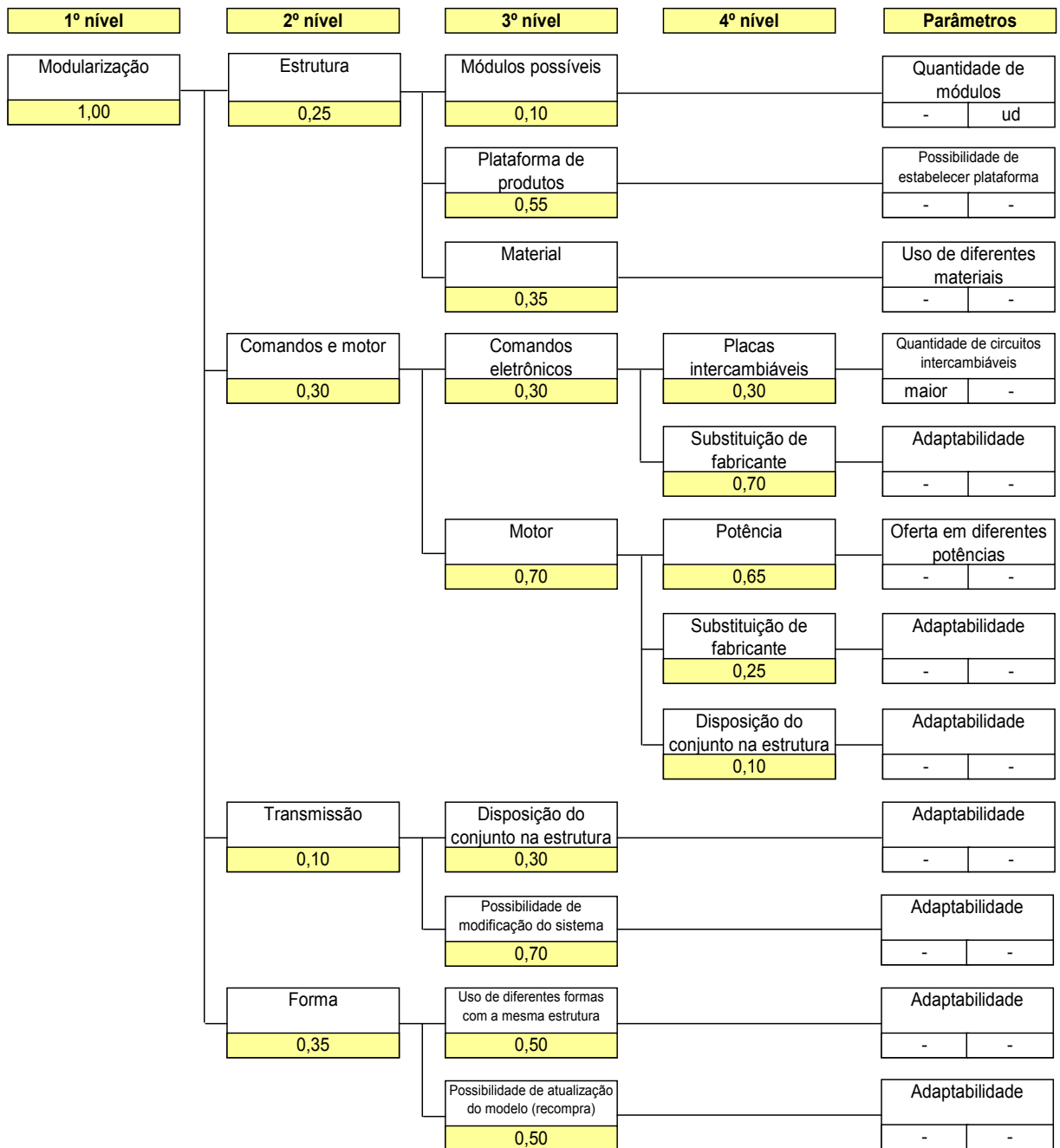


Figura D.5 – Diagrama de critérios do critério C₅ – Modularização.

APÊNDICE E

Informações sobre as Empresas do Estudo de Caso 1

1 Informações sobre a empresa imaginária “ABC”

O primeiro ambiente do estudo de caso 1 referencia-se a uma empresa imaginária denominada de “Empresa ABC”, cujo ramo de atividade é a manufatura de cadeiras de rodas para portadores de necessidades especiais. A empresa pode ser considerada jovem, função de que está a sete anos no mercado e não está situada entre as líderes de mercado. É considerada de pequeno porte, se qualificada pela quantidade de funcionários. Contudo, o faturamento da empresa é crescente, provavelmente resultado da gestão denominada por seus diretores como “pró-ativa”, i.e. enfatiza-se a especialização profissional por meio de treinamento de mão-de-obra local e recompensas financeiras, participação das lideranças em diferentes situações de tomada de decisão e do uso de ferramentas modernas de gestão administrativa e de produção (e.g. *Balanced ScoreCard*¹²⁰ e Controle Estatístico de Processo).

As diversas funções tecnológicas do produto e dos processos produtivos são avaliadas dentro da própria empresa em função do tipo de estratégia adotada para o produto. Por exemplo, o uso de recursos técnicos conhecidos.

Embora a produção seja seriada, a linha de montagem é essencialmente manual, com constantes otimizações, como a padronização de componentes, o qual facilita a manutenção dos produtos e conduzem a pequenos e contínuos aumentos dos volumes de produção e melhoria de qualidade dos produtos. Os fornecedores de materiais e componentes são essencialmente fabricantes nacionais ou distribuidores de produtos importados.

O mercado de atuação da empresa é considerado estável. Assim, independentemente da ampla linha de produtos ofertados pela empresa (e.g. produtos acessórios tais como camas hospitalares, muletas, andadores, entre outros), o aumento das vendas está restrito a expansão geográfica de

¹²⁰ Sistema citado na seção 2.7.

comercialização, função da forte concorrência regional com competidores que dominam o mercado. Assim sendo, a empresa pretende desenvolver novos produtos para ingressar em mercados mais promissores, embora mais exigentes (e.g. a parcela de mercado de usuários com maior poder aquisitivo e exportação de produtos acabados para países da América Latina e África).

Os diretores da Empresa ABC acreditam que já é possível estabelecer uma nova geração de produtos. Contudo, não obstante o objetivo comercial, a empresa deseja possibilitar o acesso do produto aos portadores de distintas restrições motoras e provenientes de diferentes camadas sociais, mesmo que assim, reduza sua margem de lucro e assim, firmar-se no mercado como uma empresa socialmente responsável.

2 Informações sobre a empresa imaginária “XYZ”

O ramo de atividade da empresa imaginária denominada de “Empresa XYZ” refere-se à manufatura de pequenos equipamentos eletro-mecânico (e.g. automatização de portões e plataformas de elevação).

A empresa é hábil em utilizar a experiência adquirida nos 50 anos desde a sua fundação e cuja condução dos negócios é fundamentada na gestão familiar em suas atuais três plantas industriais. O sistema de produção é baseado em grandes lotes, com montagem semi-automática. Segundo a empresa, o processo de inovação consiste nas eventuais modificações de produtos e processos produtivos proveniente das aquisições de máquinas com tecnologia embarcada (e.g. centros de usinagem e injetoras plásticas).

A empresa utiliza um modelo de gestão da produção convencional no seu ramo de atividade (i.e. sistema tipo pirâmide com supervisores e gerentes de seção). O foco da atividade produtiva é a redução de custos, por meio de estreitos controles da rotina de produção.

O mercado consumidor da empresa é estável, função do tempo de mercado. Contudo, devido à aquisição de novos equipamentos de produção tecnologicamente

avançados e com os ganhos de produção provenientes da experiência, existe uma capacidade produtiva ociosa.

Assim, a diretoria pretende ampliar sua linha de produtos com o uso dos equipamentos de produção existentes e ingressar em um mercado novo para a empresa de veículos para portadores de necessidades especiais. Primeiramente, com o uso de sua rede de fornecedores nacionais e estrangeiros (principalmente para componentes elétricos e eletrônicos adquiridos diretamente de fabricantes chineses).

Adicionalmente, pretende utilizar sua rede de distribuidores (os quais podem se sentir desconfortáveis com uma linha de produtos desconhecida para eles) e em caso de sucesso, a ampliação da linha e estabelecimento de uma rede de distribuidores e assistência técnica exclusiva para o produto.

APÊNDICE F

Questionário 1 para os Participantes do Estudo de Caso 1

Parte 1 – Bloco 1 - Referências (respostas individuais – Grupos 2 e Controle)

1 É de seu conhecimento algum método sistemático de desenvolvimento de produtos? (1 resposta).

- 1 Sim.
2 Não.

