

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
E DE MATERIAIS - PPGEM**

JULIANE DE BASSI PADILHA

**IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE INOVAÇÃO EM
ALTERNATIVAS CONCEITUAIS: UMA ABORDAGEM CONDUZIDA
MEDIANTE AMPLIAÇÃO DA FERRAMENTA API_PC**

CURITIBA

2017

JULIANE DE BASSI PADILHA

**IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE INOVAÇÃO EM
ALTERNATIVAS CONCEITUAIS: UMA ABORDAGEM CONDUZIDA
MEDIANTE AMPLIAÇÃO DA FERRAMENTA API_PC**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito para obtenção do título de “Doutora em Engenharia” – Área de Concentração: Engenharia de Manufatura.

Orientador: Prof. Paulo André de Camargo Beltrão, Ph.D.

Co-orientador: Prof. Carlos Cziulik, Ph.D.

CURITIBA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

P123i Padilha, Juliane de Bassi
2017 Identificação do potencial de inovação em alternativas
conceituais : uma abordagem conduzida mediante ampliação
da ferramenta API_PC / Juliane de Bassi Padilha.-- 2017.
235 f.: il.; 30 cm.

Disponível também via World Wide Web
Texto em português, com resumo em inglês
Tese (Doutorado) - Universidade Tecnológica Federal
do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia
Mecânica e de Materiais, Curitiba, 2017.
Bibliografia: p. 189-196

1. Produtos novos. 2. Projetos - Avaliação. 3. Processos
de fabricação. 4. Inovação auxiliada por computador.
5. Engenharia mecânica - Dissertações. I. Beltrão,
Paulo André de Camargo, orient. II. Cziulik, Carlos, coorient.
III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais. IV.
Titulo.

CDD: Ed. 22 -- 620.1



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação

TERMO DE APROVAÇÃO DE TESE Nº 08

A Tese de Doutorado intitulada: **Identificação do Potencial de Inovação em Alternativas Conceituais: Uma Abordagem Conduzida Mediante Ampliação da Ferramenta API_PC**, defendida em sessão pública pela Candidata **Juliane de Bassi Padilha**, no dia 25 de agosto de 2017, foi julgada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia, área de concentração: Engenharia de Manufatura, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais – PPGEM.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Paulo André de Camargo Beltrão- Presidente - Ph.D. - UTFPR

Prof^ª. Dr^ª. Carla Cristina Amodio Estorilio - UTFPR

Prof. Carlos Cziulik, Ph.D. - UTFPR

Prof. Dr. Gilberto Branco - UTFPR

Prof^ª. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto - PhD. – UFPR

Prof. Dr. Dalton Luiz Razera – UFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, 25 de agosto de 2017.

Carimbo e assinatura do Coordenador do Programa

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, grande Pai, presente em todos os momentos da minha vida. Nos momentos de calma e nas maiores tempestades nunca me abandonou. É, sem dúvida, a Essência do meu viver.

Ao meu esposo Paulo, pela compreensão nas eventuais ausências, pela cumplicidade, paciência e incentivo, os quais foram fundamentais para a realização e conclusão deste trabalho. Aos meus amores Ana Luisa e Samuel que me deram o melhor dos títulos - o de mãe.

Aos meus pais Elizete e Edinê (*in memoriam*) que sempre me incentivaram e estiveram ao meu lado. À minha irmã e grande amiga Ana Caroline, pelo encorajamento e pelas longas conversas e troca de experiências. Mesmo sendo pesquisadoras de áreas distintas, sempre tivemos muito para compartilhar.

Ao meu orientador, professor Paulo André de Camargo Beltrão Ph.D., por aceitar a continuação da orientação deste trabalho. Ao professor Carlos Cziulik Ph.D., pelo incentivo, apoio e parceria. Agradeço pela amizade, competência e direcionamento que foi dado ao longo deste trabalho.

A todos os meus colegas de Doutorado, em especial à André Moscheto e Josmael Kampa, pela amizade, companheirismo e aprendizado. Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais da UTFPR que muito contribuiu para que eu pudesse obter novos conhecimentos no campo de desenvolvimento de produto.

À UTFPR pela disponibilização de tempo para que eu pudesse concluir a presente tese. À Tec Design, em especial ao *designer* Fabio Fernandes, por autorizar o uso das alternativas conceituais aplicadas no experimento de validação deste trabalho.

A todos os profissionais e estudantes que se dispuseram a responder os questionamentos levantados nesta investigação, seja no instrumento de coleta de dados, seja na validação deste estudo.

"Ninguém acende uma candeia e a coloca em lugar onde fique escondida ou debaixo de uma vasilha. Pelo contrário, coloca-a no lugar apropriado, para que os que entram possam ver a luz".

Lucas, 11:33

RESUMO

PADILHA, Juliane de Bassi. **Identificação do potencial de inovação em alternativas conceituais: uma abordagem conduzida mediante ampliação da ferramenta API_PC**. 2017. 235 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pósgraduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

O grau de competitividade dos produtos, o encurtamento do seu ciclo de vida e o acesso a informação por parte do consumidor, compõem um cenário no qual o desenvolvimento de produtos diferenciados se faz necessário. Entretanto, para que isso ocorra é preciso haver um processo sistematizado e orientado para a inovação, quando da criação de produtos. O Projeto Conceitual constitui uma etapa, dentro do PDP (Processo de Desenvolvimento de Produto), na qual são estabelecidas muitas das decisões que nortearão o desenvolvimento do produto. Portanto, tem-se nesta fase um campo fértil para o planejamento da inovação. Neste contexto, desenvolver abordagens que auxiliem na seleção de alternativas conceituais permite que a inovação possa ser assimilada nas fases iniciais do PDP. A literatura aponta para a existência de métodos que auxiliam o processo de seleção de conceitos. Entre eles, a Ferramenta API_PC (Avaliação do Potencial de Inovação no Projeto Conceitual) apresenta critérios e subcritérios orientados para a seleção de uma concepção com maior potencial inovador na etapa do Projeto Conceitual. Neste contexto, foi identificada a oportunidade de ampliar os critérios/ subcritérios existentes na ferramenta, bem como atribuir novas valorações, de modo a robustecê-la. Desta forma, a presente pesquisa produziu um novo mapeamento dos elementos indutores de inovação a partir de dados obtidos pela revisão de literatura juntamente com uma análise reversa de quatro produtos considerados inovadores (analogamente a da Ferramenta API_PC). Feito isso, novas valorações foram estabelecidas por meio de um instrumento de coleta de dados aplicado a projetistas e estudantes. Na sequência, foi conduzido um experimento, em ambiente controlado, no qual foram avaliadas as alternativas conceituais de um produto presente no mercado. A avaliação foi realizada por sete grupos, compostos por profissionais e estudantes, dos quais quatro utilizaram a ferramenta proposta e três não a utilizaram. A partir de três pressupostos: i) utilização; ii) compreensão; e iii) seleção foi conduzida uma análise comparativa entre os grupos bem como a aplicação de um questionário individual *a posteriori*. Portanto, foi possível reconhecer a percepção conjunta e individual da tarefa proposta. A expansão da Ferramenta API_PC permitiu o desenvolvimento de um mecanismo robusto que de forma consistente auxilia a equipe de projeto na avaliação e identificação da alternativa conceitual com maior potencial inovador.

Palavras-chave: Desenvolvimento de Produtos; Seleção de Alternativas Conceituais; Potencial Inovador.

ABSTRACT

PADILHA, Juliane de Bassi. **Identification of the innovation potential in conceptual alternatives: an approach conducted by expanding the API_PC tool.** 2017. 235 f. Thesis (Doctor in Engineering) – Graduate Program in Mechanical and Material Engineering, Federal Technological University of Parana, Curitiba, Curitiba, 2017.

The degree of competitiveness of the products, the shortening of their life cycle and the access to information by the consumer, constitute a scenario in which the development of differentiated products becomes necessary. However, for this to happen, there must be a systematized and innovation-oriented process when creating products. The Conceptual Project is a step, within the PDP (Product Development Process), in which many of the decisions that guide the development of the product are established. Therefore, this stage has a fertile field for innovation planning. In this context, developing approaches that help in the selection of conceptual alternatives allows the innovation to be assimilated in the initial phases of the PDP. The literature points to the existence of methods that help the process of concept selection. Among them, the API_PC Tool (Evaluation of Innovation Potential in the Conceptual Project) presents criteria and subcriteria oriented to the selection of a conception with greater innovative potential in the Conceptual Project stage. In this context, the opportunity to expand the criteria / subcriteria in the tool was identified, as well as to attribute new valuations, in order to strengthen it. In this way, the present research sought to conduct a new mapping of the elements inducing innovation from data obtained by the literature review along with a reverse analysis of four products considered innovative (similarly to the API_PC Tool). Once this step was concluded, new assessments of these criteria were established through a data collection instrument applied to designers and students. An experiment was conducted in a controlled environment in which the conceptual alternatives of a product on the market were evaluated. The evaluation was performed by seven groups, composed of professionals and students, of whom four used the proposed tool and three did not use it. Based on three assumptions: i) utilization; ii) understanding; and iii) selection was conducted a comparative analysis between the groups as well as the application of an individual questionnaire “a posteriori”. Therefore, it was possible to recognize the joint and individual perception of the proposed task. The expansion of the API_PC Tool allowed the development of a robust mechanism that consistently assists the project team in the evaluation and identification of the conceptual alternative with greater innovative potential.

Key words: Product Development; Selection of Conceptual Alternatives; Innovative Potential.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Matriz de inovação e melhoria	25
Figura 2 - As 12 dimensões da inovação	27
Figura 3 - Processo de Gestão da Inovação	34
Figura 4 - Visão geral da metodologia NUGIN	35
Figura 5 - Modelo de desenvolvimento de produtos.....	39
Figura 6 - Representação esquemática da função global	41
Figura 7 - Comparativo entre as principais atividades da fase de Projeto Conceitual	43
Figura 8 - Função global e estrutura de funções para "remover partículas de tecidos "	46
Figura 9 - Tipos de testes aplicados nas fases do PDP	58
Figura 10 - Exemplo de determinação dos valores da função utilidade	68
Figura 11 - Exemplo de avaliação de variantes conceituais.....	69
Figura 12 - Gráfico radar gerado no Octógono da Inovação	74
Figura 13 - Modelo SAPPhIRE	79
Figura 14 - Etapas do método proposto para avaliar o nível de novidade de um produto	82
Figura 15 - Layout da ferramenta API_PC	87
Figura 16 - Processo utilizado para o desenvolvimento da Ferramenta API_PC	92
Figura 17 - Quadro padrão utilizado para a Análise Reversa.....	94
Figura 18 - Ilustrativo do cruzamento de informações – literatura e análise reversa.....	94
Figura 19 - Preenchimento da matriz de avaliação por comparação aos pares.....	96
Figura 20 - Quadro de critérios.....	97
Figura 21 - Quadro de subcritérios – Critério A.....	97
Figura 22 - Quadro de critérios - versão final	98
Figura 23 - Quadro de critérios na versão da matriz de avaliação aos pares	99
Figura 24 - Fluxograma da metodologia adotada para a ampliação da Ferramenta API_PC	102
Figura 25 - Problemática do estudo	104
Figura 26 - Ferramentas de gestão da inovação voltadas para mensurar esforços em inovação.....	105
Figura 27 - Ferramentas para mensurar graus/ potencial de inovação	106
Figura 28 - Enquadramento da inovação	107
Figura 29 - Estrutura dos critérios e seus desmembramentos	119
Figura 30 - Ilustração da entrevista coletiva – profissionais e docente.	120
Figura 31 - Ilustração da entrevista coletiva – estudantes	121
Figura 32 - Exemplo ilustrativo da transposição de dados da tabela para a matriz	125
Figura 33 - Exemplo ilustrativo para obtenção dos pesos relativos – Critério Acondicionamento.....	131

Figura 34 - Planilha com os pesos relativos da cada critério e subcritério	132
Figura 35 - Ferramenta API_PC com todas as células visíveis.....	134
Figura 36 - Ferramenta API_PC: layout apresentado à equipe de projeto	135
Figura 37 - Planilha de avaliação de alternativas conceituais: pontuação	136
Figura 38 - Diretrizes para uso da ferramenta API_PC	137
Figura 39 - Contexto para o Cenário 1	141
Figura 40 - Contexto para o Cenário 2	142
Figura 41 - Contexto para o Cenário 3	143
Figura 42 - Contexto para o Cenário 4	144
Figura 43 - Cenário para o experimento.....	150
Figura 44 - Ilustração do experimento.....	153
Figura 45 - Slides utilizados para as entrevistas	197
Figura 46 - Ilustração do quadro referente aos critérios gerais	199
Figura 47 - Ilustração do quadro referente aos subcritérios (acondicionamento, ergonomia e forma)	200
Figura 48 - Ilustração do quadro referente aos subcritérios (função, manutenibilidade, manufatura, material, sustentabilidade e tecnologia)	201
Figura 49 - Imagens dos slides utilizados no experimento (slides de 1 a 8)	216
Figura 50 - Imagens dos slides utilizados no experimento (slides de 9 a 13)	217

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estratégias de Inovação	29
Quadro 2 - Análise das fases e atividades dos modelos do planejamento da inovação	33
Quadro 3 - Exemplo de especificação das funções elementares	47
Quadro 4 - Métodos de criatividade	49
Quadro 5 - Métodos de avaliação e seleção de conceitos	57
Quadro 6 - Atributos de produtos industriais	63
Quadro 7 - Exemplos de critérios generalizados e específicos	64
Quadro 8 - As 13 práticas e subpráticas de inovação	77
Quadro 9 - Tipos de descontinuidades	84
Quadro 10 - Determinação dos tipos de inovação	85
Quadro 11 - Modelo de quadro comparativo entre grupos	100
Quadro 12 - Veículo de propulsão humana Trikke	108
Quadro 13 - Tampa multiuso Clever Caps	109
Quadro 14 - Lavadora de alta pressão Wap O ₃	110
Quadro 15 - Tampa à prova de criança Child Proof	111
Quadro 16 - Perfil dos participantes	122
Quadro 17 - Siglas adotadas para os subcritérios	124
Quadro 18 - Ferramenta API_PC: casos especiais	138
Quadro 19 - Solução conceitual 01	147
Quadro 20 - Solução conceitual 02	148
Quadro 21 - Solução conceitual 03	149
Quadro 22 - Detalhamento dos participantes	152
Quadro 23 - Comparativo entre GC1, GC2 e GC3	159
Quadro 24 - Comparativo entre GE1, GE2, GE3 e GE4	161
Quadro 25 - Comparativo entre GC1, GC2, GE1 e GE4	163
Quadro 26 - Comparativo entre GC3 e GE3	165
Quadro 27 - Comparativo entre GE2 e GE3	166
Quadro 28 - Comparativo entre GE1 e GE4	167
Quadro 29 - Manual de uso da Ferramenta API_PC	210
Quadro 30 - Manual de uso da Ferramenta API_PC – casos especiais	214

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Heurísticas de projeto identificadas em 50 de concepções esboçadas ...	50
Tabela 2 - Modelo de Matriz de Decisão	61
Tabela 3 - Matriz de avaliação por comparação dos pesos dos critérios de seleção	67
Tabela 4 - Valoração dos critérios qualitativos	67
Tabela 5 - Indicadores que compõem o índice de inovação na empresa	75
Tabela 6 - Média dos critérios gerais	125
Tabela 7 - Classificação dos subcritérios: Acondicionamento.....	126
Tabela 8 - Classificação dos subcritérios: Ergonomia.....	126
Tabela 9 - Classificação dos subcritérios: Forma.....	127
Tabela 10 - Classificação dos subcritérios: Função	128
Tabela 11 - Classificação dos subcritérios: Manutenibilidade	128
Tabela 12 - Classificação dos subcritérios: Manufatura	129
Tabela 13 - Classificação dos subcritérios: Material	129
Tabela 14 - Classificação dos subcritérios: Sustentabilidade.....	130
Tabela 15 - Classificação dos subcritérios: Tecnologia.....	130
Tabela 16 - Frequência das respostas: participantes dos grupos experimentais....	171
Tabela 17 - Frequência das respostas: participantes dos grupos de controle.	176
Tabela 18 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – critérios gerais.....	203
Tabela 19 - Matriz de avaliação por comparação aos pares - acondicionamento...203	
Tabela 20 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – ergonomia	203
Tabela 21 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – forma.....	204
Tabela 22 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – função	205
Tabela 23 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – manutenibilidade.....	205
Tabela 24 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – manufatura.....	205
Tabela 25 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – material	206
Tabela 26 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – sustentabilidade	207
Tabela 27 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – tecnologia.....	207