2 Em que local voce tomou conhecimento? (Até 2 respostas).

- 1 Em literatura acadêmica.
2 Na iniciativa privada.
3 Em órgãos públicos ou ONGs.
4 Em treinamentos ou atividade acadêmica.
5 Não tenho conhecimento.

3 Em algum momento voce participou efetivamente de uma equipe para desenvolvimento de produto? (1 resposta).

- 1 Sim.
2 Sim. Contudo, não é de meu conhecimento sua produção.
3 Sim. Em treinamento ou atividade acadêmica.
4 Não.

4 Em sua opinião, como são tomadas as decisões de seleção de alternativas de conceito no desenvolvimento de produtos? (Até 2 respostas)

- 1 Reuniões para estabelecer uma decisão consensual.
2 Com o uso de um método sistemático para apoio a tomada de decisão.
3 Exclusivamente pela diretoria, com base no plano estratégico da empresa.
4 Pelo departamento de Engenharia, com base em critérios técnicos.
5 Pelo departamento de Marketing, com base no mercado.
6 Pela diretoria, com base em processos intuitivos.
7 Nenhuma das anteriores.
8 Outros. Por favor, descreva.

APÊNDICE G

Questionário 2A para os Participantes do Grupo de Controle

Parte 1 – Sobre a tarefa (respostas individuais – perguntas 1 a 10)

Este questionário contém 11 perguntas.

1 Você compreendeu completamente todas as etapas da tarefa?
(1 resposta).

- 1 Sim.
- 2 Sim. Contudo, foram necessárias seguidas consultas.
- 3 Não.

2 Algum destes procedimentos para apoio do processo de seleção deixou de ser utilizado?
(Até 8 respostas).

- 1 Não foram determinados critérios de avaliação.
- 2 Não foram estabelecidos parâmetros de avaliação.
- 3 Não foram identificadas as estratégia de negócio da empresa.
- 4 Não foram determinadas áreas estratégicas.
- 5 Não foram realizadas avaliações dos desempenhos das alternativas.
- 6 Não foram identificados e analisados pontos fracos das alternativas.
- 7 Não foi realizada uma análise final do processo de seleção.
- 8 Não existiu um roteiro formal do processo.
- 9 Foram utilizados todos os procedimentos acima.

3 Existiu consenso entre os participantes da equipe quanto à identificação das áreas estratégicas do negócio?
(1 resposta).

- 1 Sim.
- 2 Sim. Contudo, inicialmente não houve concordância em relação a importância da estratégia.
- 3 Sim. Contudo, inicialmente não houve concordância em relação as características do negócio e as áreas estratégicas.
- 4 Não foram consideradas áreas estratégicas para avaliação das alternativas.

(Continua)

Questionário 2A – Parte 1 (continuação).

- 4** Os dados do negócio fornecidos foram suficientes para ter uma idéia da estratégia de negócio da empresa ? (1 resposta).
- 1 Sim. Contudo, não foi possível identificar uma correlação direta com a tarefa.
 - 2 Sim. Contudo, a equipe adotou algumas suposições para estabelecer áreas estratégicas.
 - 3 Sim. Foi possível identificar claramente o posicionamento estratégico da empresa.
 - 4 Não. Com os dados fornecidos não foi possível identificar claramente as áreas estratégicas.
- 5** Como foram estabelecidas as áreas de visão estratégica da empresa? (1 resposta).
- 1 Primeiramente foram relacionadas características do negócio com os diferentes setores da empresa.
 - 2 Primeiramente foi estabelecida a provável visão estratégica da empresa com base nos dados fornecidos.
 - 3 Primeiramente identificou-se as áreas estratégicas da empresa com base nos dados fornecidos.
 - 4 Não foram consideradas áreas estratégicas para avaliação das alternativas.
- 6** Existiu consenso entre os participantes da equipe quanto ao estabelecimento de critérios de avaliação e áreas estratégicas? (1 resposta).
- 1 Sim. Contudo, foram estabelecidos apenas critérios de avaliação.
 - 2 Sim. Contudo, o processo não foi formalizado.
 - 3 Sim. Contudo, a tarefa não estava clara para todos.
 - 4 Sim. Foi estabelecida uma correlação formal entre critérios técnicos e estratégia.
 - 5 Não foram consideradas áreas estratégicas para avaliação das alternativas.
- 7** Foram estabelecidas afinidades entre critérios e estratégia? (1 resposta).
- 1 Sim. Primeiramente estabeleceu-se as possíveis relações entre os critérios e as áreas estratégicas estabelecidas para a empresa.
 - 2 Sim. Primeiramente descartou-se áreas estratégicas que não se relacionavam com os critérios de avaliação adotados .
 - 3 Não foram consideradas áreas estratégicas para avaliação das alternativas.

(Continua).

Questionário 2A – Parte 1 (continuação).

- 8** A equipe previamente definiu critérios para manter a coerência com a estratégia de negócio?
(1 resposta).
- 1 Sim. Para estabelecer os critérios de avaliação foram consideradas influências diretas da estratégia do negócio.
- 2 Sim. Para estabelecer os critérios de avaliação foram consideradas influências diretas e indiretas da estratégia.
- 3 Não.
- 9** Sempre existiu consenso de avaliação dos desempenhos das alternativas entre os participantes?
(1 resposta).
- 1 Sim.
- 2 Sim. Contudo, algumas vezes foi adotada votação para efetuar uma avaliação.
- 3 Não. Eventualmente adotou-se o desempenho técnico como fator de decisão.
- 4 Não. Eventualmente adotou-se a característica do negócio como fator de decisão.
- 10** Em sua opinião, qual foi a influência da sua área de conhecimento neste processo de análise e seleção de alternativas?
(1 resposta).
- 1 Influência relativa. Uma ou mais áreas tiveram maior influência que outras.
- 2 Forte influência. A maior parte dos critérios referenciavam-se a minha área de conhecimento.
- 3 Influência moderada, partilhada igualmente entre todas as áreas de conhecimento envolvidas no processo.
- 11** Qual foi a alternativa de solução selecionada pela equipe?
(1 resposta).
- 1 Alternativa de solução 1.
- 2 Alternativa de solução 2.
- 3 Alternativa de solução 3.
- 4 Alternativa de solução 4.

APÊNDICE H

Questionário 2B para os Participantes do Grupo 2

Parte 1 – Sobre a tarefa (respostas individuais - perguntas 1 a 10)

Este questionário contém 11 perguntas.

1 Você compreendeu completamente todas as etapas da tarefa?
(1 resposta).

- 1 Sim.
- 2 Sim. Contudo, foram necessárias seguidas consultas.
- 3 Não completamente.

2 Existiu dificuldade no uso dos sistemas eletrônicos?
(Até 8 respostas).

- 1 Sim. Na etapa de descrição de critérios.
- 2 Sim. Na etapa de verificação de critérios nos mapas.
- 3 Sim. Na etapa de estabelecimento das áreas estratégicas.
- 4 Sim. Na etapa de determinação dos focos estratégicos.
- 5 Sim. Na etapa de avaliação dos desempenhos das alternativas.
- 6 Sim. Na etapa de identificação e análise de pontos fracos.
- 7 Sim. Na etapa de análise dos resultados obtidos.
- 8 Sim. No sistema tutorial.
- 9 Não.

3 Existiu consenso entre os participantes da equipe quanto à identificação das áreas estratégicas do negócio?
(1 resposta).

- 1 Sim.
- 2 Sim. Contudo, inicialmente não houve concordância em relação às características do negócio e as áreas estratégicas.
- 3 Sim. Contudo, inicialmente não houve concordância em relação aos pesos das áreas estratégicas e seus focos.
- 4 Não.

(Continua).

Questionário 2B – Parte 1 (continuação).

- 4** Os dados do negócio fornecidos foram suficientes para ter uma idéia da visão estratégica da empresa ? (1 resposta).
- 1 Sim.
 - 2 Sim. Contudo, a equipe adotou algumas suposições para estabelecer áreas estratégicas.
 - 3 Sim. Foi possível identificar claramente o posicionamento estratégico da empresa.
 - 4 Não. Com os dados fornecidos não foi possível identificar claramente as áreas estratégicas.
- 5** Como foram estabelecidas as áreas de visão estratégica da empresa? (1 resposta).
- 1 Primeiramente foram relacionadas características do negócio com os diferentes setores da empresa.
 - 2 Primeiramente foi estabelecida a provável visão estratégica da empresa com base nos dados fornecidos.
 - 3 Primeiramente identificou-se as áreas estratégicas da empresa com base nos dados fornecidos.
 - 4 Não foi estabelecida correlação entre o processo e a estratégia. Justifique.
-
- 6** Existiu consenso entre os participantes da equipe quanto ao estabelecimento de afinidades entre critérios de avaliação e focos estratégicos? (1 resposta).
- 1 Sim. Contudo, inicialmente não houve concordância em estabelecer uma relação entre focos estratégicos e os critérios.
 - 2 Sim. Contudo, existiram diversas dúvidas para estabelecer afinidades.
 - 3 Sim. Contudo, a tarefa não estava clara para todos.
 - 4 Sim.
 - 5 Não.