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	14
1.2 OPORTUNIDADE DE PESQUISA.....	16
1.3 OBJETIVOS E METAS	18
1.3.1 Objetivo Geral.....	18
1.3.2 Objetivos Específicos.....	18
1.4 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	19
1.5 ESTRUTURA DA TESE.....	20
2 INOVAÇÃO E PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	22
2.1 INOVAÇÃO	23
2.1.1 Estratégias de Inovação	28
2.1.2 Motivações e Obstáculos para Inovar	30
2.1.3 Inovação Sistemática.....	32
2.2 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	36
2.3 PROJETO CONCEITUAL.....	42
2.3.1 Modelagem Funcional.....	44
2.3.2 Desenvolver Princípios de Solução	47
2.3.3 Selecionar a Concepção do Produto	54
2.4 CONSIDERAÇÕES E OPORTUNIDADES DE PESQUISA.....	70
3 ABORDAGENS DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE INOVAÇÃO.....	72
3.1 MÉTODOS E FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DA INOVAÇÃO	72
3.1.1 Modelos voltados à gestão da inovação	72
3.1.2 Modelo voltados à avaliação do potencial de inovação	78
3.1.3 Ferramenta API_PC.....	85
3.2 CONSIDERAÇÕES ACERCA DAS FERRAMENTAS ANALISADAS.....	88
4 METODOLOGIA ADOTADA PARA AMPLIAÇÃO DA FERRAMENTA API_PC	91
4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA	91
4.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	93
5 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE INOVAÇÃO NO PROJETO CONCEITUAL: AMPLIAÇÃO DA FERRAMENTA API_PC.....	103
5.1 CENÁRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE CRITÉRIOS.....	103
5.2 ANÁLISE REVERSA NOS MOLDES DA FERRAMENTA API_PC.....	107
5.3 IDENTIFICAÇÃO DE CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS.....	111
5.4 COLETA DE DADOS	120
5.5 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS	123
5.5.1 Critérios Gerais.....	124
5.5.2 Critério Acondicionamento.....	126
5.5.3 Critério Ergonomia.....	126

5.5.4 Critério Forma	127
5.5.5 Critério Função	127
5.5.6 Critério Manutenibilidade	128
5.5.7 Critério Manufatura	129
5.5.8 Critério Material.....	129
5.5.9 Critério Sustentabilidade.....	130
5.5.10 Critério Tecnologia.....	130
5.6 DEFINIÇÃO DE PESOS PARA OS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS.....	133
5.7 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DOS DADOS ANALISADOS.....	139
6 AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA PROPOSTA.....	140
6.1 ESTRUTURA DO EXPERIMENTO.....	140
6.2 OBJETO DE PROJETO CONCEITUAL.....	145
6.3 DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO	149
6.3.1 Apresentação e apontamentos realizados pelos grupos	154
6.4 ANÁLISES COMPARATIVAS ENTRE GRUPOS	158
6.4.1 Comparativo entre GC1, GC2 e GC3	159
6.4.2 Comparativo entre GE1, GE2, GE3 e GE4.....	161
6.4.3 Comparativo entre GC1, GC2, GE1 e GE4	163
6.4.4 Comparativo entre GC3 e GE3.....	165
6.4.5 Comparativo entre GE2 e GE3	166
6.4.6 Comparativo entre GE1 e GE4	167
6.4.7 Considerações gerais sobre as análises comparativas entre grupos	168
6.5 ANÁLISES DOS QUESTIONÁRIOS.....	169
6.5.1 Questionário aplicado aos participantes dos grupos experimentais	170
6.5.2 Questionário aplicado aos participantes dos grupos de controle	175
6.5.3 Considerações gerais sobre os questionários	179
6.6 CONSIDERAÇÕES E CONTRIBUIÇÕES DO EXPERIMENTO	180
7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	182
7.1 CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO À PESQUISA.....	182
7.2 RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES.....	184
7.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	185
PRODUÇÃO INTELECTUAL DURANTE O PERÍODO DE DOUTORADO.....	187
REFERÊNCIAS.....	188
APÊNDICE A	196
APÊNDICE B	198
APÊNDICE C	202
APÊNDICE D	208
APÊNDICE E	215
APÊNDICE F.....	218
APÊNDICE G	226
ANEXO 1	231

1 INTRODUÇÃO

O capítulo apresenta a motivação desta tese de modo a destacar a importância da inovação para o desenvolvimento de produtos e como ela pode ser percebida e, de alguma forma, mensurada dentro das etapas do PDP (Processo de Desenvolvimento de Produto), em especial na etapa do Projeto Conceitual. São apresentados os objetivos da pesquisa, suas delimitações e contribuições esperadas, seguidas da estrutura da tese.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O grau de competitividade dos produtos é um fator primordial para a sobrevivência das empresas diante do atual cenário de competição nacional e internacional. Esta competitividade está baseada em requisitos de qualidade, custo e tempo para o desenvolvimento de um produto. O consumidor com mais acesso à informação, torna-se mais exigente e busca por produtos que, além de satisfazer suas necessidades e desejos, possam apresentar algum diferencial frente aos concorrentes. Do mesmo modo, observa-se um encurtamento no ciclo de vida dos produtos, apontando para a necessidade do lançamento de novos produtos em um período de tempo reduzido (NANTES; ABREU; LUCENTE, 2006, CORAL; OGLIARI; ABREU, 2008, KO; KUO, 2010).

O conceito do “novo” quer seja um produto, processo ou serviço, foi ampliado no mercado, pela ideia da inovação. As empresas ou organizações que optam seguir sempre o mesmo caminho, trabalhando com produtos e/ou tecnologias saturados, tendem a perder espaço no mercado. Nantes, Abreu e Lucente (2006) destacam o desenvolvimento de novos produtos como sendo uma ferramenta essencial para a competitividade das empresas. Bagno, Leiva e Oliveira (2016) ressaltam a importância de ferramentas para o diagnóstico da inovação como forma de favorecer a competitividade das organizações.

Marinho et al. (2016) evidenciam a inovação como uma variável importante no cenário atual. É um elemento essencial para a sobrevivência das organizações uma vez que agrega valor aos produtos.

As definições acerca de inovação sintetizam uma ideia comum na qual a inovação é um processo conduzido desde a invenção (a ideia básica, esboço ou modelo para um projeto, produto, processo ou sistema novo/melhorado) até a difusão do resultado através de uma potencial população de usuários (PADILHA, 2008). A conversão desta nova ideia em um produto envolve atividades variadas como pesquisa, *design*, desenvolvimento, engenharia de produção e manufatura, entre outros.

Ao observar estes aspectos, tem-se consciência da importância da atividade de projeto e da busca por conhecimentos e métodos que viabilizem o desenvolvimento de soluções inovadoras em períodos de tempo mais curtos. Entretanto, é notório que a inovação não ocorre por acaso, devendo a mesma estar inserida em um processo sistematizado (PAHL et al., 2005; ROZENFELD et al., 2006; CORAL; OGLIARI; ABREU, 2008; BACK et al., 2008). Deve ser criada uma “cultura” empresarial que contemple a inovação de produtos, onde haja investimentos a médio e longo prazo para a criação de um ambiente favorável à inovação dentro da empresa.

O correto direcionamento das etapas de projeto pode reduzir o tempo gasto para o desenvolvimento de um novo produto, assim como potencializar as chances de sucesso do mesmo.

A sistematização da atividade de projeto viabiliza a racionalização de recursos na fase de desenvolvimento e de produção, fixa um cronograma realístico, estabelece ciclos de lançamento de novos produtos, facilita a delegação de tarefas, além de mapear as etapas deste processo. Deste modo, criar um mecanismo que viabilize avaliar o potencial de inovação na fase de seleção de alternativas conceituais, pode contribuir para a redução no tempo de desenvolvimento de produto, além de nortear a equipe de projeto quando o foco passa a ser inovação.

1.2 OPORTUNIDADE DE PESQUISA

O emprego de abordagens metodológicas que contemplem o uso de ferramentas e métodos que considerem o âmbito da inovação é necessário para a criação do ambiente propício à inovação. Dentre as fases que permeiam o PDP, é na etapa conceitual que é gerada uma concepção de produto que possa atender, da melhor maneira possível, a busca por diferenciação. Desta forma, o projeto conceitual fixa uma série de princípios que nortearão as demais etapas do processo de projeto.

As decisões de projeto na fase de definição do conceito são críticas para o sucesso do produto em desenvolvimento e podem determinar a qualidade, o custo e a diferenciação do produto final (ULRICH; EPPINGER, 2003).

De acordo com Back et al. (2008), a seleção de soluções ocorre em todas as fases do desenvolvimento de um produto. Entretanto, na fase final do projeto conceitual essa atividade ocorre com maior profundidade e abrangência, visando identificar, a partir de um conjunto solução, a alternativa que será convertida no produto final.

Assim, esta etapa apresenta um campo fértil para a inserção da inovação. Decisões errôneas nessa etapa do processo podem comprometer o produto final. Mesmo que haja um retrocesso, na tentativa de corrigir algum erro, além de desperdiçar um tempo precioso para o lançamento do produto, pode comprometer o custo final do mesmo. Nesta etapa, as informações sobre as concepções submetidas à seleção ainda estão numa fase inicial, são abstratas, esquemáticas e incompletas. Daí a importância de um procedimento que oriente o processo de seleção.

Todavia, existe uma dificuldade no estabelecimento de critérios na seleção da alternativa conceitual, quando o enfoque passa a ser o potencial que a alternativa tem de se converter em um produto inovador. Os critérios frequentemente utilizados estão relacionados às informações levantadas nas especificações do projeto, pertinentes à etapa do projeto informacional. Estas informações são relevantes para a seleção de conceitos. Entretanto, não há uma abordagem direcionada ao potencial de inovação.

Existem ferramentas e técnicas que auxiliam a equipe de projeto durante as diversas fases do PDP. Algumas dessas abordagens se utilizam de heurísticas

durante a fase de ideação de produtos como forma de impulsionar novas soluções (YLMAZ; SEIFERT (2011)); outras englobam modelos híbridos no qual é utilizado o Projeto Axiomático para análise do problema e a TRIZ (*Theory of Solving Inventive Problems*) para a geração de ideias (KO, 2016). Para a seleção de conceitos, as abordagens são direcionadas considerando: i) o grau de novidade e seu potencial de sucesso no mercado (JUSTEL et al., 2007); ii) a avaliação do desempenho do potencial de inovação de ideias para novos produtos (FREDERIKSEN; KNUDSEN, 2017); iii) a busca por uma primeira triagem quando o conjunto solução é extenso, considerando “novidade” como um dos atributos de seleção (KUDROWITZ; WALLACE, 2013); iv) uso de uma metodologia voltada à capacidade da organização para gerar e desenvolver ideias (KIROVA, 2009); v) identificação do potencial de inovação em alternativas conceituais (PADILHA, 2008), dentre outras abordagens apontadas pela literatura.

Para conduzir o processo de seleção de alternativas de modo sistemático, é preciso estabelecer quais os critérios que serão adotados para tal. Back et al. (2008) propuseram 12 critérios gerais, desmembrando-os em critérios específicos e estabelecendo parâmetros de avaliação dos mesmos. Os critérios gerais apresentados são: i) atendimento à função; ii) tecnicamente viável; iii) viabilidade econômica; iv) fácil manutenção; v) alta confiabilidade; vi) boa aparência; vii) fácil uso; viii) apropriado ao meio ambiente; ix) fácil transporte; x) alta inovação; xi) segurança; e xii) fácil armazenagem.

Dentre as ferramentas de projeto que auxiliam o processo de seleção de alternativas conceituais, a Ferramenta API_PC - Avaliação do Potencial de Inovação no Projeto Conceitual, proposta por Padilha (2008) é capaz de identificar, em um conjunto solução, a alternativa com maior potencial de inovação. O desenvolvimento da ferramenta foi baseado nos resultados apontados por uma análise reversa a partir de cinco produtos (existentes no mercado) considerados inovadores nos quais foram reconhecidos elementos endereçados à inovação.

A ferramenta relacionou critérios, desmembrados em subcritérios pertinentes ao âmbito da inovação. São eles: i) ergonomia; ii) forma; iii) função; iv) manufatura; v) tecnologia; e vi) transporte. Cada critério e subcritério recebeu uma pontuação obtida por meio de um instrumento de coleta dados.

Sendo assim, é esperado, a partir do estudo proposto na presente tese, endossar os critérios já existentes na ferramenta, bem como reestruturá-la possibilitando a adição de novos critérios e subcritérios. Isto por meio de uma revisão de literatura atual juntamente com uma nova análise reversa.

Portanto, novas valorações serão definidas de modo a compor a interface da ferramenta. A identificação de novos critérios/ subcritérios (bem como suas valorações) permite robustecer a ferramenta, auxiliando a equipe de projeto no processo de seleção de alternativas conceituais cujo foco esteja no potencial inovador.

1.3 OBJETIVOS E METAS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta tese é identificar o potencial de inovação em alternativas conceituais através da ampliação da Ferramenta API_PC, mediante o reconhecimento de novos critérios e subcritérios, bem como suas valorações, buscando mapear a alternativa conceitual de maior potencial inovador.

1.3.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos deste estudo têm-se:

a) Fundamentar aspectos relacionados à inovação de produtos de modo a identificar como estes devem ser tratados dentro do processo de desenvolvimento de produto, em especial durante a etapa do projeto conceitual;

b) Identificar modelos e ferramentas que permitem mapear, analisar e mensurar graus de inovação em produtos, destacando a ferramenta API_PC (Avaliação do Potencial de Inovação no Projeto Conceitual);

c) Conduzir uma nova análise reversa, nos moldes da apresentada na Ferramenta API_PC, buscando ampliar os critérios e subcritérios existentes na ferramenta;

d) Acrescer critérios e subcritérios à Ferramenta API_PC por meio do cruzamento de informações entre o que a teoria estabelece e a análise reversa aponta;

e) Propor aos critérios novas valorações e pesos por meio de um instrumento de coleta de dados.

1.4 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A seleção de soluções ocorre em todas as etapas do PDP. Mas é na etapa do Projeto Conceitual que esta ocorre com maior abrangência e profundidade, sendo este um campo fértil para oportunidades de inovação. Entretanto, essa fase ainda é predominantemente abstrata, no processo de projeto, o que pode dificultar uma avaliação objetiva da inovação.

A seleção de alternativas que ocorre na fase final do Projeto Conceitual ainda apresenta alto grau de subjetividade.

Muitas vezes, as alternativas selecionadas, bem como as diretrizes adotadas pela equipe de projeto não passam por critérios específicos endereçados à inovação. Muitas vezes “inovação” é um dos critérios abordados neste processo, não o aspecto central do mesmo.

A presente tese é conduzida a partir da hipótese:

“A ampliação da Ferramenta API_PC (Avaliação do Potencial de Inovação no Projeto Conceitual) permite criar um mecanismo robusto que consistentemente identifique potencial de inovação em alternativas conceituais, auxiliando a equipe de projeto no processo de avaliação e seleção de ideias de um determinado conjunto solução”.

A reestruturação de uma ferramenta de projeto (API_PC) que permite avaliar e selecionar alternativas conceituais com foco no potencial que estas alternativas têm de se converter em um produto inovador, é justificada pelos seguintes aspectos:

- a. Torna o processo de seleção de alternativas com potencial inovador uma atividade sistematizada, mensurável e menos intuitiva;
- b. Contribui na identificação de critérios orientados à inovação de produtos;
- c. Permite que aspectos relacionados à inovação possam ser abordados e mensurados nas etapas iniciais do desenvolvimento de produto;
- d. Estimula a geração de concepções inovadoras, por meio do acréscimo de informações nas fases criativas do desenvolvimento de produtos;

e. Auxilia a equipe de projeto no processo de tomada de decisões na etapa do projeto conceitual;

Deste modo, é esperado robustecer a Ferramenta API_PC, por meio da ampliação e critérios/subcritérios, tornando o processo de tomada de decisão consistente e norteando a seleção da alternativa com maior potencial de inovação.

1.5 ESTRUTURA DA TESE

A presente tese está estruturada da seguinte maneira:

O Capítulo 1 aborda a contextualização do estudo bem como as oportunidades de pesquisa, destacando o objetivo geral e os objetivos específicos, a hipótese identificada, a justificativa, as contribuições, a abordagem metodológica adotada e a estrutura da tese.

O Capítulo 2 apresenta uma revisão de literatura que aborda os temas: inovação de produtos, estratégias de inovação, motivações e obstáculos para inovar, inovação sistemática, bem como o processo de desenvolvimento de produto com a descrição das etapas de projeto, sendo dada ênfase à etapa do projeto conceitual, destacando as subfases e as ferramentas existentes para geração e seleção de alternativas.

O Capítulo 3 apresenta os modelos e ferramentas para avaliar inovação. Na sequência estes modelos e ferramentas são analisados de modo a identificar como é realizada a mensuração da inovação.

No Capítulo 4 é apresentada a metodologia de pesquisa adotada nesta tese, com a descrição das etapas que a compõem bem como os procedimentos empregados em cada etapa.

No Capítulo 5 é conduzida uma nova análise reversa a partir de quatro produtos considerados inovadores. Feito isso, com base no que a literatura aponta juntamente com os elementos identificados na nova análise reversa, novos critérios e subcritérios relacionados à inovação são adicionados à Ferramenta API_PC. Através de um instrumento de coleta de dados, novas valorações são atribuídas aos critérios.

O Capítulo 6 descreve um experimento ocorrido em ambiente controlado no qual as alternativas conceituais são submetidas ao processo de seleção com e sem a ferramenta proposta. São realizadas análises e ponderações dos resultados obtidos.

Por fim, o Capítulo 7 apresenta as conclusões, os resultados e contribuições da pesquisa bem como recomendações para trabalhos futuros.

2 INOVAÇÃO E PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Neste capítulo são abordados conceitos relacionados à inovação, estratégias, motivações e obstáculos para inovar, bem como o processo de desenvolvimento de produto voltado ao âmbito da inovação.

Xie et al. (2016) defendem que o conhecimento, tanto como uma fonte de poder e um recurso, é estrategicamente importante para a atividade de inovação. As empresas devem procurar formas de reforçar o desenvolvimento de conhecimentos e usá-los de forma eficaz.

A sobrevivência e o crescimento das empresas estão relacionados ao modo como a organização criará e sustentará vantagens competitivas. Há um consenso entre os pesquisadores sobre a importância do processo de gestão da inovação, particularmente, na fase mais precoce em que é necessário identificar oportunidades de negócios e encontrar as melhores possibilidades para suas realizações (STEVANOVIĆ; MARJANOVIĆ; STORGA, 2016a).

As empresas inovadoras apresentam vantagens competitivas ao reconhecer as necessidades explícitas e implícitas do mercado, dedicando seus recursos para produzir novas ideias e alternativas. Na maioria dos casos, este procedimento é materializado pelo lançamento de novos produtos ou pela melhoria dos existentes. O nível de competitividade de uma empresa está estreitamente associado à capacidade de adaptação ao seu entorno, partindo do princípio de que o direcionamento dos processos de decisão poderá contribuir para o aumento da competitividade (BAUTISTA et al., 2007).

O processo de desenvolvimento de produto vem a ser um dos mais importantes processos de agregação de valor aos negócios uma vez que transforma objetivos, intenções e ideias em algo concreto, em um produto pelo qual o consumidor pagará para satisfazer suas necessidades (TAKAHASHI; TAKAHASHI, 2007). Tratar a inovação dentro deste processo deixa de ser uma estratégia e passa a ser uma necessidade dentro da qual as organizações devem estar inseridas, uma vez que trabalhar a inovação de forma sistematizada colabora para o lançamento de produtos diferenciados dentro de um espaço de tempo previsto. De acordo com

Back et al. (2008) no projeto do produto, é na etapa do projeto conceitual que são geradas soluções que poderão concretizar-se em produtos inovadores.

Identificar oportunidades inovadoras nesta fase pode contribuir para que a empresa obtenha diferenciação em relação aos seus concorrentes, reduzindo o tempo de lançamento de novos produtos podendo ser percebida pelo consumidor final como uma empresa que investe em soluções inovadoras.

Neste capítulo, serão abordados aspectos inerentes à inovação de produtos, ao processo de desenvolvimento de produtos, com ênfase na fase de projeto e, em particular, do projeto conceitual. Deste modo, pretende-se identificar como a inovação pode estar presente nas fases de projeto e como a mesma pode ser mensurada e avaliada de modo a contribuir para que soluções diferenciadas possam se converter em produtos inovadores.

2.1 INOVAÇÃO

Definir inovação implica em um risco de se recair no óbvio acompanhado de uma série de contradições. A literatura apresenta diversas definições e conceitos que vão desde a inovação de produtos, processos, organizacional, de *marketing*, entre outros (OCDE; FINEP, 2005). Este trabalho está direcionado a estudar a inovação dentro de um contexto relacionado a produtos.

O Manual de Oslo (OCDE; FINEP, 2005, p. 55) apresenta uma definição geral para inovação, na qual “uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de *marketing*, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas.”

A inovação compreende um campo complexo e multidisciplinar no qual o processo de desenvolvimento de novos produtos deve ser considerado como uma componente central. As decisões tomadas durante o PDP podem influenciar diretamente o resultado que se espera alcançar – inovação, além das próprias atividades que constituem o PDP (ZABALA- ITURRIAGAGOITIA, 2012).

Para que uma inovação seja percebida, deve ter sido implementada. Ou seja, introduzida no mercado. Entretanto, este fato não impede que a inovação possa ser avaliada já nas etapas iniciais do PDP.

Zawislak et al. (2008) definem inovação como a aplicação do conhecimento para gerar alterações técnicas ou organizacionais capazes de oferecer vantagens para a empresa que os realiza. Este conhecimento é novo para a empresa e não necessariamente novo para os seus concorrentes, para o mercado ou para o mundo. Sendo assim, alterações incrementais estariam no centro do processo de inovação em países em desenvolvimento.

Scherer e Carlomagno (2009) defendem que inovação não é simplesmente algo novo. Ela deve trazer resultados para a empresa. A nova ideia deve ser explorada com sucesso, resultando em grande retorno.

Do mesmo modo, o processo de inovação deve ser continuado e não esporádico ou consequência de uma casualidade contemplada. "Inovar significa buscar incessantemente o crescimento e a liderança. Envolve criatividade, transpiração, persistência, gestão e risco" (SCHERER; CARLOMAGNO, 2009, p. 08).

Sendo a inovação um processo contínuo, esta deve capacitar as empresas a oferecer a melhor resposta possível aos atuais mercados dinâmicos. Para que isto ocorra, é necessário aperfeiçoar o processo de desenvolvimento de produto de modo a garantir um fluxo contínuo de novos produtos (JUSTEL et al., 2006)

Muitas vezes, o termo inovação significa simplesmente "algo novo" e é aplicado a qualquer novidade técnica. O design para a inovação deve considerar que o projeto não pode simplesmente se concentrar no "uso do produto", porque isso poderia limitar severamente a disseminação de produtos inovadores. Em seu verdadeiro significado, inovar significa projetar algo que não só funcionará sob um ponto de vista técnico, mas também fará sentido comercial (CANTAMESSA; MONTAGNA; CASCINI, 2016).

Uma variedade de tipos de inovação é apresentada tanto por consultores quanto por acadêmicos. Scherer e Carlomagno (2009) classificam as inovações quanto à: i) intensidade; ii) dimensão; e iii) interdependência.

No que se refere à intensidade, destaca a diferença entre melhoria, invenção, inovação incremental e inovação radical. A invenção está relacionada a uma descoberta que, apesar contribuir com alguma novidade, não está associada a uma aplicação prática que gere resultado econômico.

Uma melhoria pode ser definida como uma ação na qual o grau de novidade é pequeno, mas a contribuição associada à redução de custos e refinamento dos produtos é mensurável. Nem toda melhoria pode ser considerada inovação.

A inovação incremental é caracterizada por um grau moderado de novidade aliado a um ganho significativo nos resultados.

A inovação incremental encontra-se dentro de um processo estruturado de gestão da inovação. As ideias são geradas internamente ou a partir de necessidades identificadas no mercado.

A Figura 1 ilustra a matriz de inovação e melhoria na qual há uma relação direta entre o grau de novidade e o resultado esperado.

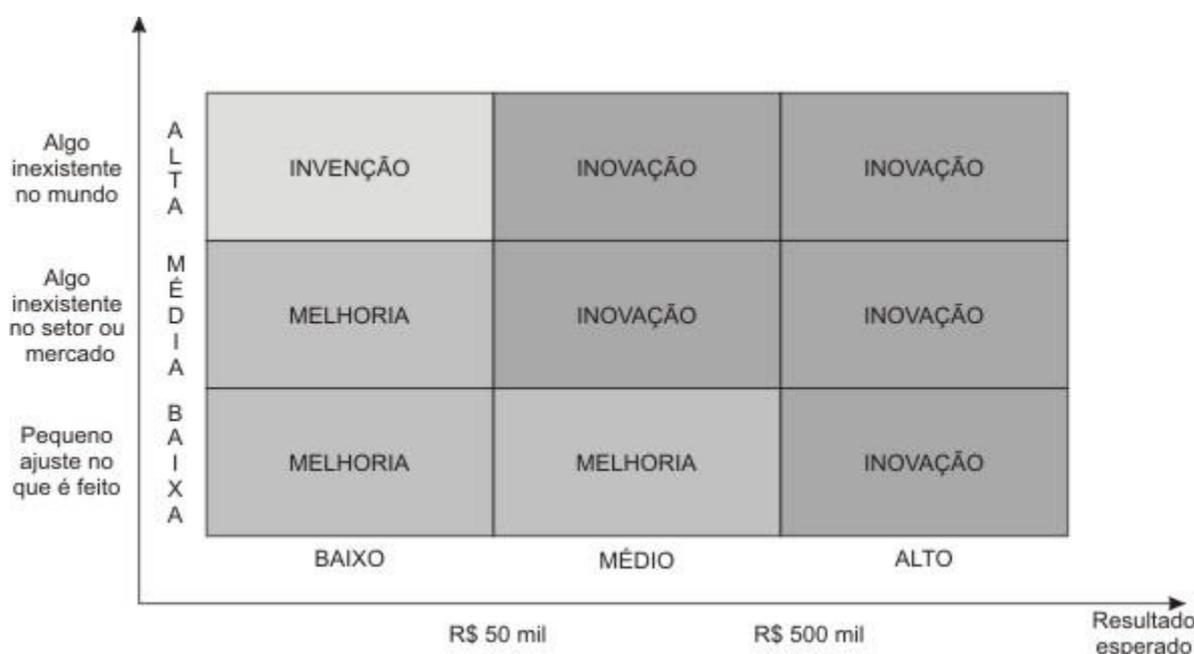


Figura 1 - Matriz de inovação e melhoria¹
Fonte: Scherer; Carlomagno (2009).

Para Davila, Epstein e Shelton (2007), a inovação incremental compreende a melhoria moderada nos produtos, podendo ser pensada como um exercício de resolução de problemas no qual a meta é clara e precisa ser resolvida. A maneira de como chegar a esta meta é que não é conhecida.

¹ Todas as Figuras, Quadros e Tabelas sem indicação explícita da fonte foram produzidas pela autora da tese.

É a forma predominante de inovação na maioria das empresas, podendo receber mais de 80% do investimento total da companhia.

São vistas como uma “maneira de extrair o máximo valor possível de produtos e serviços existentes sem a necessidade de fazer mudanças significativas ou grandes investimentos” (DAVILA; EPSTEIN; SHELTON, 2007, p.61). Ao fazer pequenos melhoramentos em seus produtos a empresa consegue manter uma fatia de mercado e de lucratividade.

Entretanto, deve atentar para o fato de as inovações incrementais serem usadas como meio de proteção a produtos não competitivos e que já não deveriam mais fazer parte do portfólio da empresa.

Neste caso, as inovações incrementais acabam desviando os esforços que poderiam ser destinados à criação de produtos significativamente novos, de maior valor e que efetivamente proporcionem vantagem competitiva.

A inovação radical produz grandes mudanças atreladas à competitividade, ao processo produtivo, nos produtos e serviços ofertados e nas preferências do consumidor.

Shah e Vargas-Hernandez (2003) destacaram três níveis principais de avaliação da novidade de um produto ou ideia:

- i) novidade pessoal, na qual o indivíduo descobre ou cria novas ideias para si;
- ii) novidade para a sociedade, na qual uma solução é nova para vários indivíduos de uma determinada sociedade, independentemente de o produto ser comum em outras sociedades;
- iii) novidade ética, na qual um produto ou ideia é o primeiro de sua espécie na história de todas as sociedades e civilizações.

Quanto à dimensão visada pela inovação, Scherer e Carlomagno (2009) fazem uma classificação orientada à dimensão do negócio onde ela ocorre.

Deste modo, a empresa deve definir em quais dimensões do negócio (dentre as 12 propostas) quer inovar, uma vez que tanto as limitações de recursos quanto o controle dos riscos impedem que a empresa inove em todas as dimensões.

A Figura 2 apresenta as 12 dimensões da inovação.



Figura 2 - As 12 dimensões da inovação
Fonte: Scherer; Carlomagno (2009).

O radar apresenta quatro pólos fundamentais, sendo eles:

1. Oferta: consiste no desenvolvimento de novos produtos e serviços que representem valor para os consumidores;
2. Cliente: consiste em descobrir necessidades não identificadas pelos próprios consumidores existentes ou novos segmentos de clientes não explorados;
3. Processo: promove o redesenho dos principais processos operacionais a fim de ampliar a eficiência e aumentar a produtividade;
4. Presença: procura recriar os canais de distribuição para aproximar a empresa do cliente através da presença em novos pontos de venda.

Quanto ao grau de interdependência, as inovações podem ser classificadas em autônomas e sistêmicas. As inovações autônomas podem ocorrer paralelamente com as demais funções do negócio.

Ou seja, ao implementar uma inovação autônoma em um componente de um produto não há necessidade de inovações nos demais componentes do produto em questão.

Já as inovações sistêmicas acarretam numa mobilização maior, pois para que estas aconteçam é necessário que haja outras inovações envolvidas. Como exemplo tem-se a máquina fotográfica Polaroid, na qual sua introdução no mercado implicou no desenvolvimento de uma nova câmera, de um novo tipo de filme e de um novo modo de comercialização (SCHERER; CARLOMAGNO, 2009).

Independente do tipo de inovação que a empresa decida empreender, o mais relevante é como esta inovação será implementada, de modo que realmente

represente uma vantagem competitiva e não apenas a ilusão de produzir algo novo sem o devido planejamento. No caso de inovações em produto, esta deve ocorrer de modo sistemático, sendo prevista nas diferentes etapas que compõem o processo de projeto.

2.1.1 Estratégias de Inovação

Quando se aborda o tema inovação dentro do processo de projeto de produto, deve-se ter em mente que esta deve estar inserida dentro do próprio planejamento estratégico da empresa. Sendo assim, devem ser fixadas estratégias e planos de modo que a empresa possa alcançar seus objetivos em relação à inovação. Trata-se de um padrão de decisões que antecede as ações para determinar objetivos e metas, produzir as principais políticas e planos para atingi-las. A estratégia define um padrão de comportamento que a organização irá assumir por um determinado tempo (CORAL; OGLIARI; ABREU, 2008).