(Continua).

Questionário 2B – Parte 1 (continuação).

- 8** A equipe previamente definiu critérios para manter a coerência ao estabelecer as afinidades?
(1 resposta).
- 1 Sim. Para estabelecer uma afinidade foram consideradas apenas influências diretas do foco estratégico sobre o critério.
- 2 Sim. Para estabelecer uma afinidade foram consideradas influências diretas e indiretas do foco estratégico sobre o critério.
- 3 Não.
- 9** Sempre existiu consenso de avaliação dos desempenhos entre os participantes?
(1 resposta).
- 1 Sim.
- 2 Sim. Contudo, algumas vezes foram adotados valores médios de avaliação.
- 3 Não. Eventualmente adotou-se o critério do menor valor de desempenho.
- 4 Não. Eventualmente adotou-se o critério do maior valor de desempenho.
- 10** Em sua opinião, qual foi a influência da sua área de conhecimento neste processo de análise e seleção de alternativas?
(1 resposta).
- 1 Influência relativa. Uma ou mais áreas tiveram maior influência que outras.
- 2 Forte influência. A maior parte dos critérios referenciavam-se a minha área de conhecimento.
- 3 Influência moderada, partilhada igualmente entre todas as áreas de conhecimento envolvidas no processo.
- 11** Qual foi a alternativa de solução selecionada pela equipe?
(1 resposta).
- 1 Alternativa de solução 1.
- 2 Alternativa de solução 2.
- 3 Alternativa de solução 3.
- 4 Alternativa de solução 4.

APÊNDICE I

Questionário 2 para os Participantes dos Grupos de Controle, 2 e 3

Parte 2 – Sobre a tarefa (respostas em equipe - perguntas 1 a 10)

Este questionário contém 8 perguntas.

- 1** Quais são as principais características do negócio identificadas pela equipe? (1 resposta).
- 1 Empresa oportunista e com moderado grau de incerteza associado à inovação.
 - 2 Empresa tradicional e com pouco grau de incerteza associado à inovação.
 - 3 Empresa ofensiva e com alto grau de incerteza associado à inovação.
 - 4 Empresa oportunista e com pouquíssimo grau de incerteza associado à inovação.
 - 5 Empresa tradicional e com moderado grau de incerteza associado à inovação.
- 2** Quais áreas identificadas pela equipe são estratégicas para a empresa? (1 resposta).
- 1 Controle de qualidade, resposta social, tecnologia e manutenção.
 - 2 Produção, logística de fornecimento, tecnologia e logística de venda e distribuição.
 - 3 Tratamento de resíduos, resposta social, resposta de mercado e segurança.
 - 4 Controle de qualidade, montagem, armazenagem e logística de fornecimento.
 - 5 Produção, resposta social, armazenagem e logística de venda e distribuição.
- 3** Quais relações entre critérios técnicos de avaliação e áreas estratégicas são mais próximas das consideradas pela equipe? (1 resposta).
- 1 Desempenho técnico com as áreas de produção e tecnologia.
 - 2 Desempenho técnico com as áreas de controle de qualidade e tecnologia.
 - 3 Modularização com as áreas de produção e manutenção.
 - 4 Modularização com as áreas de logística de fornecimento e logística de venda e distribuição.
 - 5 Portabilidade com as áreas de produção e manutenção.
 - 6 Não foi considerada qualquer relação.
 - 7 Nenhuma das anteriores.

(Continua).

Questionário 2 – Parte 2 (continuação).

- 4** Como foram dissolvidas as dúvidas durante o processo? (1 resposta).
- 1 Votação.
 - 2 Intuição.
 - 3 Avaliação (+ ou -).
 - 4 Lista de verificação (*checklist*).
 - 5 Consenso.
- 5** Qual característica do negócio define mais apropriadamente a solução selecionada? (1 resposta).
- 1 Qualidade
 - 2 Tecnologia.
 - 3 Resposta social.
 - 4 Produção.
 - 5 Logística de fornecimento.
 - 6 Nenhuma das anteriores.
- 6** Foram estabelecidas simulações para verificar a variabilidade da solução? (1 resposta).
- 1 Sim. Foram simulados resultados para diferentes cenários.
 - 2 Sim. Foram simulados resultados quando alterados valores de desempenho ou áreas estratégicas e para diferentes cenários.
 - 3 Não foram estabelecidas simulações de resultados.
- 7** Qual característica da solução foi determinante para a tomada de decisão de escolha da alternativa? (1 resposta).
- 1 Melhor desempenho técnico.
 - 2 Maior proximidade com a estratégia da empresa.
 - 3 Melhor consistência de resultados em diferentes cenários.
- 8** Na opinião da equipe, qual (ou quais) áreas de conhecimento mais influenciou (ou influenciaram) o processo de análise e seleção de alternativas? (1 resposta).
- 1 Engenharia / *Design*.
 - 2 *Design* / *Marketing*.
 - 3 *Marketing* / Engenharia.
 - 4 Engenharia
 - 5 *Design*.
 - 6 *Marketing*.

APÊNDICE J

Questionário 3 Para os Estudos de Caso 1, 2 e 3

A aplicação deste questionário tem por objetivo a identificação do ambiente organizacional ao qual a empresa está inserida e do processo de decisão durante a etapa conceitual de desenvolvimento de produtos. O questionário é constituído de nove perguntas com resposta de múltipla escolha, focadas nas características da organização referentes ao negócio, tecnologia e inovação que estão diretamente relacionadas ao processo de desenvolvimento de produtos e conseqüentemente, na tomada de decisão mais importante relativa a esta etapa, i.e. a escolha de uma alternativa de solução com maior potencial de sucesso.

As perguntas de números 1, 2, 8 e 9 possibilitam até duas respostas. Para as perguntas de números 3, 4, 5, 6, e 7 apenas uma resposta deve ser apontada. Escolha aquela que mais se aproxima da realidade da empresa.

Sua colaboração para identificar as características do negócio referentes ao processo de desenvolvimento de produtos tem fundamental importância para estabelecer uma análise do comportamento do modelo acadêmico para seleção de alternativas.

Este questionário contém 9 perguntas.

1 Para a empresa, o desenvolvimento de produtos é associado a quais estratégias principais?
(Até 2 respostas).

- 1 Melhorias técnicas menores.
- 2 Diferenciação de produto.
- 3 Novos modelos de produtos estabelecidos.
- 4 Modificação de produtos e processos.
- 5 Tecnologia licenciada.
- 6 Nova geração de produtos estabelecidos.
- 7 Inovação no principal produto da empresa.
- 8 Inovação radical de processos ou sistemas da empresa.
- 9 Inovação radical de produtos.
- 10 Pesquisa fundamental.

(Continua).

Questionário 3 (continuação).

- 2** Quais as principais práticas tecnológicas adotadas pela empresa?
(Até 2 respostas).
- 1 Avaliar as diversas disponibilidades tecnológicas dentro da empresa em função do tipo de estratégia adotada para o produto.
 - 2 Atuar em mercados muito específicos e particulares.
 - 3 Manter as características originais do produto como padrão.
 - 4 Valorizar as rotinas e eficiência produtiva.
 - 5 Ajustar às flutuações que afetam as empresas de maior porte.
 - 6 Utilizar fontes de aquisição de conhecimento (e.g. *benchmarking*).
 - 7 Utilizar sistemas de apoio para redução de custos e vantagens organizacionais.
 - 8 Adquirir patentes secundárias.
 - 9 Incorporar avanços tecnológicos com custos inferiores para diferenciação dos produtos.
 - 10 Utilizar atividades de P&D para rápida resposta ou adaptação às ofensivas de concorrentes.
 - 11 Evitar a defasagem tecnológica.
 - 12 Importante utilização de sistema de patentes.
 - 13 Busca de um posicionamento de liderança no mercado.
- 3** Considerada a visão da empresa, qual a melhor definição de produto entre as quatro possibilidades apresentadas?
(1 resposta).
- 1 Um produto é um conjunto de atributos que atendem uma demanda de mercado.
 - 2 Um produto é um artefato resultante do processo organizacional.
 - 3 Um produto é uma complexa associação de componentes que interagem .
 - 4 Um produto é uma sequência de desenvolvimento ou passos de um processo de produção.
- 4** Qual a métrica típica de desempenho do produto em desenvolvimento poderia estar melhor ajustada a empresa?
(1 resposta).
- 1 "Ajuste com o mercado" - Participação de mercado; consumo; lucro.
 - 2 "Sucesso do projeto"- Não existem métricas específicas.
 - 3 "Desempenho"- Desempenho técnico; inovatividade; custos diretos.
 - 4 "Eficiência" - Custo total; nível de serviço; capacidade de utilização (ociosidade); padrão de qualidade.