Com relação à capacidade tecnológica, Reis (2004) aponta três níveis cumulativos de progresso relacionados ao processo de inovação tecnológica:

a. Primeiro nível: empresas com capacidade para identificar, selecionar e comprar tecnologia materializada;

b. Segundo nível: empresas com capacidade para modificar e adaptar tecnologia por meio de tecnologia documentada juntamente com alguns conhecimentos próprios e apoio externo;

c. Terceiro nível: empresas com capacidade de introduzir novos produtos, processos ou serviços com forte componente de tecnologia imaterial.

O conhecimento científico é outra fonte de inovações. Portanto, parcerias entre empresas, universidades, centros de pesquisa e outras entidades pode ser um meio de difundir e compartilhar inovações. O uso de estratégias alternativas pode definir como a empresa se posiciona no mercado e dependem de uma série de fatores como recursos disponíveis, histórico, a atitude de seus dirigentes. “As estratégias das empresas, em termos de inovação, não se definem de forma isolada, dependendo fortemente dos elementos que configuram as estruturas de mercado e os padrões de concorrência” (REIS, 2004, p. 90). Deste modo, são apresentados seis tipos distintos de estratégias as quais revelam certos padrões de comportamento em relação às atividades de inovação.

O Quadro 1 apresenta os seis tipos de estratégias com suas características.

Estratégia	Características
Ofensiva	<ul style="list-style-type: none"> - Empregada por um número muito pequeno de empresas; - A empresa procura uma posição de liderança técnica e de mercado e tem a iniciativa de inovar e de disputar com as suas concorrentes; - O departamento de P&D da empresa tem uma importância fundamental, mesmo quando recorre a outras fontes técnicas e científicas, porque as informações necessárias nunca estão plenamente disponíveis; - Em um ambiente de estratégia ofensiva a empresa tem vantagens e mais facilidades para desenvolver pesquisa fundamental orientada, embora isso não represente uma regra geral; - A empresa tende a contratar técnicos muito bem qualificados e até mesmo cientistas; - A empresa dá muito valor ao sistema de patentes; - A empresa não usa essa estratégia continuamente.
Defensiva	<ul style="list-style-type: none"> - É um tipo de estratégia bastante identificada com mercados em que predominam oligopólios; - As empresas normalmente não estão relacionadas aos tipos mais originais de inovação. A estratégia da empresa prende-se mais ao fato de aproveitar-se de eventuais erros dos pioneiros, bem como o desejo de não ficar defasada em termos de mudanças técnicas; - Essas empresas também realizam atividades de pesquisa e desenvolvimento. No entanto, diferem das de estratégia ofensiva quanto à natureza e ao ritmo da introdução das inovações; - As atividades de P&D realizadas por essas empresas fazem com que elas reúnam capacidades de resposta e de adaptação às inovações introduzidas pelas concorrentes; - As empresas procuram a diferenciação de seus produtos, incorporando avanços técnicos. Porém, a custos inferiores; - As empresas utilizam as patentes como meio para enfraquecer a posição e a liderança técnica dos pioneiros; - As empresas desse tipo também contratam recursos humanos de elevada qualidade técnica e científica.
Imitadora	<ul style="list-style-type: none"> - As empresas enquadradas nessa estratégia não disputam posições com os líderes, limitando-se a acompanhá-los à distância. Em alguns casos, aspiram a converterem-se em inovadores defensivos; - A procura pelo mercado pode provocar mudanças substanciais no seu produto; - Essas empresas adquirem patentes secundárias como subproduto de suas atividades. De modo geral, possuem uma forte capacidade de engenharia e de projeto de produção; - Normalmente, essas empresas se apóiam em custos mais baixos de produção ou em vantagens organizacionais; - A informação consiste num item fundamental para a decisão do que imitar e das fontes de aquisição de <i>know-how</i>.
Dependente	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas representadas por fabricantes de peças ou componentes ou empresas terceirizadas que dependem das matrizes ou de seus clientes para a introdução de inovações. Um bom exemplo de empresas que atuam com nesta categoria encontra-se no setor automobilístico, no qual a introdução de inovações nas empresas terceirizadas só ocorre quando a empresa montadora introduz alguma inovação no projeto original. - As empresas são basicamente rotineiras e conservadoras.
Tradicional	<ul style="list-style-type: none"> - São empresas que atuam em mercados estáveis, onde a demanda por grandes mudanças é baixa. Normalmente, as inovações são pouco relevantes, estando limitadas a mudanças mínimas no produto. São empresas pouco equipadas para introduzir inovações.
Oportunista	<ul style="list-style-type: none"> - Enquadram-se nesse tipo as empresas que sobrevivem em espaços de mercado muito específicos e particulares, aos quais aderem completamente.

Quadro 1 - Estratégias de Inovação

Fonte: Adaptado de Reis (2004).

2.1.2 Motivações e Obstáculos para Inovar

A literatura destaca a importância da capacidade de inovação como sendo um fator crítico de sucesso para o crescimento das organizações e o único meio pelo qual as empresas podem obter vantagem competitiva (UKKO; SAUNILA, 2013).

Apesar de a inovação ser um tema amplamente disseminado e das empresas reconhecerem a necessidade de inovar para se manterem competitivas, o simples desejo de tornar a empresa inovadora não é suficiente. Em muitos casos, apenas quando a empresa percebe alguma ameaça - como mudanças nas necessidades do mercado consumidor, obsolescência tecnológica ou surgimento de novos competidores – é que decide investir em inovação.

Diante disso, podem surgir dificuldades, uma vez que muitas empresas desconhecem os conceitos de inovação ou não estão preparadas para trabalhar a inovação de modo contínuo e sistemático.

Coral, Ogliari e Abreu (2008) apresentam os principais impulsores da inovação usualmente citados:

- a. Desejo de não competir somente no mercado de “*commodities*”;
- b. Busca de vantagem competitiva sustentável;
- c. Busca de mudanças na direção de suas estratégias;
- d. Procura de uma nova plataforma de crescimento para seu negócio;
- e. Necessidade de gerar oportunidades de crescimento para atingir objetivos de receita de longo prazo;
- f. Determinação por aumentar sua fatia de mercado;
- g. Necessidade de redefinir missão e visão corporativa;
- h. Valorização do gerenciamento colaborativo no desenvolvimento da estratégia;
- i. Decisão por exportação.

De acordo com Scherer e Carlomagno (2009), para que uma empresa incorpore a inovação e reforce sua posição competitiva, deve seguir três princípios: i) a inovação deve ser um processo contínuo baseado em uma estratégia que valorize o novo e que busque atingir resultados significativos e de maior impacto; ii) a inovação deve ser um processo gerenciado com início na criatividade seguida por um “processo estruturado, de definição de estratégias, de estabelecimento de prioridades, de avaliação de ideias, de gestão de projetos e de monitoramento de resultados”; e iii) a indução e a gestão da inovação devem ser conduzidos por meio

de métodos e ferramentas específicas, de modo a promover a seleção das ideias mais promissoras, o desenvolvimento de projetos de inovação bem como sua implementação visando a geração de resultados.

As atividades de inovação podem ser dificultadas por diversos fatores. Alguns podem ser elencados, como a escassez de fontes apropriadas de financiamento e os riscos econômicos excessivos. Estes são apontados como os maiores obstáculos que as empresas brasileiras no setor da indústria encontram para realizar inovações (IBGE, 2013). Entretanto, nesta edição da pesquisa, pela primeira vez identificou-se um item de natureza não estritamente econômica entre as duas mais importantes indicadas pelas empresas inovadoras do setor de indústria: 72,5% atribuíram importância alta ou média à falta de pessoal qualificado, obstáculo apenas superado pelo custo, assinalado por 81,7% das empresas do mesmo segmento. O terceiro posto foi assumido pelos riscos (71,3%), seguido pela escassez de fontes de financiamento (63,1%).

A Terceira Edição do Manual de Oslo (OCDE; FINEP, 2005) apresenta os fatores que podem dificultar as atividades de inovação. No Manual são apresentados fatores relacionados às inovações de produto, de processo, organizacionais e de *marketing*. Observou-se que no que se refere às inovações de produto, todos os fatores identificados foram assinalados. São eles:

a. Fatores relativos ao custo: riscos percebidos como excessivos, custo muito elevado, carência de financiamento interno e carência de financiamento de outras fontes fora da empresa (capital de risco e fontes públicas de financiamento);

b. Fatores relativos ao conhecimento: potencial inovador (P&D, *design*) insuficiente, carência de pessoal qualificado (no interior da empresa e no mercado de trabalho), carência de informações sobre tecnologia, carência de informações sobre os mercados, deficiências na disponibilização de serviços externos, dificuldade de encontrar parceiros para cooperação em desenvolvimento de produto ou processo e em parcerias em marketing, inflexibilidades organizacionais no interior da empresa (atitude do pessoal com relação a mudanças, atitude da gerência com relação a mudanças e estrutura gerencial da empresa) e incapacidade de direcionar os funcionários para as atividades de inovação em virtude dos requisitos da produção;

c. Fatores de mercado: demanda incerta para bens ou serviços inovadores e mercado potencial dominado pelas empresas estabelecidas;

d. Fatores institucionais: carência de infraestrutura, fragilidade dos direitos de propriedade e legislação, regulações, padrões, tributação;

e. Outras razões para não inovar: não necessidade de inovar decorrente de inovações antigas e não necessidade decorrente da falta de demanda por inovações.

Muitas empresas consideram-se inovadoras por terem lançado um produto de sucesso no mercado. Entretanto, a inovação deve ser um processo continuado, sistematizado e avaliado em todas as etapas de projeto.

2.1.3 Inovação Sistemática

Nesta seção, será abordada a inovação de produto dentro de um processo sistematizado.

Cunha, Oliveira e Rozenfeld (2013) realizaram um estudo de modo a identificar os principais modelos do planejamento da inovação na teoria, seguida de uma análise comparativa dos modelos com o intuito de identificar similaridades nas fases do planejamento da inovação.

O processo de inovação de produtos pode ser dividido em quatro subprocessos:

1. Planejamento da inovação;
2. Desenvolvimento de tecnologias;
3. Desenvolvimento de produtos;
4. Lançamento no mercado.

Foram identificados 23 modelos de planejamento na literatura analisada (dentre periódicos nacionais e estrangeiros). Destes, foram selecionados sete com base no detalhamento das etapas envolvidas no processo.

O Quadro 2 apresenta os sete modelos e as etapas envolvidas no planejamento da inovação.

Principais Fases	Wheelwright e Clark (1992)	Khurana e Rosenthal (1997)	Cooper (2001)	Koen et al. (2001)	Rainey (2005)	Crawford e Benedetto (2006)	Pahl e Beitz (2007)
Identificação de Oportunidades	Avaliação e previsão da tecnologia e mercado	Identificação Preliminar De Oportunidade	Descoberta	Identificação de oportunidade	Geração de ideias	Identificação e seleção de oportunidades de produtos	Analisar situação
				Análise de oportunidade			Formular estratégias de busca
	Desenvolvimento de objetivos e metas		Seleção de Ideias	Geração de ideias			Identificar ideias de produtos
				Seleção de Ideias			Selecionar ideias de produtos
Geração de Conceitos	X	Definição e conceito do produto	Investigação preliminar	Definição de Conceito	Desenvolvimento e seleção do conceito	Geração de conceitos de produtos	Definir produtos
			Segunda Seleção				
Definição de Projetos	Plano agregado de projetos	Definição do produto e planejamento do projeto	Preparação do caso de negocio	X	Definição do programa de desenvolvimento de novos produtos	Avaliação de conceitos e projetos de produtos	Esclarecer e elaborar
			Aprovação para desenvolvimento				

Quadro 2 - Análise das fases e atividades dos modelos do planejamento da inovação
Fonte: Cunha; Oliveira; Rozenfeld (2013).

“O resultado da análise comparativa indicou a existência de três fases com propósitos similares no planejamento da inovação: identificação de oportunidades, geração de conceitos e definição de projetos” (CUNHA; OLIVEIRA; ROZENFELD, 2013, p. 754).

Apesar do foco desta tese estar direcionado à seleção de alternativas na etapa do projeto conceitual (ver Capítulo 3), procurou-se identificar, dentre os modelos analisados, quais examinam a geração e seleção de conceitos. Esta definição se faz importante já nas primeiras etapas do planejamento da inovação, pois influenciará diretamente as etapas posteriores e, conseqüentemente, a seleção de uma alternativa com potencial inovador na etapa do projeto conceitual. Se o conceito do produto não estiver bem esclarecido, pode gerar ruídos nas etapas posteriores e apresentar divergências com relação ao escopo do projeto.

Quando se trata de gestão da inovação, há diversos autores e metodologias que buscam a sistematização da mesma. Carvalho, Reis e Cavalcante (2011) apresentam um processo estruturado de gestão da inovação baseado no modelo Tidd et al. o qual, a partir da contexto da empresa, apresenta as seguintes etapas: i)

busca de novas oportunidades; ii) seleção; iii) implementação; e iv) aprendizado. A Figura 3 ilustra o processo proposto por Carvalho, Reis e Cavalcante (2011).

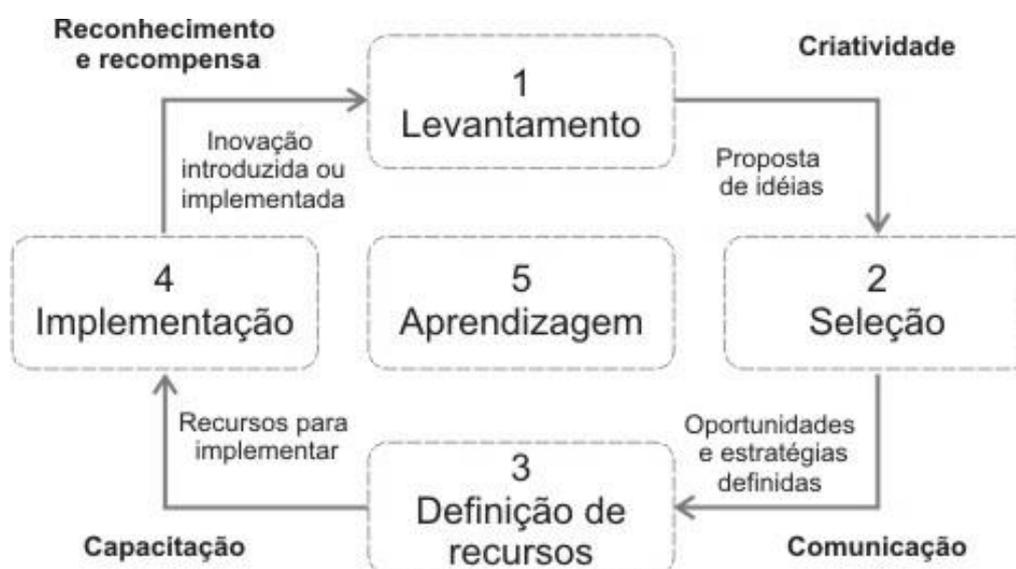


Figura 3 - Processo de Gestão da Inovação
Fonte: Carvalho; Reis; Cavalcanti (2011).

Neste modelo proposto, o processo inicia com a etapa do levantamento o qual busca oportunidades de inovação (ideias) de modo sistemático antecipando tendências de novos produtos a partir da observação de mudanças no ambiente competitivo. A etapa de seleção busca analisar, selecionar e definir a estratégia de inovação mais adequada a partir das opções de oportunidades identificadas. Na sequência, ocorre a definição de recursos humanos, financeiros, de infraestrutura e tecnológicos. A quarta etapa compreende a implementação na qual ocorre a execução dos projetos de inovação com o auxílio de ferramentas que deem suporte ao gerenciamento de projetos de inovação (acompanhando seu desenvolvimento em termos de prazo, custos e qualidade). Na etapa da aprendizagem é importante fazer uma reflexão sobre todo o processo, revisar etapas, ações e ferramentas de modo a registrar o que foi aprendido durante o processo.

A sistematização do desenvolvimento de novos produtos permite que a empresa identifique novas oportunidades, defina a prioridade de seus projetos e otimize tempo e custos. “Para as organizações terem longevidade e lançarem novos

produtos e serviços de maneira sistemática e contínua, precisam gerenciar bem a inovação” (CARVALHO; REIS; CAVALCANTE, 2011, p. 55).