(Continua).

Questionário 3 (continuação).

- 5** Geralmente, a decisão na seleção de conceitos de produtos é dependente de quais variáveis? (1 resposta).
- 1 Dependente do nível dos atributos do produto; preço.
 - 2 Dependente da estrutura da equipe de desenvolvimento.
 - 3 Dependente da forma, configuração, função, dimensões do produto, entre outras.
 - 4 Dependente do processo de desenvolvimento adotado, controle de cronogramas, pontos de diferenciação com outros produtos em processos de produção, entre outras.
- 6** Quais fatores poderiam ser considerados críticos para o sucesso do produto em desenvolvimento? (1 resposta).
- 1 Posicionamento do produto e preço; coleta e reunião das necessidades e desejos dos consumidores; entre outras.
 - 2 Alinhamento organizacional; características da equipe de desenvolvimento; entre outras.
 - 3 Concepção criativa; otimização da configuração e desempenho do produto; entre outras.
 - 4 Seleção de materiais e fornecedores; projeto de produção sequencial e gestão do projeto.
- 7** Qual é o método de seleção de alternativas na etapa conceitual de projeto que seria adequada a empresa? (1 resposta).
- 1 Seleção intuitiva de alternativas.
 - 2 Reuniões de revisão das alternativas.
 - 3 Matriz de avaliação (escala + ou -).
 - 4 Matriz de avaliação (escala numérica de valores).
 - 5 Listas de verificação (*checklists*).
 - 6 Assessoria especializada (consultorias).
 - 7 Votação.
 - 8 Outro método de seleção. Por favor, descreva.
-

(Continua).

Questionário 3 (continuação).

8 Em um processo final de seleção de um conceito de produto, quais aspectos poderiam ser mais relevantes? (Até 2 respostas).

- 1 Preenchimento dos requisitos do conceito.
- 2 Ajuste estratégico ao portfólio da empresa.
- 3 Potencial de mercado.
- 4 Ajuste à tecnologia de manufatura da empresa.
- 5 Análise financeira.
- 6 Comprometimento dos principais gestores com o conceito selecionado.
- 7 Informações suficientes sobre o conceito, para continuidade do projeto de desenvolvimento.
- 8 Efeito da seleção do conceito nos cronogramas, orçamentos, recursos entre outros.
- 9 Baixo nível de incertezas sobre as características do conceito.
- 10 Outros. Por favor, descreva.

9 Quais setores funcionais da empresa podem fazer parte da seleção do conceito de produto? (Até 2 respostas).

- 1 Equipe de desenvolvimento.
- 2 Gerência de P&D.
- 3 Gerência ou diretoria de P&D.
- 4 Marketing.
- 5 Quadro de revisão executiva.
- 6 Manufatura.
- 7 Informantes.
- 8 Financeiro.
- 9 Outros. Por favor, descreva.

APÊNDICE K

Tabelas de Conversão das Respostas dos Questionários do Estudo de Caso 1 em Valores

Tabela K.1 – Pontuação de conversão das respostas do questionário 1 da aplicação experimental.

Pergunta	Resposta	Pontuação	Pontuação máxima
1	1	0,50	$\Sigma 1,2 =$ 1,00
	2	0	
2	1 ou 4 (ou ambas)	0,25	
	2 ou 3 (ou ambas)	0,25	
	5	0	
3	1	1,00	1,00
	2 ou 3 (ou ambas)	0,50	
	4	0	
4	1 a 6 (uma ou mais)	1,00	1,00
	7	0	
	8	1,00	

Tabela K.2 – Pontuação de conversão das respostas do questionário 2 (A e B), parte 1, da aplicação experimental.

Pergunta	Resposta	Pontuação	Pontuação máxima
1	1	1,00	1,00
	2	0,50	
	3	0	
2	1	0,125	1- Σ pontuação
	2	0,125	
	3	0,125	
	4	0,125	
	5	0,125	
	6	0,125	
	7	0,125	
	8	0,125	
	9	1,00	1,00
3	1,00		
3	1	1,00	1,00
	2	0,50	
	3	0,50	
	4	0	

(continua)

Tabela K.2 – Pontuação de conversão das respostas do questionário 2 (A e B), parte 1, da aplicação experimental (continuação).

Pergunta	Resposta	Pontuação	Pontuação máxima
4	1	0,50	1,00
	2	0,50	
	3	1,00	
	4	0	
5	1	1,00	1,00
	2	0,50	
	3	0,50	
	4	0	
6	1	0,50	1,00
	2	0,25	
	3	0,25	
	4	1,00	
	5	0	
7	1	1,00	1,00
	2	1,00	
	3	0	
8	1	0,50	1,00
	2	1,00	
	3	0	
9	1	1,00	1,00
	2	0,50	
	3	0,50	
	4	0,50	
10	1	0,50	1,00
	2	0	
	3	1,00	

Tabela K.3 - Pontuação de conversão das respostas do questionário 2, parte 2, para as perguntas 1 e 2.

Pergunta	Resposta	Empresa ABC	Empresa XYZ	Pontuação máxima
1 e 2	1	1	0	1,00
	2	0	1	
	3	0	0	
	4	0,50	0	
	5	0	0,50	

Tabela K.4 - Pontuação de conversão das respostas do questionário 2, parte 2, para a pergunta 3.

Pergunta	Resposta	Empresa ABC	Empresa XYZ	Pontuação máxima
3	1	0,50	1,00	1,00
	2	1,00	0,50	
	3	1,00	0	
	4	0	1,00	
	5	0	0	
	6	0	0	
	7	0	0	

Tabela K.5 - Pontuação de conversão das respostas do questionário 2 – parte 2, para a pergunta 5.

Pergunta	Resposta	Empresa ABC	Empresa XYZ	Pontuação máxima
5	1	1,00	1,00	1,00
	2	1,00	0	
	3	1,00	0	
	4	0	1,00	
	5	0	1,00	
	6	0	0	

Tabela K.6 – Pontuação de conversão das respostas do questionário 2 – parte 2, da aplicação experimental, para as perguntas 4, 6, 7 e 8.

Pergunta	Resposta	Pontuação	Pontuação máxima
4	1	0	1,00
	2	0	
	3	0,50	
	4	0,50	
	5	1,00	
6	1	0,50	1,00
	2	1,00	
	3	0	
7	1	0	1,00
	2	0,50	
	3	1,00	

(Continua).

Tabela K.6 – Pontuação de conversão das respostas do questionário 2 – parte 2, da aplicação experimental, para as perguntas 4, 6, 7 e 8 (continuação).

Pergunta	Resposta	Pontuação	Pontuação máxima
8	1	1,00	1,00
	2	1,00	
	3	1,00	
	4	0,50	
	5	0,50	
	6	0,50	

Tabela K.7 – Caracterização das respostas do questionário 3, pergunta 1.

Caracterização	Resposta
Pouquíssima incerteza	1
	2
	3
Pouca incerteza	4
	5
Incerteza moderada	6
Alto grau de incerteza	7
Altíssimo grau de incerteza	8
	9
Incerteza verdadeira	10

Tabela K.8 – Caracterização das respostas do questionário 3, pergunta 2.

Caracterização	Resposta
Oportunista	1
	2
Tradicional	3
Dependente	4
	5
Imitadora	6
	7
	8
Defensiva	9
	10
	11
Ofensiva	12
	13

Tabela K.9 – Pontuação de conversão das respostas do questionário 3, perguntas 3 a 6.

Pergunta	Resposta	Pontuação	Conversão em valores
3 a 6	1	1,00	$\text{Conversão} = \frac{18 - \left(\sum_{q=1}^4 [Q_q - 3] \right)}{18}$
	2	2,00	
	3	3,00	
	4	4,00	

APÊNDICE L

Respostas do Caso 1 Convertidas em Valores

Quadro L.1 – Respostas do questionário 1 convertidas em valores.

Participante	Área de conhecimento	Valor convertido				Total convertido
		Pergunta				
		1	2	3	4	
1	Mercado	0,50	0,25	1,00	1,00	2,75
2	Mercado	0,50	0,25	1,00	1,00	2,75
3	Engenharia	0,50	0,25	0,50	1,00	2,25
4	Desenho	0,50	0,25	0,50	1,00	2,25
5	Mercado	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
6	Desenho	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
7	Desenho	0,50	0,25	0,50	1,00	2,25
8	Desenho	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
9	Engenharia	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
10	Mercado	0,50	0,25	1,00	1,00	2,75
11	Mercado	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
12	Mercado	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
13	Engenharia	0,50	0,25	0,50	1,00	2,25
14	Engenharia	0,50	0,25	0,50	1,00	2,25
15	Mercado	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
16	Engenharia	0,50	0,25	1,00	1,00	2,75
17	Desenho	0,50	0,25	1,00	1,00	2,75
18	Desenho	0,50	0,25	0,50	1,00	2,25
19	Engenharia	0,50	0,25	0,00	1,00	1,75
20	Engenharia	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00

Quadro L.2 – Resultados do questionário 2 (A e B), parte 1, convertidos em valores.

Participante	Equipe	Pergunta										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	1A	1	0,75	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0	0,5	1	4
12		1	0,875	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0,5	1	4
17		1	0,875	0,5	0,5	0	0,5	1	1	0,5	0	4
13	1B	1	0,75	0	0,5	0	0	0	0	1	0	4
2		1	0,75	0	0	0	0,5	0	0	1	0,5	4
6		1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	4
19	1C	1	1	1	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	1	4
5		1	1	1	0,5	0,5	1	1	0,5	1	1	4
7		1	0,875	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	4
14	2A	1	1	1	1	0,5	1	0	0,5	0,5	1	-
15		1	1	1	1	0,5	1	1	0,5	1	1	-
18		1	1	1	1	0,5	1	0	0,5	0,5	1	-
20	2B	0,5	0,875	0,5	0,5	0,5	0,25	1	1	0,5	1	-
11		1	0,75	1	0,5	0,5	0,25	1	0,5	0,5	0,5	-
8		0,5	0,75	1	1	0,5	0,25	0	0,5	0,5	0,5	-
9	2C	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	0	-
1		0,5	0,75	1	1	0,5	1	1	1	1	0,5	-
16	3	0,5	0,875	1	0	1	1	0	0	1	0,5	-
10		1	0,75	1	0	0,5	1	0	0	1	1	-
4		0,5	0,75	1	1	0,5	1	0	0	1	1	-

Quadro L.3 – Resultados do questionário 2, parte 2, convertidos em valores.

Participante	Equipe	Pergunta							
		1	2	3	4	5	6	7	8
3	1A	1	0,5	0,5	0,5	1	0	0	1
12									
17									
13	1B	0,5	1	0,5	1	1	1	0	1
2									
6									
19	1C	1	0	1	0	0	0,5	0	1
5									
7									
14	2A	0,5	0	0	1	0	0	1	1
15									
18									
20	2B	0,5	1	0,5	1	1	0	0	1
11									
8									
9	2C	0	1	1	1	1	0,5	0,5	1
1									
16	3	0,5	0,5	1	1	0	1	0	1
10									
4									

Quadro L.4 – Resultados do questionário 3, perguntas 1 a 6, convertidos em valores.

Participante	Equipe	Pergunta							
		1	2	3	4	5	6		
3	1A	2	6	1	4	1	1	2	3
12		2	3	2	13	1	4	1	1
17		4	6	7	10	1	4	3	3
13	1B	2	4	6	11	1	1	4	1
2		4	9	4	7	2	4	4	4
6		4	6	1	7	3	4	4	1
19	1C	7	9	10	13	1	1	1	1
5		2	7	2	9	1	4	4	1
7		1	6	1	7	1	3	4	1
14	2A	3	6	2	3	1	1	4	3
15		2	6	2	10	1	1	4	1
18		6		2		1	1	3	3
20	2B	3	5	1	4	4	1	2	3
11		4		1	4	1	4	4	4
8		4	5	2		2	4	3	4
9	2C	2	6	2	3	1	1	2	1
1		2	10	6	10	1	1	2	2
16	3	4	6	2	7	2	2	1	1
10		4	6	1	11	1	1	3	1
4		1	5	2	7	1	3	2	4

Quadro L.5 – Resultados convertidos em valores, correlacionados à variável independente A.

Participante	Equipe	Pergunta							
		Questionário 2, parte 1				Questionário 2, parte 2			
		3 (média)	5(média)	7(média)	média	1	2	3	média
3	1A	0,5	0,17	0,67	0,45	1	0,5	0,5	0,67
12									
17									
13	1B	0,33	0,17	0,33	0,28	0,5	1	0,5	0,67
2									
6									
19	1C	0,83	0,5	1	0,78	1	0	1	0,67
5									
7									
14	2A	1	0,5	0,33	0,61	0,5	0	0	0,17
15									
18									
20	2B	0,83	0,5	0,67	0,67	0,5	1	0,5	0,67
11									
8									
9	2C	1	0,5	1	0,83	0	1	1	0,67
1									
16	3	1	0,67	0	0,56	0,5	0,5	1	0,67
10									
4									

Quadro L.6 – Resultados convertidos em valores, correlacionados à variável independente B.

Participante	Equipe	Pergunta					
		Questionário 2, parte 1					Q 2, parte 2
		1 (média)	4(média)	6(média)	9(média)	média	4
3	1A	1,00	0,50	0,50	0,50	0,63	0,50
12							
17							
13	1B	1,00	0,33	0,75	1,00	0,77	1,00
2							
6							
19	1C	1,00	0,50	0,83	0,67	0,75	0,00
5							
7							
14	2A	1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00
15							
18							
20	2B	0,67	0,67	0,25	0,50	0,52	1,00
11							
8							
9	2C	0,75	0,75	1,00	1,00	0,88	1,00
1							
16	3	0,67	0,33	1,00	1,00	0,75	1,00
10							
4							

Quadro L.7 – Resultados convertidos em valores, correlacionados à variável independente C.

Participante	Equipe	Pergunta												
		Questionário 2, parte 1					Q 2, parte 2	Questionário 3				conversão		
		3 (média)	6(média)	9(média)	10(média)	média		3	4	5	6			
3	1A	0,50	0,50	0,50	0,67	0,54	0,50	6	1	3	2	0,67		
12		1B	0,33	0,50	1,00	0,33	0,54	1,00	4	1	1		6	0,56
17			1C	0,87	0,87	0,67	1,00	0,85	0,00	8	0		1	
13	2A			1,00	1,00	0,67	1,00	0,92	1,00	7	0	3	2	
2		2B		0,87	0,25	0,50	0,67	0,57	1,00	2	2	2	6	0,67
6			2C	1,00	1,00	1,00	0,25	0,81	1,00	5	3	0	0	
19	3			1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	
5		3		1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	0,67
7			3	1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	
14	3			1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	
15		3		1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	0,67
18			3	1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	
20	3			1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	
11		3		1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	0,67
8			3	1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	
9	3			1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	
1		3		1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	0,67
16			3	1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	
10	3			1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	
4		3		1,00	1,00	1,00	0,67	0,92	1,00	6	3	2	1	0,67

Quadro L.8 – Resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente D.

Participante	Equipe	Pergunta						
		Questionário 2, parte 1					Q 2, parte 2	
		2 (média)	5 (média)	6 (média)	7 (média)	média		
3	1A	0,83	0,17	0,50	0,67	0,54	0,50	
12		1B	0,83	0,33	0,50	0,33	0,50	1,00
17			1C	0,96	0,83	0,50	1,00	0,82
13	2A			1,00	1,00	0,50	0,67	0,79
2		2B		0,83	0,83	0,50	0,67	0,71
6			2C	0,88	1,00	0,50	1,00	0,85
19	3			0,79	1,00	0,67	0,00	0,62
5		3		0,79	1,00	0,67	0,00	0,62
7			3	0,79	1,00	0,67	0,00	0,62
14	3			0,79	1,00	0,67	0,00	0,62
15		3		0,79	1,00	0,67	0,00	0,62
18			3	0,79	1,00	0,67	0,00	0,62
20	3			0,79	1,00	0,67	0,00	0,62
11		3		0,79	1,00	0,67	0,00	0,62
8			3	0,79	1,00	0,67	0,00	0,62
9	3			0,79	1,00	0,67	0,00	0,62
1		3		0,79	1,00	0,67	0,00	0,62
16			3	0,79	1,00	0,67	0,00	0,62
10	3			0,79	1,00	0,67	0,00	0,62
4		3		0,79	1,00	0,67	0,00	0,62

Quadro L.9 – Resultados convertidos em valores, correlacionados a variável independente E.

Participante	Equipe	Pergunta							
		Questionário 2, parte 1			Questionário 2, parte 2				
		8 (média)	9 (média)	média	3	6	7	8	média
3	1A	0,33	0,50	0,42	0,50	0,00	0,00	1,00	0,38
12									
17									
13	1B	0,33	1,00	0,67	0,50	1,00	0,00	1,00	0,63
2									
6									
19	1C	0,50	0,67	0,59	1,00	0,50	0,00	1,00	0,63
5									
7									
14	2A	0,50	0,67	0,59	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
15									
18									
20	2B	0,67	0,50	0,59	0,50	0,00	0,00	1,00	0,38
11									
8									
9	2C	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	0,75
1									
16									
10	3	0,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,00	1,00	0,75
4									

APÊNDICE M

Tabelas de Contrastes e Interações do Estudo de Caso 1

Tabela M.1 – Tabela de contrastes para delineamento da aplicação experimental.