Caetano, Kurumoto e Amaral (2015) conduziram um estudo o qual buscou integrar as atividades do processo de desenvolvimento de tecnologia com as do processo de desenvolvimento de produto. Deste modo, a identificação destas atividades promovem a inovação. “Tornar a gestão da inovação eficiente implica otimizar a integração entre o como fazer (tecnologia) e o que fazer (produto)” (CAETANO; KURUMOTO; AMARAL, 2015, p. 125).

A partir desta premissa, Coral, Ogliari e Abreu (2008) propõem uma metodologia integrada de gestão da inovação denominada NUGIN, baseada nos seguintes pressupostos: i) a inovação deve ser um processo sistemático e contínuo; ii) adaptabilidade a empresas de pequeno e médio porte; iii) valorização do aprendizado; iv) valorização do capital intelectual; v) visão sistêmica; vi) valorização da comunicação e relacionamentos; e vii) inovação é um elemento fundamental para a competitividade



Figura 4 - Visão geral da metodologia NUGIN
Fonte: Coral; Ogliari; Abreu (2008).

A metodologia tem início com um diagnóstico da empresa para identificar a capacidade de inovar em produtos e processos. Na sequência, é realizado o planejamento estratégico da inovação que consiste no desdobramento do planejamento corporativo da empresa através da análise tecnológica e de mercado. O desenvolvimento de produtos envolve aspectos que vão desde a pesquisa de

mercado até o descarte do produto, passando pelo projeto do produto. A inteligência competitiva atravessa todas as demais etapas do modelo, com funções definidas durante todo o processo de inovação.

“Para que um produto evolua de ideias iniciais abstratas para soluções concretas e fisicamente realizáveis, é necessária a execução de um conjunto de ações, que podem ser estruturadas na forma de atividades, métodos e ferramentas” (CORAL; OGLIARI; ABREU, 2008, p. 37).

No processo de gestão da inovação o papel crítico do gerenciamento e formas eficientes de criação, coleta, avaliação, promoção, seleção e implementação de ideias deve ser enfatizado (STEVANOVIĆ; MARJANOVIĆ; STORGA, 2016b).

A partir dos modelos analisados, é possível perceber que a inovação deve estar presente já nas fases iniciais de planejamento do produto e deve continuar sendo analisada e avaliada nas demais fases que compreendem o desenvolvimento de produto. Na seção seguinte é analisado o processo de desenvolvimento de produto e as etapas que o envolvem, sendo dado destaque aos objetivos a serem atingidos ao final de cada etapa.

2.2 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

O desenvolvimento do produto é um processo amplo que compreende aspectos de planejamento e projeto desde a pesquisa de mercado, passando pelo projeto do produto, projeto do processo de fabricação, plano de distribuição e de manutenção, uso do produto e descarte do mesmo. Com base neste conceito, o desenvolvimento de um produto é visto como todo o “processo de transformação de informações necessárias para a identificação da demanda, a produção e o uso do produto” (BACK et al., 2008, p. 04).

Pahl et al. (2005) apresentam uma distinção entre ciência de projeto e metodologia de projeto. A primeira tem por objetivo analisar a composição de sistemas técnicos e sua interação com a circunvizinhança de modo que, a partir das relações e dos componentes identificados no sistema, seja possível derivar regras para o seu desenvolvimento. Já, a metodologia de projeto trabalha com orientações de procedimentos a serem adotados no desenvolvimento e no projeto de sistemas técnicos.

Tondolo, Costa e Tondolo (2012) apontam a existência de duas linhas principais para o desenvolvimento de produto. A primeira aborda mais especificamente o PDNP (Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos). Durante o processo de desenvolvimento, os produtos apresentam inovações para o mercado, ou um novo processo para a empresa que o está desenvolvendo. Neste contexto, muito próximo às inovações radicais, a empresa deve desenvolver novos processos gerenciais, novas tecnologias, ferramental ou novos materiais. A segunda, apresenta o PDP como qualquer tipo de alteração inserida no produto, incluindo lançamento de produtos inovativos e pequenas alterações ou aperfeiçoamentos feitos nos produtos existentes.

É importante destacar a que se refere o termo produto. Sendo assim, será adotada a definição de acordo com Back et al. (2008), na qual produto é um objeto idealizado, produzido em escala industrial que possui características e funções as quais visam atender desejos ou necessidades de pessoas ou organizações para os quais será comercializado. Cabe destacar os elementos que contribuem para formação dos atributos básicos pertinentes aos produtos. São eles: aparência, forma, cor, função, imagem, material, embalagem, marca, serviços pós-venda e garantias. Do mesmo modo, vale ressaltar que o grau de novidade de um produto não está necessariamente atrelado a sua originalidade. Novos produtos podem ser obtidos a partir de melhorias e modificações adicionadas em produtos já existentes, assim como novos tamanhos e formas, novos nichos de mercado, entre outros. Em todos estes casos, para que a empresa mantenha-se competitiva, deve-se considerar o âmbito da inovação.

É notório que, apesar das empresas terem conhecimento da importância do PDP no desenvolvimento dos negócios a um longo prazo, a taxa de falhas em novos produtos ainda é elevada. Segundo Salgado et al. (2010) há diversas razões para que essa taxa seja elevada. Mas, uma das mais significativas é a pouca utilização de modelos, ferramentas e técnicas para auxiliar o PDP.

No que diz respeito à proposição de um modelo de referência para o PDP, muitos trabalhos já o fizeram, assim como adaptações de modelos genéricos para determinados segmentos de mercado, conhecidos como modelos adaptados. Vale ressaltar que, para que haja um controle eficaz do PDP é necessária “a descrição

das atividades, dos estágios e a lógica do processo. Isso exige uma estrutura de modelagem que possa capturar as características específicas de cada empresa” (SALGADO et al., 2010, p.889).

A partir do estudo de seis modelos de PDP, Tondolo, Costa e Tondolo (2012) apresentam as semelhanças e diferenças existentes entre os modelos analisados no que diz respeito às fases do processo de desenvolvimento de produto. No estudo, foram analisados os seguintes autores: Jones, Kaminski, Baxter, Ulrich e Eppinger, Rozenfeld et al., Chandra e Neelankavil.

O modelo de PDP de Rozenfeld et. al. (2006) assemelha-se, de certa forma, aos modelos desenvolvidos por Ulrich e Eppinger (2004) e Jones (1997), uma vez que os autores acreditam que o PDP apresenta-se de forma contínua. No entanto, Ulrich e Eppinger (2004) defendem que PDP é composto por seis fases, a saber: (i) Planejamento; (ii) desenvolvimento do conceito do produto; (iii) design do nível de serviço do produto; (iv) design detalhado; (v) teste e refinamento; e (vi) produção em escala. Também de modo diferenciado, Jones (1997) sustenta a existência de nove fases durante o processo de desenvolvimento de um novo produto (PDNP), no qual se utiliza como base o ciclo de vida do produto: (i) concepção; (ii) exequibilidade e avaliação; (iii) plano detalhado e design; (iv) desenvolvimento e integração; (v) sistema e processo de teste; (vi) testes e processo de otimização; (vii) campo e processo da performance; (viii) revisão contínua da performance; e (ix) retirada.

Dentre os seis modelos analisados, observaram-se como principais diferenças, a abordagem realizada por Baxter (2003), que defende que o processo de desenvolvimento de produtos não pode ser considerado uma reta, pois é marcado por avanços e retornos contínuos e as decisões tomadas em uma determinada fase podem afetar fases anteriores; e a abordagem de Kaminski (2000), que apresenta o PDP disposto em formato espiral, visto que na primeira volta as decisões são tomadas de forma mais grosseira e com o desenvolver do projeto essas decisões vão sendo remodeladas. Enquanto o modelo de Chandra e Neelankavil (2008) apresenta como principal diferencial a influência recebida de áreas internas e externas à organização. (TONDOLO; COSTA; TONDOLO, 2012, p. 07)

Ainda vale destacar a metodologia adotada por Pahl et al. (2005) na qual a resolução de um problema envolve procedimentos de análise e síntese, desenvolvidos passo a passo.

Back et al. (2008) propõem, com base em pesquisas e experiências desenvolvidas pelo NeDIP (Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos) o PRODIP (Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos), também chamado de modelo de referência. Este visa orientar e estimular as empresas a

desenvolverem produtos de modo sistemático, integrado aos demais processos empresariais.

Do mesmo modo, fornece meios para que as empresas desenvolvam novos produtos. O modelo está decomposto em três macrofases: i) planejamento do produto; ii) elaboração do projeto do produto; e iii) implementação do lote piloto. Ao final de cada fase, o resultado obtido é avaliado, o que permite a passagem para a fase seguinte.

A Figura 5 ilustra cada macrofase, as etapas envolvidas, bem como os resultados principais obtidos.



Figura 5 - Modelo de desenvolvimento de produtos
Fonte: Adaptado de Back et al (2008).

Por ser uma abordagem metodológica que prevê a inovação já nas etapas iniciais de desenvolvimento de produto, neste estudo será utilizada a metodologia PRODIP como referência na descrição das fases que compõem todo o processo de desenvolvimento de produtos.

Na Macrofase Planejamento de Produto, a equipe de projeto deve atentar-se na elaboração do plano do produto, de modo a explorar, gerar e selecionar as melhores e mais promissoras ideias com foco na inovação.

Há vários modelos de planejamento de produto. De um modo geral, as principais atividades envolvidas nesta fase são: definição de ideias, seleção e

classificação das melhores ideias, especificação das ideias e decisão sobre quais serão levadas para as etapas posteriores de projeto. Para dar suporte a essas atividades existem metodologias e métodos de trabalho: gestão do conhecimento, inteligência competitiva e gestão da tecnologia. Os métodos de apoio estão relacionados à geração de ideias e de apoio à gestão da tecnologia (BACK et al., 2008).

A importância do planejamento de produtos está na geração, avaliação e seleção de ideias promissoras de produtos com potencial inovador a partir das oportunidades percebidas pelos estudos estratégicos e competitivos da organização de modo a converter estas oportunidades em informações preliminares para o projeto informacional e conceitual da macrofase de projeto de produto.

Uma vez definido o produto que será desenvolvido deve-se estabelecer o plano de projeto por meio do escopo, cronograma, orçamento, recursos, riscos, qualidade, comunicação e aquisições.

Na sequência, é dado início à Macrofase de Processo de Projeto (conforme Figura 5), iniciando pela fase do projeto informacional. “O principal objetivo da fase de projeto informacional é elaborar as especificações de projeto, ou seja, os requisitos de projeto classificados e com valores-meta a serem atingidos” (CORAL; OGLIARI; ABREU, 2008, p. 176).

São definidos os fatores de influência no projeto do produto, o mercado é monitorado buscando identificar possíveis variações. As necessidades dos clientes são desdobradas em requisitos dos usuários para daí então serem definidos os requisitos de projeto, considerando questões funcionais, estéticas, ergonômicas, de segurança, de confiabilidade, de modularidade, entre outras.

A partir dos requisitos de projeto, é realizada uma avaliação comparativa com os produtos já existentes no mercado para constatar se estes atendem aos requisitos dos usuários e aos do projeto. Dos requisitos obtêm-se as especificações de projeto, sendo estas, os objetivos que o produto em questão deverá atender.

As especificações de projeto são submetidas à aprovação dando sequência à fase seguinte, que corresponde a do projeto conceitual. “A fase do projeto conceitual visa desenvolver concepções para o produto a partir das especificações de projeto” (CORAL; OGLIARI; ABREU, 2008, p. 181).

Busca-se primeiro estabelecer a estrutura funcional do produto a partir da definição da função global, bem como de suas subfunções.

A partir das funções a serem realizadas pelo produto é definido o estudo das estruturas funcionais alternativas que devem satisfazer a função global. Este desdobramento tem por objetivo atingir um nível maior de detalhamento das funções do produto de modo a facilitar o processo de solução do problema.

Para definir a função global do produto pode ser utilizada uma estrutura de representação como na Figura 6.

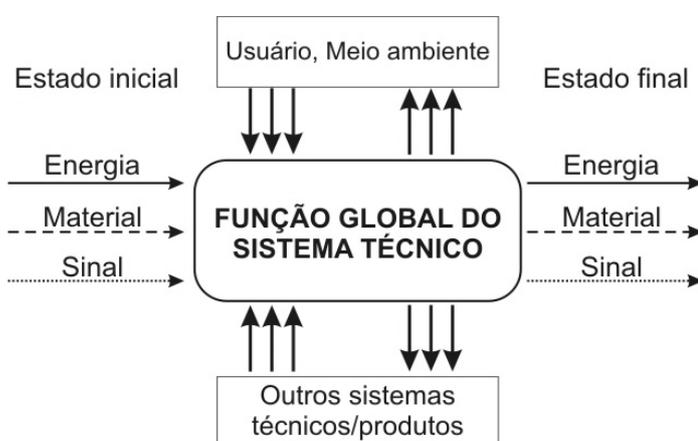


Figura 6 - Representação esquemática da função global
Fonte: Adaptado de Back et al. (2008).

Para a seleção da concepção, propõe-se fazer uma análise comparativa entre as alternativas propostas considerando as especificações de projeto.

Já nessa atividade é “possível propor soluções funcionais para atender as inovações demandadas. De certa forma, várias inovações do produto podem ser iniciadas na síntese de funções do produto” (CORAL; OGLIARI; ABREU, 2008, p. 183). Mais adiante, esta fase, que é o foco do estudo em questão, será melhor detalhada.

Apesar da relevância em se tratar a inovação nas fases iniciais do PDP, vale destacar a dificuldade em mensurar o potencial de inovação em uma alternativa conceitual.

Na fase do projeto preliminar se estabelece o leiaute definitivo do produto em questão, considerando forma, materiais, dimensões, segurança, ergonomia e manufatura. Outro objetivo desta fase é desenvolver modelos físicos e virtuais realizar estudos na concepção selecionada, de modo a simular situações de uso.

Na fase do projeto detalhado é prevista a elaboração da documentação final do produto, encaminhando o mesmo para a produção. São preparados os desenhos técnicos, com especificações de dimensões, formatos, cores, materiais, tolerâncias dimensionais, listas de componentes e materiais do produto. Também, são definidas algumas características dos processos de manufatura.

Na sequência, é dado início à Macrofase de Implementação (conforme Figura 5). Na fase de preparação da produção, tem-se a elaboração da documentação de montagem, construção do ferramental, desenvolvimento do plano de produção e da programação do lote piloto. Em seguida, ocorre o lançamento do produto no mercado, implementado o projeto de *marketing* e divulgação comercial do produto.

A última fase do desenvolvimento do produto corresponde à validação do produto junto aos usuários através da avaliação da satisfação dos consumidores, monitoramento do desempenho do produto.

2.3 PROJETO CONCEITUAL

O processo de desenvolvimento de produtos envolve a transposição dos requisitos do cliente para uma estrutura física, considerando as várias restrições existentes. Dentre as fases que constituem o projeto de produto, Li et al. (2010) destacam para a importância da etapa de concepção do produto, segundo a qual é possível determinar o nível de inovação do produto final. Erros nesta fase podem comprometer 70 a 80% do investimento no produto. O Projeto Conceitual inclui um conjunto de técnicas e atividades, que vão do refinamento dos requisitos do cliente, passando por funções de design, desenvolvimento de um novo conceito e concretização da engenharia de um produto novo.

A fase do Projeto Conceitual é marcada pela busca, criação, representação e seleção de soluções. De um modo geral, esta fase é composta das seguintes ações (BACK et al., 2008):

- a. Formular a função global do sistema em desenvolvimento;
- b. Estabelecer estrutura de funções;
- c. Criar princípios de solução para cada função estruturada;

d. Combinar um princípio de cada função da estrutura de modo a formar concepções alternativas;

e. Selecionar as concepções viáveis.

O resultado esperado é que a concepção obtida seja uma descrição aproximada das tecnologias, princípios de funcionamento e formas do produto em desenvolvimento.

Essa concepção é representada por meio de um esquema ou modelo tridimensional, acompanhado de uma descrição textual concisa que visa demonstrar como o produto satisfará os requisitos de projeto (ROZENFELD et al., 2006).

A Figura 7 esquematiza as principais atividades da fase de Projeto Conceitual.

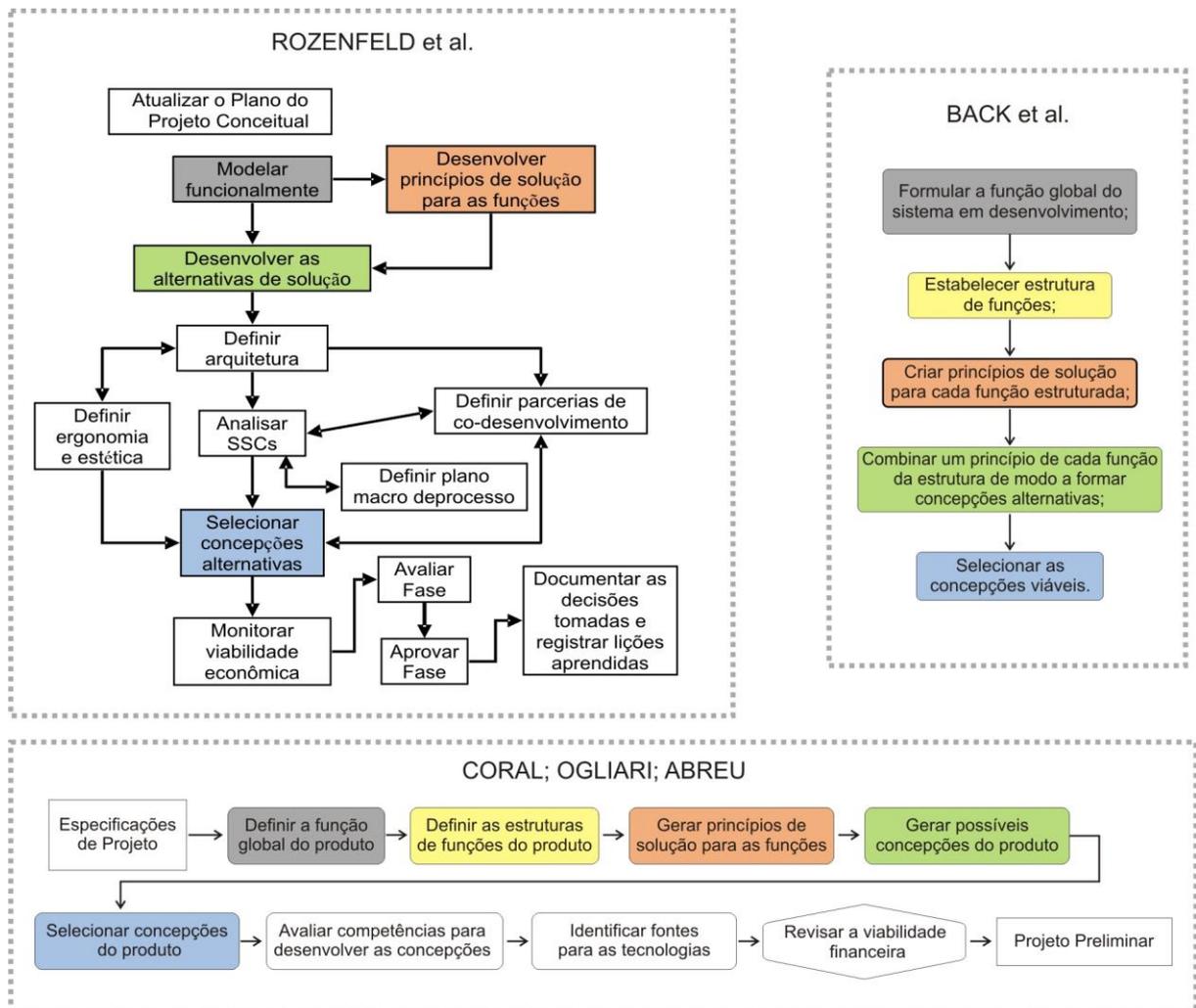


Figura 7 - Comparativo entre as principais atividades da fase de Projeto Conceitual
 Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al. (2006); Back et al. (2008) e Coral, Ogliari e Abreu (2008).

Ao estabelecer um comparativo entre autores, percebe-se uma estrutura comum relacionada às etapas que compreendem o Projeto Conceitual.

Nas seções seguintes, as diversas fases comuns identificadas na Figura 7 serão detalhadas, sendo dada ênfase à etapa “seleção de concepções” que é o foco do presente estudo.

2.3.1 Modelagem Funcional

A modelagem funcional permite que o produto seja descrito de forma abstrata, de modo a estimular a percepção de soluções melhores, uma vez que ao tratar o problema de maneira geral e essencial evita que as experiências, convenções e preconceitos limitem a solução.

A modelagem funcional segue a sequência (ROZENFELD et al., 2006):

- 1) Analisar os objetivos que o produto deve atender;
- 2) Identificar as funções do produto;
- 3) Definir a função global;
- 4) Estabelecer estruturas funcionais alternativas;
- 5) Selecionar e estrutura funcional.

O primeiro passo consiste na definição da função global do problema de projeto para o qual se busca uma solução.

A formulação da função global deve estar de acordo com as especificações de projeto.

Deve ser uma “formulação ou declaração condensada da função global do sistema e as interfaces com outros sistemas técnicos e o meio ambiente” (BACK et al., 2008, p. 299).

A função global é representada graficamente por uma transformação que acontece em uma “caixa preta” (conforme Figura 6 da seção 2.2) com entradas e saídas definidas por (ROZENFELD et al., 2006):

- a. Energia: responsável pelo transporte ou transformação de matéria e sinal – energia elétrica, cinética, magnética, calor e óptica. Deve haver conservação de energia. Ou seja, a energia que entra deve sair ou ser armazenada;
- b. Material: com propriedades de forma, massa, cor, entre outras. Podem ser misturados, separados, tratados quimicamente;

c. Sinal/ Informação: forma física na qual a informação é transportada. Podem ser preparados, recebidos, comparados, combinados, transmitidos, mostrados ou gravados.

A transformação de entradas em saídas e, conseqüentemente, a solução para função global dificilmente ocorre de forma direta.

É então necessário decompor a função global em funções mais simples, funções parciais e, até mesmo, em um nível de funções elementares para que o problema possa ser resolvido (BACK et al., 2008).

Para estabelecer a estrutura funcional, deve-se perguntar “como executar a função global”.

Usando como exemplo a máquina de lavar roupas, a função global é “remover partículas de tecidos”.

Faz-se a pergunta: “como remover partículas de tecidos? ”.

As repostas podem ser transformadas em funções: “adicionar água”, “adicionar sabão”, “bater a roupa” e “enxaguar”.

Ou seja, a função global foi dividida em quatro funções parciais ou subfunções.

Pode haver várias subdivisões intermediárias das funções parciais até que se obtenha a função elementar. “Uma função elementar consiste na função de nível mais baixo na estrutura de funções” (CARPES, 2014, p. 187).

Desse modo, a modelagem funcional evolui para uma estrutura de funções interligadas por fluxos de energia, material e sinal.

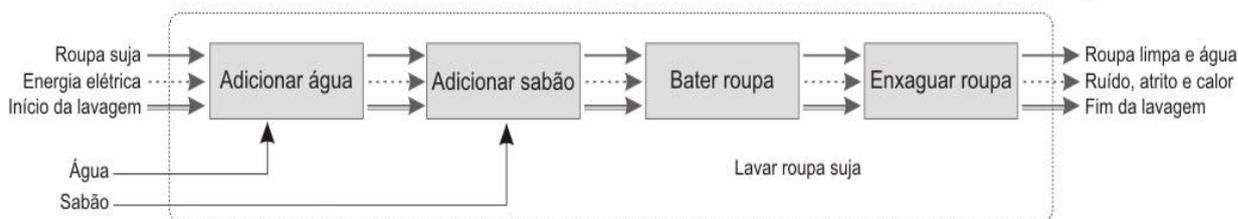
“A estrutura de funções deve refletir a função global. As fronteiras da estrutura de funções podem ser obtidas a partir do contorno da função total, com suas entradas e saídas” (ROZENFELD et al., 2006, p. 242).

A Figura 8 ilustra a função global, seu desmembramento em funções parciais e a estrutura de funções para a função “lavar roupa suja”.

FUNÇÃO GLOBAL



FUNÇÕES PARCIAIS



ESTRUTURA DE FUNÇÕES

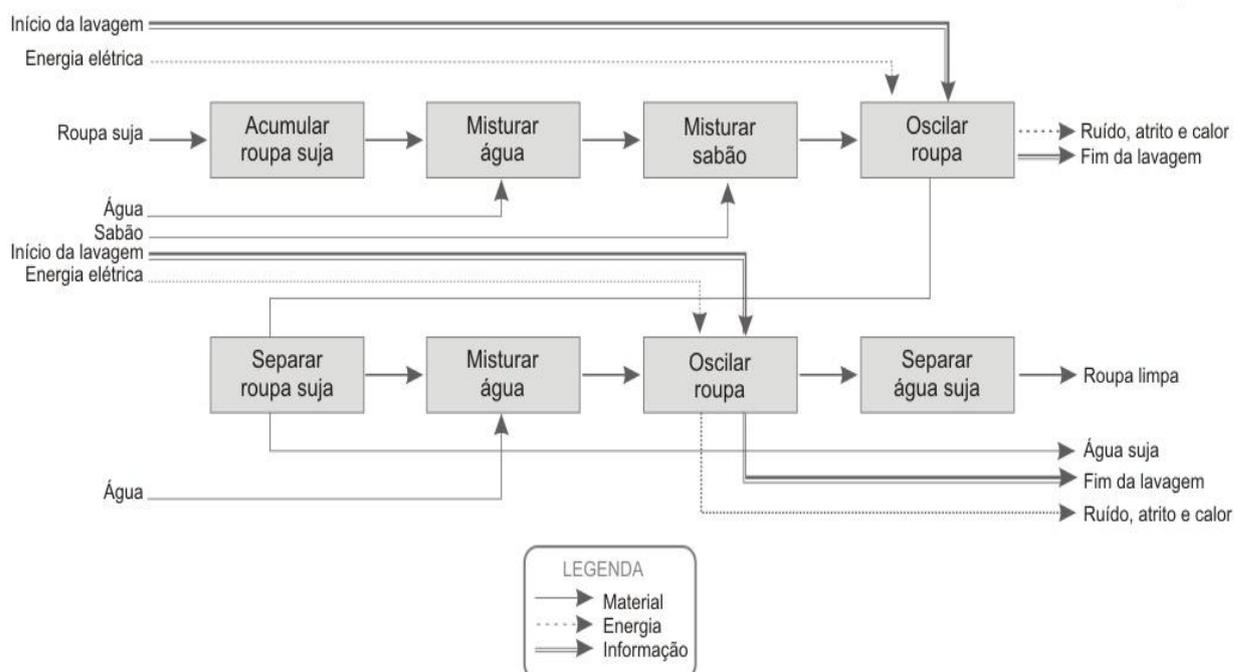


Figura 8 - Função global e estrutura de funções para "remover partículas de tecidos "
Fonte: Carpes (2014).

A partir do desmembramento da função global "lavar roupa" em funções parciais, é possível identificar as funções elementares, suas entradas e saídas.

O Quadro 3 apresenta a partir da estrutura de funções da Figura 8, as entradas e saídas de cada função elementar.

Função	Operação básica	Entradas	Saídas
Acumular roupa suja	Acumular	Roupa suja	$\leq 5\text{kgf}$ roupa suja acumulada
Misturar água	Misturar	$\leq 5\text{kgf}$ roupa suja acumulada + água	$\leq 5\text{kgf}$ roupa suja acumulada + 20 litros de água
Misturar sabão	Misturar	$\leq 5\text{kg}$ roupa suja acumulada + 20 litros de água + sabão	$\leq 5\text{kgf}$ roupa suja acumulada + 20 litros de água + 100g de sabão em pó ou líquido
Oscilar roupa	Oscilar	$\leq 5\text{kgf}$ roupa suja acumulada + 20 litros de água + 100g de sabão em pó ou líquido + informação para acionar a oscilação + energia elétrica	$\leq 5\text{kgf}$ roupa suja acumulada e 20 litros de água suja + informação de término da oscilação + ruído, atrito e calor
Separar água suja	Separar	$\leq 5\text{kgf}$ roupa limpa e 20 litros de água suja	$\leq 5\text{kgf}$ roupa limpa + 20 litros de água suja separada
Misturar água	Misturar	$\leq 5\text{kgf}$ roupa limpa + água	$\leq 5\text{kgf}$ roupa limpa e 15 litros de água
Oscilar roupa	Oscilar	$\leq 5\text{kgf}$ roupa suja acumulada + 15 litros de água + 100g de sabão em pó ou líquido + informação para acionar a oscilação + energia elétrica	$\leq 5\text{kgf}$ roupa limpa e 15 litros de água suja + informação de término da oscilação + ruído, atrito e calor
Separar água suja	Separar	$\leq 5\text{kgf}$ roupa limpa e 15 litros de água	$\leq 5\text{kgf}$ roupa limpa + 15 litros de água suja separada

Quadro 3 - Exemplo de especificação das funções elementares
Fonte: Carpes (2014).

"Para um problema novo (i.e. projeto de inovação) o desenvolvimento da estrutura funcional não é uma tarefa fácil, mas também se pode dizer o que é um dos passos fundamentais para uma boa concepção" (BACK et al., 2008, p. 303).

2.3.2 Desenvolver Princípios de Solução

A partir da definição da estrutura de funções, deve-se buscar por princípios de solução alternativos para cada função da estrutura.

É nesta atividade que se passa do abstrato ao concreto, da função à forma. Para cada função da estrutura funcional é conferido um ou mais princípios de solução.

De acordo com Rozenfeld et al. (2006), deve haver um correto entendimento da função para que se busque um efeito físico e um portador de efeito físico que realizem a função pretendida.

A fase de desenvolvimento de conceitos é considerada uma atividade divergente-convergente, pois um grande conjunto de conceitos de produtos são inicialmente gerados (divergência), para serem avaliados e eliminados, restando apenas o melhor conceito (convergência) (NIKANDER; LIIKKANEN; LAAKSO, 2013).

Back et al. (2008) destacam que a busca de princípios pode ser feita por meio da literatura técnica, de soluções aplicadas em sistemas técnicos similares ou por meio de catálogos ou bancos de dados de princípios de solução.

Ainda, é possível utilizar métodos de criatividade que auxiliam na busca de ideias.

Esses métodos podem ser classificados em (ROZENFELD et al., 2006; BACK et al., 2008):

a) Intuitivos: estão vinculados à tentativa e erro para a busca de soluções criativas, pois são baseados em estudos psicológicos da criatividade (e.g. *brainstorming*, método 635, *lateral thinking*, *synetics* ou sinergia, método da listagem de atributos, analogias direta, simbólica e pessoal);

b) Métodos sistemáticos: seguem uma sequência com o intuito de alcançar soluções mais apropriadas (e.g. Matriz Morfológica, Análise de Valor, Questionários e *Cheklists*);

c) Métodos orientados: baseados em padrões já reconhecidos no processo de solução de problemas (e.g. TRIZ e SIT).

O Quadro 4 apresenta a descrição dos métodos citados acima.