Experimento (Equipe)	Tratamento	Variável Independente				
		A	B	C	D	E
1A	A ₀ B ₀ C ₀ D ₀ E ₀	0,56	0,57	0,56	0,52	0,40
1B	A ₁ B ₀ C ₀ D ₀ E ₀	0,48	0,89	0,78	0,75	0,65
1C	A ₀ B ₀ C ₀ D ₀ E ₁	0,73	0,38	0,33	0,41	0,61
2A	A ₁ B ₁ C ₀ D ₁ E ₀	0,39	0,96	0,88	0,90	0,55
2B	A ₀ B ₁ C ₀ D ₁ E ₀	0,67	0,76	0,92	0,86	0,49
2C	A ₁ B ₁ C ₀ D ₁ E ₁	0,75	0,94	0,84	0,93	0,88
3	A ₁ B ₁ C ₁ D ₁ E ₁	0,62	0,88	0,92	0,81	0,63
Efeito principal		0,36	0,58	0,59	0,52	0,48

Tabela M.2 – Tabela de interações para delineamento da aplicação experimental.

Experimento (Equipe)	Interações entre variáveis independentes									
	AB	AC	AD	AE	BC	BD	BE	CD	CE	DE
1A	0,57	0,56	0,55	0,49	0,56	0,55	0,49	0,54	0,48	0,46
1B	0,69	0,63	0,62	0,57	0,83	0,82	0,77	0,77	0,72	0,71
1C	0,56	0,53	0,57	0,67	0,35	0,40	0,50	0,37	0,47	0,53
2A	0,68	0,64	0,65	0,47	0,92	0,93	0,76	0,89	0,72	0,72
2B	0,72	0,80	0,77	0,58	0,84	0,81	0,63	0,89	0,71	0,67
2C	0,85	0,80	0,84	0,82	0,89	0,94	0,91	0,88	0,86	0,91
3	0,75	0,77	0,72	0,62	0,90	0,85	0,76	0,87	0,78	0,72
Efeito principal	0,29	0,27	0,29	0,35	0,57	0,54	0,42	0,52	0,39	0,45

(Continua)

Tabela M.2 – Tabela de interações para delineamento da aplicação experimental (continuação).

Experimento (Equipe)	ABC	ABD	ABE	BCD	BCE	CDE	ABCD	ABCE	BCDE	ABCDE
1A	0,56	0,55	0,51	0,55	0,51	0,49	0,55	0,52	0,51	0,52
1B	0,72	0,71	0,86	0,81	0,77	0,73	0,73	0,70	0,77	0,71
1C	0,48	0,51	0,57	0,37	0,44	0,45	0,46	0,51	0,43	0,49
2A	0,74	0,75	0,63	0,91	0,80	0,78	0,78	0,70	0,82	0,74
2B	0,78	0,76	0,64	0,85	0,72	0,76	0,80	0,71	0,76	0,74
2C	0,84	0,87	0,86	0,90	0,89	0,88	0,87	0,83	0,90	0,87
3	0,81	0,77	0,71	0,87	0,81	0,79	0,81	0,76	0,81	0,77
Efeito principal	0,36	0,36	0,35	0,54	0,45	0,43	0,41	0,32	0,47	0,38

APÊNDICE N

Diagrama do Critério Adicional do Estudo de Caso 2, sob o Contexto da “Empresa ABC”

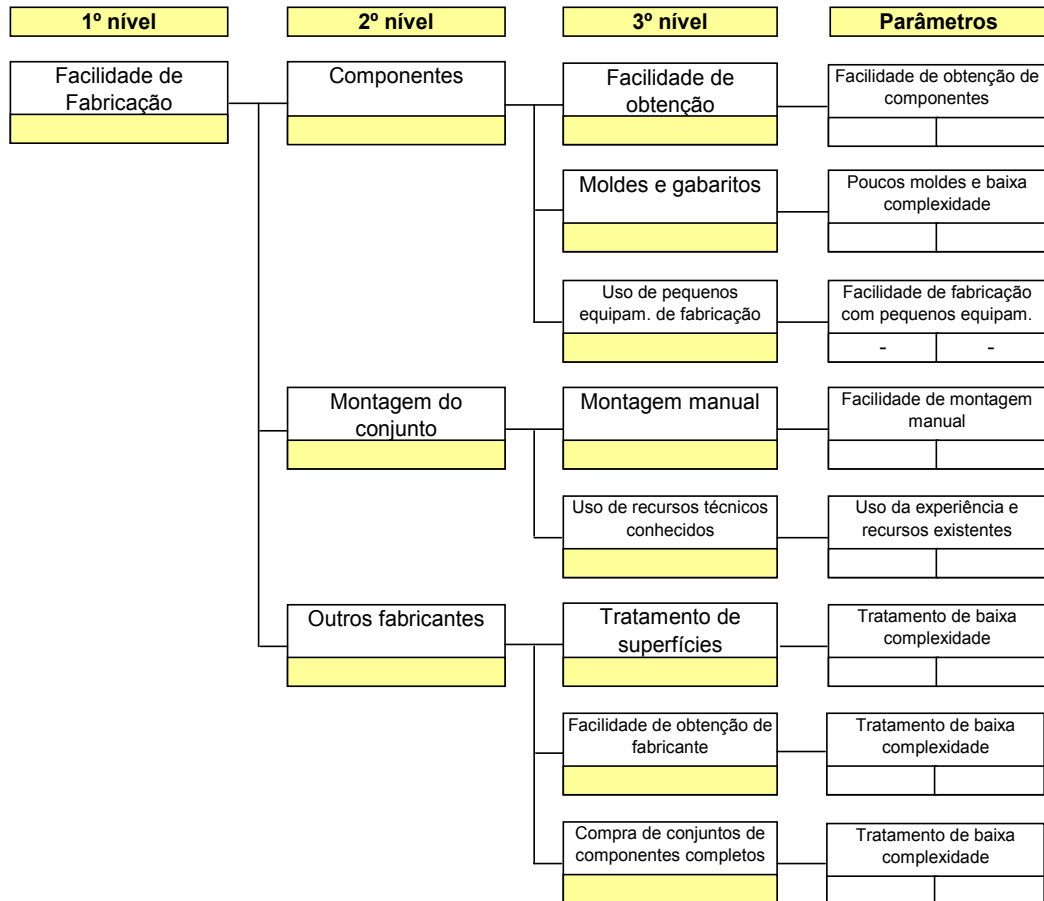


Figura N.1 – Diagrama de critérios do critério adicional C₆ estabelecido pelos participantes da segunda aplicação experimental, sob o contexto da “empresa ABC”.

APÊNDICE O

Diagramas de Critérios Adicionais do Estudo de Caso 2, sob o Contexto da “Empresa XYZ”

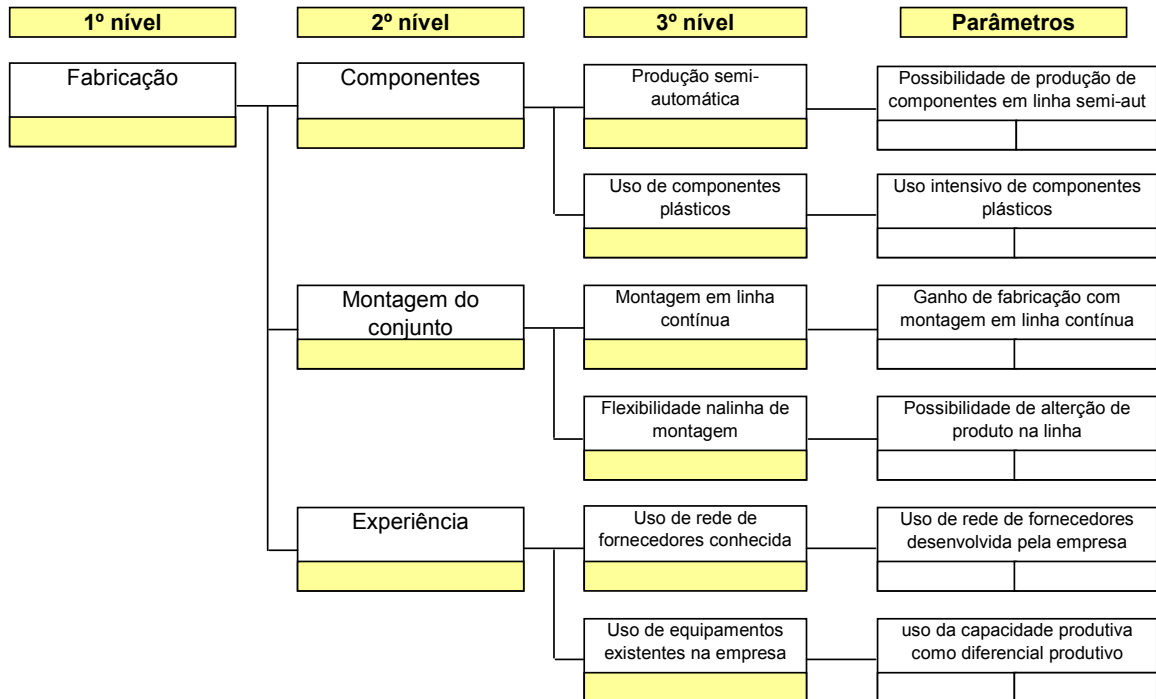


Figura O.1 - Diagrama de critérios do critério adicional C₆ estabelecido pelos participantes da segunda aplicação experimental, sob o contexto da “empresa XYZ”.

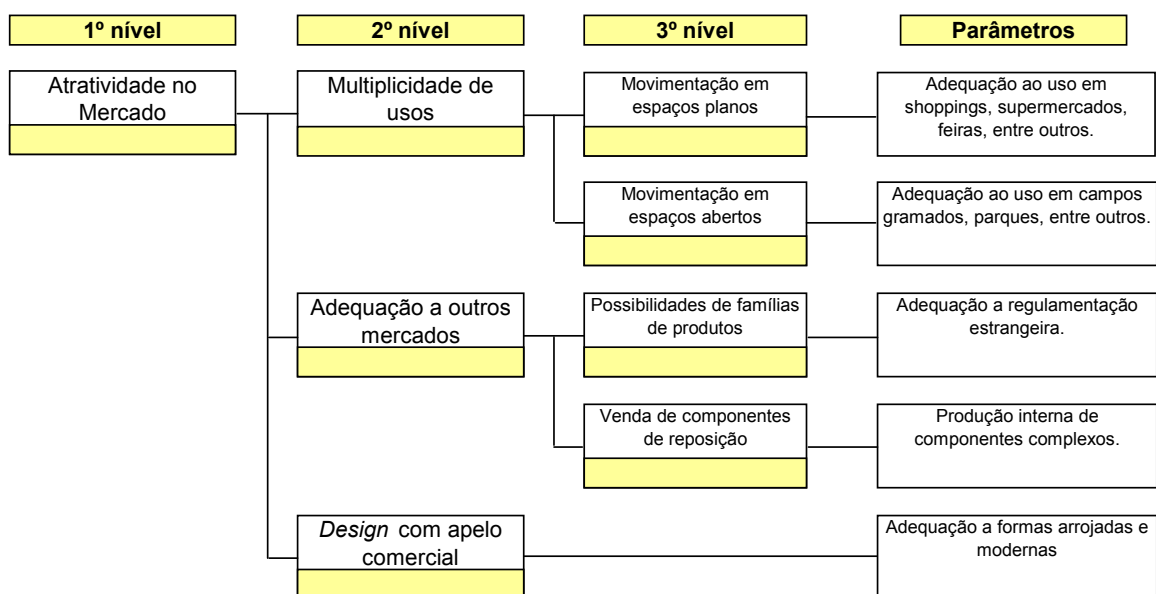


Figura O.2 - Diagrama de critérios do critério adicional C₇ estabelecido pelos participantes da segunda aplicação experimental, para o contexto da “empresa XYZ”.

APÊNDICE P

Representações Gráficas das Respostas das Perguntas 1 e 2 do Questionário 3 para o Estudo de Caso 1

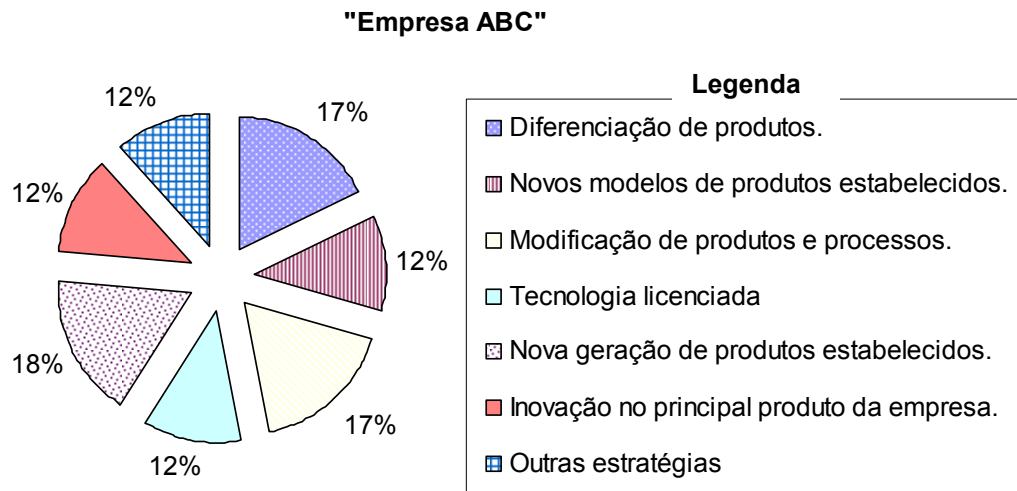


Figura P.1 – Representação gráfica das respostas referentes à pergunta 1 (Identificação das principais estratégias da “empresa ABC”) do questionário 3, para o estudo de caso 1.

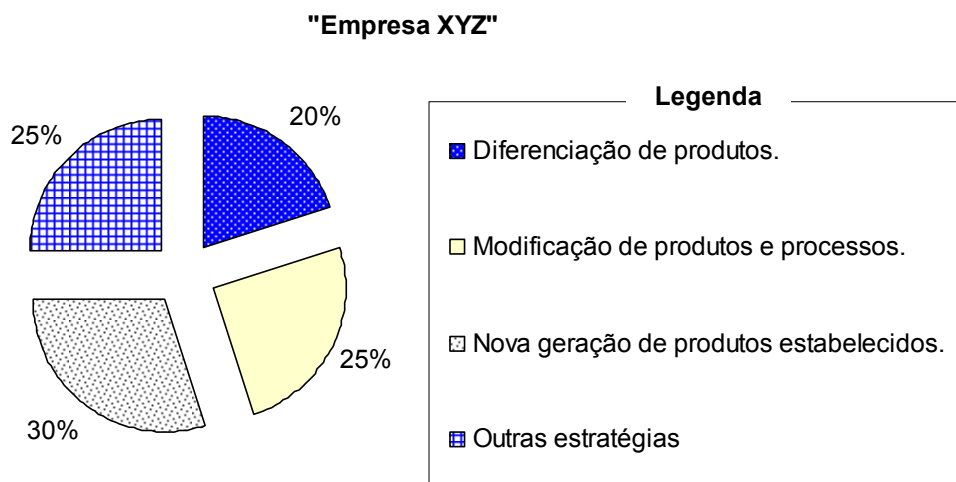
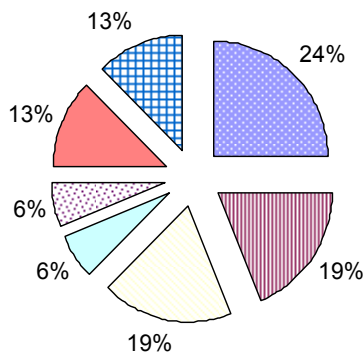


Figura P.2 – Representação gráfica das respostas referentes à pergunta 1 (Identificação das principais estratégias da “empresa XYZ”) do questionário 3, para o estudo de caso 1.

"Empresa ABC"

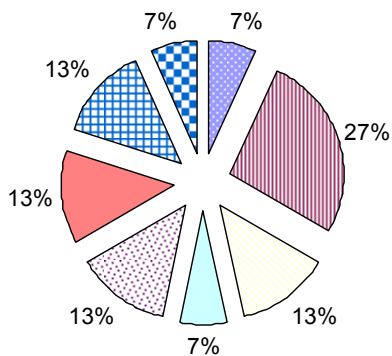


Legenda

- Avaliar as possibilidades tecnológicas dentro da empresa.
- Atuar em mercados muito específicos e particulares.
- Valorizar as rotinas e eficiência produtiva.
- Utilizar sistemas para redução de custos.
- Incorporar avanços tecnológicos com custos inferiores.
- Utilizar atividades de P&D para respostas rápidas.
- Busca de um posicionamento de liderança de mercado.

Figura P.3 – Representação gráfica das respostas referentes à pergunta 2 (Identificação das principais práticas tecnológicas da “empresa ABC”) do questionário 3, para o estudo de caso 1.