Métodos Intuitivos	<i>Estão vinculados à tentativa e erro para a busca de soluções criativas, pois são baseados em estudos psicológicos da criatividade. Podem ser usados tanto na solução de problemas simples como complexos.</i>
<i>Brainstorming</i>	Pode ser usado em qualquer fase do desenvolvimento do produto. O objetivo é permitir que novas ideias fluam livremente, priorizando quantidade e sem preconceitos. A triagem das propostas mais promissoras pode ser feita na fase final da reunião.
Método 635	Grupo com seis integrantes. Cada integrante escreve três ideias em cinco minutos que são passadas aos demais membros para que acrescentem outras três sugestões ou melhoramentos para as ideias inicialmente colocadas.
<i>Lateral Thinking</i>	A partir de provocações (ideias lógicas ou não) os participantes são retirados da sua zona de conforto com o intuito de estimular o pensamento criativo e gerar ideias inovadoras.
<i>Synerics</i> ou Sinergia	Faz uso de diferentes elementos da criatividade de modo a estimular o pensamento criativo. Tem-se os seguintes passos: i) formulação do problema; ii) análise do problema; iii) aplicação de analogias; iv) desenvolvimento da analogia selecionada, v) aplicação da solução analógica; vi) avaliação da solução analógica; vii) busca por soluções alternativas.
Método da listagem de atributos	Os principais atributos ou características de um produto são isolados e listados com o intuito de sugerir melhorias.
Analogias direta, simbólica e pessoal	A partir da observação de outros campos do conhecimento (natureza, biologia) é possível identificar, por analogia, princípios de soluções para o produto. Há ainda a analogia simbólica, feita através de palavras-chave que buscam uma definição condensada do problema.
Métodos Sistemáticos	<i>Seguem uma sequência com o intuito de alcançar soluções mais apropriadas. Indicados para a solução de problemas mais complexos que podem ser subdivididos em problemas mais simples.</i>
Matriz Morfológica	A partir de um problema complexo, faz-se o desdobramento em partes mais simples e busca-se soluções para as partes. O método de análise e síntese funcional (descrito na seção 2.3.1 deste trabalho) pode ser usado para o desdobramento do problema. Tem-se os seguintes passos: i) listar as funções do produto; ii) listar os princípios de solução; iii) representar as funções e os princípios de solução (por meio de uma matriz); e iv) explorar as combinações.
Análise de Valor	Indicado para melhorias em produtos existentes. Busca-se analisar o produto e suas partes sob a ótica do custo, procurando reduzir componentes do sistema.
Questionários e <i>Cheklists</i>	A equipe de projeto deverá responder uma grande quantidade de questões de modo a estimular a geração de ideias.
Métodos Orientados	<i>Baseados em padrões já reconhecidos no processo de solução de problemas. Buscam utilizar esses padrões na solução do problema em questão.</i>
TRIZ	Voltada para a solução inventiva de problemas a partir da resolução de conflitos, seguindo uma sequência. Deste modo, o método passa a ser repetitivo e confiável, sem depender de métodos intuitivos.
SIT	<i>Systematic Inventive Thinking</i> (Pensamento Inventivo Sistemático) Método desenvolvido a partir da TRIZ, no qual as soluções inventivas podem sugerir soluções em comum, concentrando-se nas relações estruturais ou de projeto que as identificam.

Quadro 4 - Métodos de criatividade

Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al. (2006); Back et al. (2008).

Ko (2016) propõe um modelo híbrido o qual engloba o Projeto Axiomático (*Axiomatic Design*) para análise do problema e a TRIZ (*Theory of Solving Inventive Problems*) para geração de ideias. Deste modo, a equipe de projeto pode elaborar ideias mais criativas e com maior potencial para a inovação.

Ylmaz e Seifert (2011) destacam o uso de heurísticas durante o processo de ideação de produtos como forma de alavancar novas soluções possíveis, podendo servir de ponto de partida para a transformação de um conceito existente e para originar novas ideias. O estudo desenvolvido por Ylmaz e Seifert (2011) tem por objetivo descrever a heurística de projeto de modo a identificar, no nível de forma e função, as transformações que podem auxiliar o projetista na apresentação de uma variação sistemática em seus atuais conceitos favorecendo a produção de um conjunto mais diversificado de soluções. Foi realizado um estudo de caso acompanhando uma situação de projeto (projeto do mobiliário de uma casa de banho para portadores de Alzheimer) de modo a identificar como e quais heurísticas foram utilizadas. Houve a identificação de 21 heurísticas em 50 rascunhos/esboços as quais são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Heurísticas de projeto identificadas em 50 de concepções esboçadas

	Heurísticas observadas	Número de vezes que foram observadas	%
1	Ajustar de acordo com as diferentes necessidades dos usuários	38	11%
2	Aplicar um mecanismo existente de um modo novo	35	10%
3	Alterar o modo como o usuário interage fisicamente com o sistema	33	9%
4	Alterar a configuração utilizando os mesmos elementos de design	25	7%
5	Mesclar uma variedade de componentes	24	7%
6	Utilizar um elemento comum para funções múltiplas	24	7%
7	Simplificar a solução já existente/padrão	22	6%
8	Colocar mais que uma função numa superfície permanente	19	5%
9	Alterar o sentido de orientação	16	5%
10	Repetir a mesma forma várias vezes	15	4%
11	Assentar o elemento de um projeto dentro de outro	12	3%
12	Esvaziar espaço dentro de um sólido	12	3%
13	Aplicar portabilidade para soluções padronizadas existentes	12	3%
14	Adicionar, tirar ou dobrar componentes que não estiverem em uso	12	3%
15	Alterar a escala de elementos	11	3%
16	Substituir um elemento por outro	10	3%
17	Inverter as formas repetidas para diversas funções	9	3%
18	Dividir uma forma em vários elementos menores	8	2%
19	Dobrar formas em torno de um ponto de rotação	5	1%
20	Inverter o sentido de uma forma através de um eixo	4	1%
21	Cortar arestas	2	1%

Fonte: Ylmaz; Seifert (2011).

A ideia é atingir um nível intermediário de heurísticas de modo que as abordagens não sejam tão gerais quanto o MESCRAI (Modifique –

aumente/diminua, Elimine, Substitua, Combine, Rearranje, Adapte, Inverta) nem tão específicas quanto as propostas pela TRIZ.

Em um estudo posterior, Ylmaz et al. (2016) buscaram identificar como projetistas geram conceitos variados para produzir inovações em produtos. Os autores observaram como o uso de heurísticas pode contribuir no projeto de produtos mais criativos e como as heurísticas podem permitir maior diversificação de conceitos durante a fase de ideação, com o objetivo de desenvolver produtos com potencial de inovação.

Após a geração de ideias, é definida a arquitetura do produto. “A arquitetura de um produto é o esquema pelo qual os elementos funcionais do produto são arranjados em partes físicas e como essas partes interagem por meio das interfaces” (ROZENFELD et al., 2006, p. 258). A arquitetura de um produto pode ser classificada em modular e integral. Na primeira, cada função do produto é executada por um único módulo físico. Os módulos podem ser projetados de forma independente. Já na arquitetura integral, as funções do produto estão distribuídas em diversos conjuntos de componentes. Neste caso, modificações em partes do projeto podem acarretar em grandes mudanças em todo o projeto do produto.

A modularidade pode trazer impactos positivos no PDP, como reduzir o tempo de desenvolvimento e de introdução de novos produtos, além de contribuir para a própria inovação do produto. O impacto da modularidade, entretanto, pode variar conforme a complexidade do produto a ser desenvolvido. Produtos modulares de baixa complexidade apresentam maior vantagem quando introduzidos no mercado em relação a produtos mais complexos (VICKERY et al., 2016).

Ko e Kuo (2010) destacam a necessidade de um método de projeto sistemático que possibilite variedade na concepção de produtos e o seu gerenciamento do ciclo de vida. Os autores apontam o desenvolvimento de plataformas de produto bem como a personalização em massa, a partir da combinação de algumas de partes comuns com funções diferentes. Do mesmo modo, Kubota et al. (2013) enfocam o projeto de produto plataforma, com o objetivo de criar famílias de produtos, como sendo uma estratégia a qual permite ofertar maior variedade de produtos aos consumidores.

Após definir a arquitetura do produto, é necessário analisar os sistemas, subsistemas e componentes (SSC). Trata-se de identificar parâmetros críticos (e.g. formas, dimensões, propriedades dos materiais, entre outros) para o funcionamento

do produto. Do mesmo modo, para avaliação e escolha de uma alternativa de projeto, devem ser considerados critérios relacionados ao uso, aparência, ergonomia, produção, custos, entre outros. Assim sendo, “os modelos de princípio de solução total do produto devem ser desenvolvidos para se chegar aos chamados modelos de concepção do produto” (ROZENFELD et al., 2006, p. 265).

Trata-se de um desenho esquemático no qual as partes que constituem o produto e seus inter-relacionamentos são representadas. O modelo de concepção deve se assemelhar ao produto a ser projetado. Dessa forma, é possível gerar uma primeira BOM (*Bill of Material* – Estrutura do Produto) da concepção desenvolvida.

O passo seguinte compreende a seleção de materiais, a qual envolve variáveis e restrições relacionadas ao tipo de material, ao processo de fabricação envolvido e ao projeto do componente. É comum as empresas não realizarem uma investigação minuciosa para definir o material que será utilizado. Muitas vezes, esta seleção é baseada em decisões de projetos anteriores, limitando a possibilidade do emprego de novos materiais e, conseqüentemente, restringindo a oportunidade de se inovar pelo uso de um novo material ou de uma nova forma de se utilizar um material já conhecido.

Rozenfeld et al. (2006) apontam para a importância da análise dos SSCs (sistemas, subsistemas e componentes) no sentido de prever os impactos do ciclo de vida no projeto do produto. Decisões errôneas e problemas imprevistos no projeto do produto acarretam em atividades de reprojeção, aumentando os custos, o tempo de desenvolvimento e manufatura do produto.

Muitas vezes, torna-se difícil prever muitos aspectos do ciclo de vida devido ao grau de abstração ainda existente nessa fase do projeto. Com o intuito de auxiliar a equipe de projeto foram desenvolvidas diversas ferramentas de auxílio, nomeadas de abordagens DFX (*Design for X*, Projeto para X). “O “X” representa qualquer uma das várias considerações que ocorrem ao longo do ciclo de vida, tais como: qualidade, manufatura, produção ou meio ambiente” (ROZENFELD et al., 2006, p. 268).

Do mesmo modo, é importante ressaltar as funções dos produtos industriais. Löbach (2001) esclarece que as relações dos usuários com os produtos industriais constituem as funções dos produtos. Estas estão vinculadas à satisfação das necessidades. São apresentadas três funções: prática, estética e simbólica. As funções práticas dizem respeito aos aspectos fisiológicos do uso de um produto. “O

objetivo principal do desenvolvimento de produtos é criar funções práticas adequadas para que mediante seu uso possam satisfazer as necessidades físicas” (LÖBACH, 2001, p. 58). As funções estéticas dizem respeito ao aspecto psicológico da percepção sensorial no uso de um produto. Promovem a identificação do usuário com o produto durante o uso. Já, as funções simbólicas estão relacionadas aos aspectos psíquicos e sociais de uso do produto, de modo a estabelecer ligações com experiências e sensações anteriores de usuários com produtos industriais. O conhecimento das funções pode ser de grande valia na fase de geração de concepções com potencial inovador, uma vez que determinados produtos poderão estar mais relacionados a um determinado tipo de função do que outros, podendo esse fator representar um diferencial no projeto.

Deve-se, também, dar atenção às questões ergonômicas do produto em questão, uma vez que poderão interferir na relação do produto com o usuário bem como afetar o sistema de manufatura que produz o produto. Muitas vezes, soluções ergonomicamente bem resolvidas podem ampliar o potencial de inovação de uma solução.

É possível identificar no processo de princípios de solução, diversos fatores que devem ser considerados: i) métodos que auxiliam a busca por soluções criativas, sejam eles intuitivos ou sistemáticos; ii) definição da arquitetura do produto; iii) análise dos SSCs; iv) identificação possíveis materiais e processo produtivos; v) previsão de aspectos do ciclo de vida do produto; vi) questões ergonômicas e de inter-relação com o usuário; e vii) questões de percepção do produto pelo usuário, envolvendo aspectos funcionais, estéticos e simbólicos da concepção gerada.

Ko, Yang e Kuo (2011) apontam a fase de conceituação de um produto como sendo de fundamental importância, tendo um impacto significativo nas atividades posteriores como a seleção de ideias e o projeto detalhado. Entretanto, os autores apontam a falta de um processo sistemático e eficaz de resolução de problemas que abranja todas as atividades de concepção de conceitos.

O processo de ideação de produtos compreende uma etapa fértil ao campo da inovação. Por este motivo, ressalta-se a importância de uma avaliação sistemática das alternativas geradas de modo a direcionar a seleção de uma concepção que tenha condições de se converter em um produto inovador.

2.3.3 Selecionar a Concepção do Produto

Uma vez que a avaliação do processo determina quais os produtos a desenvolver e quais abandonar, o processo de seleção do conceito pode ser visto como o “portão de decisão” (*gatekeeper*) de ideias criativas (TOH; MILLER, 2015).

Empresas que selecionam conceitos inovadores têm grandes chances de obter sucesso e inovações radicais, enquanto que a seleção de conceitos pobres acarreta em grandes despesas, incluindo o custo com reprojeção e adiamento de produção. Em outras palavras, para que a inovação ocorra, ideias criativas devem ser identificadas e selecionadas através do processo de seleção de alternativas conceituais com potencial.

Starkey, Toh e Miller (2016) apontam que o fracasso ou o sucesso de um produto inovador pode ser ligado aos estágios iniciais do surgimento de uma ideia. Ou seja, para aumentar o potencial de inovação, as ideias devem ser devidamente selecionadas e geridas durante a fase *fuzzy* (imprecisa, difusa) do processo de concepção.

Durante esse processo de convergência, as equipes devem decidir quais ideias devem ser descartadas e quais devem ser desenvolvidas, de modo a avaliar o potencial para o desenvolvimento de um novo produto bem-sucedido.

Toh e Miller (2015) desenvolveram um estudo com a intenção de identificar como equipes de projeto selecionam conceitos.

Observou-se que houve uma tendência de os participantes selecionarem ideias baseadas na viabilidade em detrimento da criatividade, embora a criatividade não conduza necessariamente a ideias menos viáveis.

Os autores apontam a existência de processos formalizados que auxiliam as equipes de projeto.

Estes métodos atribuem valores para cada alternativa gerada e, então, estas são comparadas de modo a obter a solução ótima para o problema de projeto. Nestes processos, os aspectos mais enfatizados são a viabilidade técnica, a eficácia e a compatibilidade do conceito.

O processo de seleção de alternativas deve ocorrer em todas as etapas do desenvolvimento de produto. Mas, é na fase final do Projeto Conceitual que esta atividade deve receber maior atenção. “A principal dificuldade envolvida nessa tarefa

encontra-se na principal característica da fase de projeto conceitual: informações técnicas ainda limitadas e abstratas” (ROZENFELD et al., 2006, p. 281).

A criação, avaliação e seleção de conceitos é uma das mais importantes atividades durante o desenvolvimento de um novo produto (STEVANOVIĆ; MARJANOVIĆ; STORGA, 2012; NIKANDER; LIKKANEN; LAAKSO, 2014, DONG; LOVALLO; MOUNARATH, 2015).

Stevanović, Marjanović e Storga (2016b) ressaltaram que a seleção de ideias é realizada muitas vezes, de modo intuitivo e que apenas um pequeno número de empresas tem definidos os métodos para avaliação das mesmas.

Os autores também destacaram os problemas que podem surgir como métricas indefinidas e a imprecisão na definição das variáveis utilizadas no processo de avaliação do potencial de inovação das ideias.

Ma et al. (2017) utilizaram uma abordagem sistemática para o processo de tomada de decisão no projeto conceitual com base em uma matriz morfológica “difusa” (*fuzzy morphological matrix*).

Nesta pesquisa, a matriz morfológica é quantificada através da associação das propriedades dos princípios de solução com as informações das preferências do consumidor e das falhas do produto.

No método proposto, o projeto conceitual é conduzido em cinco etapas:

- 1) Construção da matriz morfológica;
- 2) Determinação dos pesos de importância das funções dos componentes;
- 3) Análise das preferências dos consumidores para os princípios de solução;
- 4) Análise dos riscos de projeto dos princípios de solução;
- 5) Construção do modelo de otimização multi-objetivo “difuso” (*fuzzy multi-objective*) para o projeto conceitual.

Nikander, Liikkanen e Laakso (2014) conduziram um estudo o qual buscou demonstrar que durante a avaliação de conceitos, os projetistas tendem a selecionar suas próprias ideias, preferindo, muitas vezes, se utilizar de métodos informais sem seguir os passos de um processo definido.