"Empresa XYZ"



Legenda

- Avaliar as possibilidades tecnológicas dentro da empresa.
- Atuar em mercados muito específicos e particulares.
- Manter as características originais do produto como padrão.
- Valorizar as rotinas e eficiência produtiva.
- Utilizar fontes de aquisição de conhecimento.
- Utilizar sistemas para redução de custos.
- Utilizar atividades de P&D para respostas rápidas.
- Evitar a defasagem tecnológica.

Figura P.4 – Representação gráfica das respostas referentes à pergunta 2 (Identificação das principais práticas tecnológicas da “empresa XYZ”) do questionário 3, para o estudo de caso 1.

APÊNDICE Q

Respostas das Perguntas 7, 8 e 9 do Questionário 3 para o Estudo de Caso 1

Quadro Q.1 – Números representativos das respostas para as perguntas 7, 8 e 9 do questionário 3, para cada participante do estudo de caso 1.

Participante	Área de conhecimento	Pergunta				
		7	8		9	
1	Mercado	5	3	4	1	4
2	Mercado	2	1	4	1	4
3	Engenharia	4	3	4	1	4
4	Desenho	3	2	9	1	3
5	Mercado	6	4	9	1	4
6	Desenho	6	4	8	1	4
7	Desenho	5	1	4	1	4
8	Desenho	6	3	8	1	4
9	Engenharia	2	3	4	1	3
10	Mercado	4	3	4	3	4
11	Mercado	4	1	5	2	5
12	Mercado	4	3	5	3	6
13	Engenharia	7	1	3	1	4
14	Engenharia	4	4	7	1	6
15	Mercado	2	3	8	4	8
16	Engenharia	1	3	5	1	4
17	Desenho	5	1	4	1	6
18	Desenho	4	3	7	1	8
19	Engenharia	5	4	9	1	6
20	Engenharia	4	7	9	1	8

APÊNDICE R

Representações Gráficas das Respostas das Perguntas 7, 8 e 9 do Questionário 3 para o Estudo de Caso 1

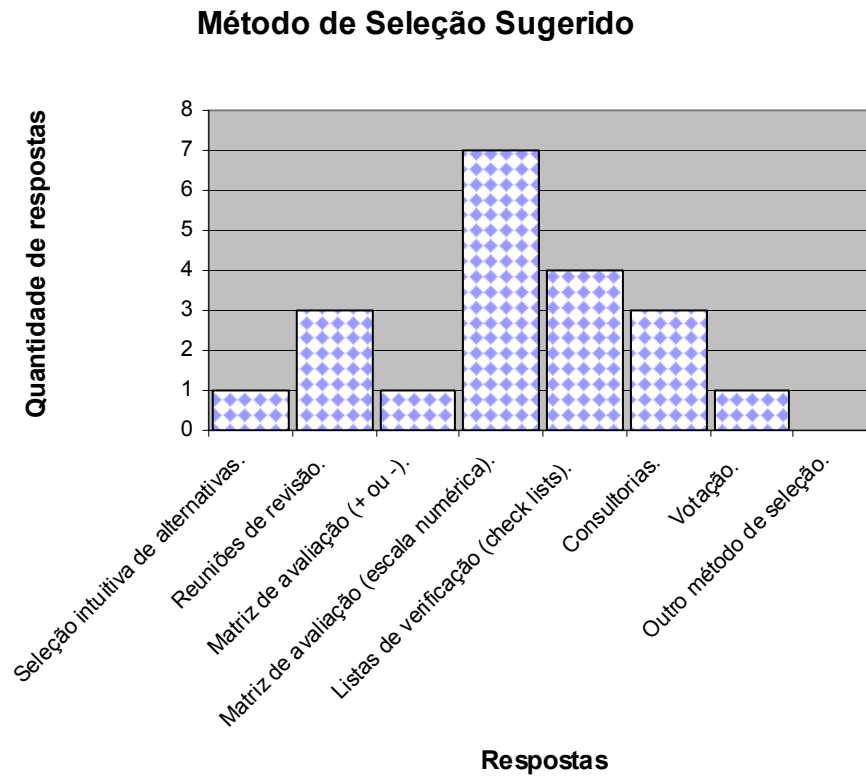
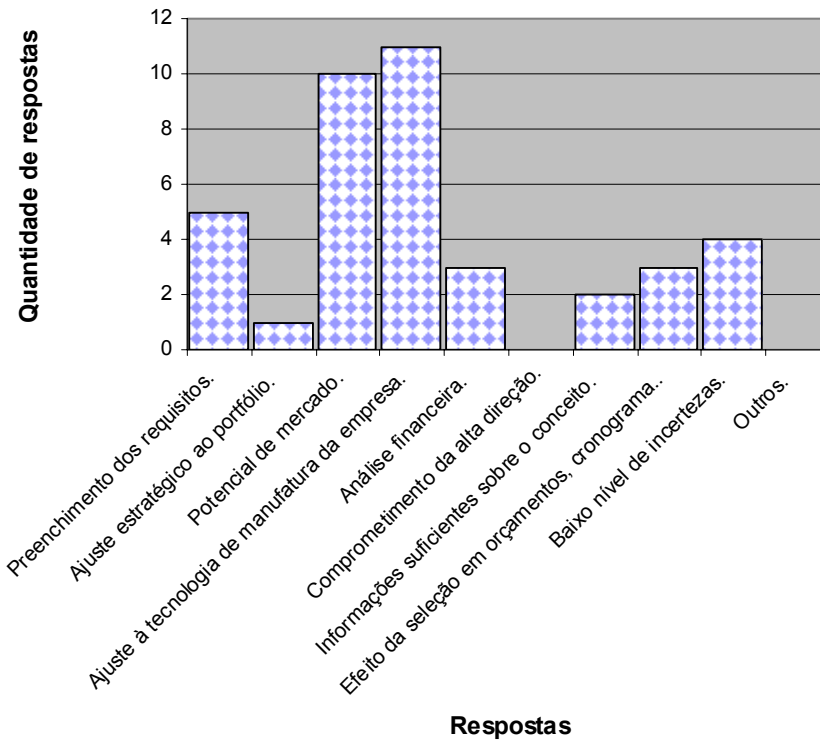


Figura R.1 – Quantidade de respostas para a pergunta 7 (“Qual o método de seleção de alternativas que poderia ser adequado à empresa do experimento?”) do questionário 3 para o estudo de caso 1.

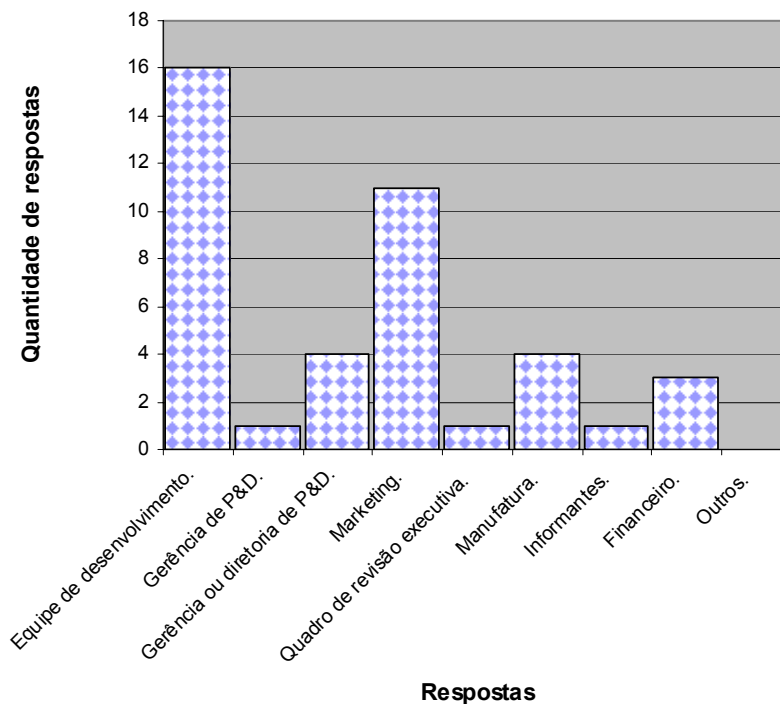
Aspectos Relevantes no Processo de Seleção



Respostas

Figura R.2 – Quantidade de respostas para a pergunta 8 (“Em um processo final de seleção de um conceito de produto, quais aspectos poderiam ser mais relevantes?”) do questionário 3 para o estudo de caso 1.

Setores Funcionais no Processo de Seleção



Respostas

Figura R.3 – Quantidade de respostas para a pergunta 9 (“Quais setores funcionais da empresa podem fazer parte da seleção do conceito de produto?”) do questionário 3 para o estudo de caso 1.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)