Back et al. (2008) listam algumas proposições simplificadas para a seleção de soluções, como:

As concepções são avaliadas por um grupo de consumidores/ usuários ou por outras organizações para a seleção da melhor concepção;

- a) A decisão pela melhor solução é realizada por um executivo da empresa;
- b) A alternativa atende a uma necessidade operacional para o sucesso da empresa;
- c) A alternativa atende ao requisito de ser uma extensão de uma linha de produtos;
- d) A concepção é escolhida pela intuição;
- e) As alternativas são votadas pelos membros da equipe de projeto;
- f) São construídos e testados protótipos de todas as alternativas. A escolha é definida pela que apresentar melhor resultado.

Justel et al. (2007a) descrevem quatro fases que qualquer método de seleção de conceitos deve apresentar:

- 1) Listar os conceitos a avaliar;
- 2) Eleger os critérios de seleção;
- 3) Definir o grau de cumprimento de cada conceito em relação ao critério de seleção;
- 4) Mediante um algoritmo de seleção, determinar o melhor conceito.

Os autores analisaram cinco métodos de seleção de conceitos. São eles:

- Métodos de Pugh;
- AHP - *Analytic Hierarachy Process*;
- Método de Pahl & Beitz;
- Métodos da matriz QFD (*Quality Function Deployment*);
- Método Fuzzy.

A partir daí, desenvolveram um estudo crítico no qual, a partir de um quadro comparativo, foram destacadas as características dos métodos analisados.

O Quadro 5 apresenta o referido estudo.

PASSOS		MÉTODOS							
		Métodos de Pugh					Métodos de QFD		
		Rating/weighting (1976)	Convergência controlada (1981)	Modificados Takai & Ishii (2004)			AHP. Saaty (1978)	Pahl & Beitz (1984)	
1	Alternativas conceituais	X	X	X	X	X	X	X	X
	Grau de novidade das alternativas							X	
	Correlação entre as alternativas conceituais						X		
2	Critérios de avaliação	X	X	X	X	X	X	X	X
	Grau de importância dos critérios (pesos)	X		X	X	X	X	X	X
	Critério custo apresentado como de maior importância			X					
	Definição de objetivos			X					X
	Parâmetros de medida do critério e unidades					X			
	O método obtém os pesos dos critérios				X			Kano	
3	Inter-relação alternativas x critérios	X	X	X	X	X	X	X	X
	Avaliação em relação aos objetivos								
	Avaliação dos conceitos aos pares		X	X	X				
	Avaliação referindo-se a valoração de funções					X			
4	Seleção do conceito	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variáveis de influência							X	
	Otimização do conceito		X				X		
Grau de dificuldade no uso		baixo	baixo	baixo/médio	baixo	médio	baixo	baixo	alto

Quadro 5 - Métodos de avaliação e seleção de conceitos
Fonte: Adaptado Justel et al. (2007b).

Ao analisar o quadro comparativo elaborado pelos autores, é possível destacar alguns pontos relevantes para o estudo em questão: i) apenas um dos métodos, proposto por Justel et al. (2006) destaca a avaliação do grau de novidade das alternativas; ii) todos os métodos atribuem pesos aos critérios, de modo a determinar graus de importância para realizar a seleção. A única exceção é o

método de Pugh (convergência controlada), na qual todos os critérios têm o mesmo peso; iii) na definição de pesos e valorações, a maioria dos métodos está sujeita à intuição e experiência da equipe de projeto.

Durante o processo de tomada de decisão, diferentes tipos de testes podem ser realizados, em distintas etapas do processo de projeto. Rozenfeld et al. (2006) destacam quatro tipos de testes mais gerais e que podem ser utilizados na etapa do Projeto Conceitual.

A Figura 9 ilustra as etapas das fases de projeto em que os testes podem ser empregados.

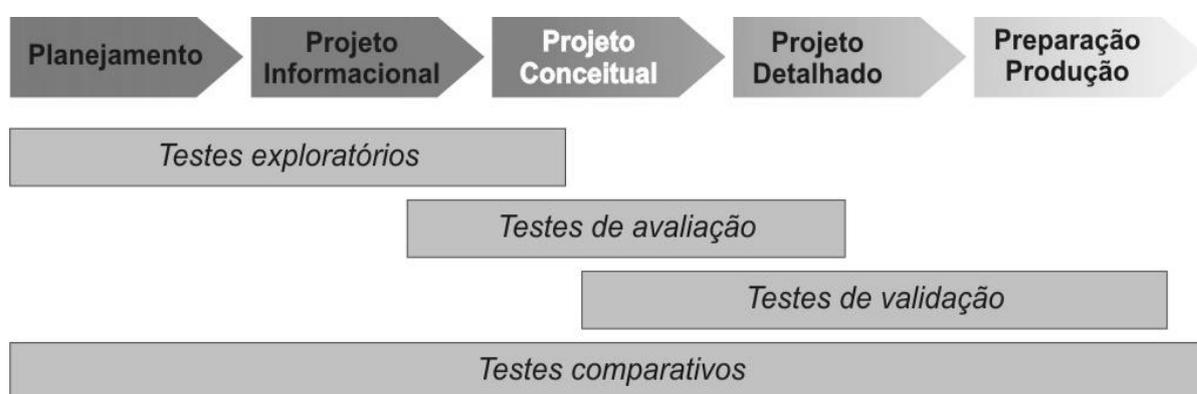


Figura 9 - Tipos de testes aplicados nas fases do PDP
Fonte: Rozenfeld et al. (2006).

a. Testes exploratórios: realizados no início do processo. Tem por objetivo explorar o potencial de possíveis ideias do produto de modo a identificar a interação do produto com o usuário. Trata-se de uma análise de grande importância pois, considerações incorretas sobre as necessidades dos clientes, repercutirão nas fases seguintes. Os dados tenderão a ser qualitativos;

b. Testes de avaliação: análise mais detalhada das soluções. Tem por objetivo certificar que as escolhas de projeto satisfaçam as considerações iniciais de modo a identificar se a solução escolhida satisfaz aspectos como: usabilidade, funcionalidade, necessidades do cliente, desempenho. Necessitam de modelos mais detalhados que os testes exploratórios. Fazem uso de simulações, *mock ups*. As informações obtidas são qualitativas, baseadas em observação, discussão e entrevistas;

c. Testes de validação: realizados na fase final do processo de desenvolvimento. Tem por objetivos constatar se todas as especificações foram

atendidas, de modo a verificar a funcionalidade e o desempenho da versão que será produzida. Sendo assim, o produto deverá ser representado o mais próximo possível da sua configuração final;

d. Testes comparativos: podem ser realizados em qualquer etapa do processo. Tem por objetivo comparar uma concepção, produto ou elemento com outra alternativa, podendo esta ser uma alternativa de referência ou um produto existente. Os testes comparativos auxiliam no entendimento de vantagens e desvantagens de diferentes alternativas de solução.

Vale ressaltar que os testes aqui citados podem ser utilizados durante a fase de Projeto Conceitual, em diferentes momentos, seja no início, para definir as concepções, seja na fase final, para selecionar a melhor alternativa.

Pahl et al. (2005) afirmam que não há um método absolutamente seguro que impeça que decisões erradas sejam tomadas.

Mas, o uso de métodos de seleção sistemáticos e verificáveis possibilita um melhor gerenciamento dessa atividade. Para tanto, propõem que o método de seleção passe por duas atividades: eliminação e priorização. Neste processo, primeiro descartam-se as soluções inadequadas. Caso ainda haja muitas soluções, dá-se preferência apenas às melhores para, na sequência, serem novamente avaliadas.

Rozenfeld et al. (2006) também apontam para o uso de métodos ou procedimentos sistemáticos que possam auxiliar o processo de tomada de decisão.

Apesar do grau de abstração ainda existente nessa fase, os conceitos submetidos à avaliação e seleção devem ser valorados de forma compreensiva, além de serem expressos usando uma mesma linguagem e com o mesmo nível de abstração. Se este requisito não for devidamente observado, tende-se a privilegiar determinadas concepções e induzir o processo de seleção.

É possível realizar uma comparação de alternativas de duas formas: absoluta e relativa. “Na comparação absoluta, cada conceito diretamente comparado com algum tipo de informação, conhecimento, experiência e, dependendo do caso, alguns requisitos. O segundo tipo é caracterizado pela comparação dos conceitos entre si” (ROZENFELD et al., 2006, p.281).

Stevanović, Marjanović e Storga (2016b) realizaram um estudo, por meio de entrevistas, que buscou identificar o modo como as empresas croatas realizam a avaliação e seleção de ideias.

Os resultados apontaram o seguinte: 65% das empresas selecionam ideias com base em decisões da gestão empresarial; 50% com base na avaliação e experiência de especialistas; 40% a partir dos pedidos dos clientes; 35% a partir das necessidades do mercado; 15% com base na intuição; e 4% utilizam algum tipo de sistema de apoio.

Nikander, Liikkanen e Laakso (2013) investigaram o processo de decisão para a seleção de conceitos. A partir de um experimento realizado com 16 profissionais da área de projeto, os autores buscaram identificar como ocorre o processo de seleção de alternativas conceituais. Foram apontados critérios implícitos e explícitos, os quais orientaram a seleção de alternativas.

Neste contexto, o critério novidade foi o mais utilizado seguido de viabilidade e usabilidade, o que atesta que a busca pela solução conceitual que apresente algum grau de novidade é um dos principais requisitos a serem cumpridos no desenvolvimento de produtos.

Kudrowitz e Wallace (2013) apresentaram uma métrica denominada NUF (*novel, useful, feasible*) na qual cada ideia deve ser avaliada rapidamente a partir de três atributos – novidade, utilidade e viabilidade. Trata-se de uma métrica destinada a fazer uma primeira triagem quando o conjunto solução contém grande quantidade de ideias.

Neste caso, vale destacar o fato de “novidade” ser um dos atributos dentro do processo de seleção de concepções.

Um meio de avaliar alternativas é pelo Método da Matriz de Decisão. As alternativas são colocadas na primeira linha e os critérios de avaliação na primeira coluna.

Como critérios de avaliação são colocados os requisitos de projeto, além de outros critérios como estética, ergonomia, necessidades dos clientes, entre outros. Trata-se de um método no qual, a partir de uma concepção escolhida como referência faz-se a avaliação das demais concepções.

Para cada critério de avaliação, a concepção é “melhor que” (usa-se um sinal de +), “igual a” (usa-se 0) ou “pior que” (usa-se um sinal de -) a concepção de referência. As concepções que obtiverem maior quantidade de sinais (+) excedendo o de (-) podem ser consideradas mais adequadas.

A interpretação deve considerar o seguinte:

a. Para a(s) alternativa(s) que tiver maior quantidade de (+) deve-se observar quais aspectos dessa alternativa são melhores que os da referência. O mesmo vale para a(s) alternativa(s) que tiver maior quantidade de (-);

b. Se em determinado critério há empate no escore, deve-se examinar este critério buscando identificar ambiguidades de modo a clarificá-lo melhor. Vale, também, ressaltar o grau de importância que este critério representa para o projeto em questão;

c. É possível selecionar a concepção que obteve maior pontuação e, numa nova avaliação, utilizá-la como referência de modo a identificar o melhor conceito.

A Tabela 2 ilustra um Modelo de Matriz de Decisão na qual é possível identificar que as Soluções SB e PG foram as que obtiveram maior pontuação.

Tabela 2 - Modelo de Matriz de Decisão

		Concepções					
		Solução de referência	Solução AL	Solução <u>SB</u>	Solução JK	Solução <u>PG</u>	
CRITÉRIOS	01	Concepção formal	0	+	+	-	+
	02	Facilidade de uso	0	-	0	-	+
	03	Desempenho da função	0	-	+	+	+
	04	Facilidade de montagem	0	0	+	0	-
	05	Sustentabilidade	0	-	0	-	+
	Soma de (+)	0 (+)	1 (+)	3 (+)	2 (+)	4 (+)	
	Soma de (-)	0 (-)	3 (-)	0 (-)	3 (-)	1 (-)	
	Soma de (0)	5 (0)	1 (0)	2 (0)	1 (0)	0 (0)	
	Resultado final	0 (+)	2 (-)	3 (+)	1 (-)	3(+)	

Fonte: adaptado de Rozenfeld et al. (2006).

Nesta avaliação, o sinal de (+) e o de (-) não indicam o quanto melhor ou pior é a concepção em relação à referência. Outra questão importante está relacionada ao peso dos critérios que, num primeiro momento são iguais.

É possível estabelecer um peso diferente para cada critério. Neste caso, o peso total é a soma de cada escore multiplicado pelo peso determinado para cada critério (Rosenfeld et al., 2006).

Ainda assim, a própria equipe de projeto é quem determina quais são os critérios mais relevantes, bem como os pesos serão distribuídos.

Ou seja, mesmo havendo uma ferramenta que busca sistematizar este processo ainda se evidencia certo grau de intuição na definição dos pesos e critérios.

Back et al. (2008) recomendam que o processo de seleção de alternativas aconteça em duas etapas. Na primeira etapa, de forma qualitativa, é realizada uma triagem das soluções de modo a identificar as que atendem aos critérios gerais estabelecidos.

Em seguida, as soluções que passaram pela triagem são ordenadas adotando-se métodos quantitativos de avaliação.

Os métodos adotados na primeira etapa são mais intuitivos (listagem de prós e contras, melhor ou pior). Já, os adotados na segunda etapa envolvem a atribuição de pesos, valoração de critérios, de modo a ordenar as concepções.

Para iniciar a triagem, devem-se estabelecer os critérios que permitam distinguir e selecionar as soluções que seguirão para a segunda etapa.

Back et al. (2008) recomendam adotar critérios genéricos e qualitativos em menor número, de modo a facilitar este processo.

Os critérios devem ser claros, independentes, não ambíguos e igualmente aplicáveis a todas as concepções (PAHL et al., 2005; BACK et al., 2008).

O Quadro 6 apresenta um conjunto de critérios que representam atributos típicos de produtos e que podem servir de referência na determinação dos elementos de avaliação.

Recomenda-se o desdobramento dos critérios generalizados em critérios específicos bem como a determinação de parâmetros de avaliação dos mesmos.

Esse desdobramento permite uma melhor compreensão dos critérios genéricos. Os critérios específicos devem estar embasados nas especificações de projeto.

Classes de atributos	Atributos	Comentários
Atributos básicos	Funcionalidade	Funções, operações, desempenho, eficiência
	Ergonomia	Ergonomia de uso
	Esteticidade	Aparência, estilo, cores
	Segurança	Princípios de segurança, proteção, atos inseguros
	Confiabilidade	Taxas de falhas, redundâncias
	Legalidade	Atendimento às leis de segurança, comércio
	Patenteabilidade	Inovação passível de privilégio
	Normalização	Atendimento às normas internas, de transporte e de comércio
	Robustez	Pouco sensível aos fatores do meio ambiente
	Impacto ambiental	Atende às normas ambientais, poluição, conservação
Atributos do ciclo de vida	Fabricabilidade	Fácil, precisa e de baixo custo
	Montabilidade	Montagem fácil e econômica
	Embalabilidade	Embalagem fácil, compacta, econômica e segura
	Transportabilidade	Adequado aos meios de transporte e manipulação
	Armazenabilidade	Conservação, ambientes, manipulação
	Vendabilidade	De fácil venda e exposição
	Usabilidade	Fácil operação, aprendizado
	Mantenabilidade	Manutenção fácil, rápida e segura
	Reciclabilidade	Produto, componente, resíduos recicláveis
	Descartabilidade	Descarte sem contaminação ou dano ao meio ambiente
Atributos específicos	Geometria	Forma, arranjo, dimensão, espaço
	Cinemática	Movimentos, direção, velocidade, aceleração
	Forças	Direção, magnitude, frequência, rigidez, peso
	Energia	Fontes, potência, rendimento, armazenamento
	Materiais	Propriedades físicas e químicas, contaminações
	Sinais	Entrada, saída, forma, apresentação, controle
	Automação	Manual, índice de automação
	Tempo	Tempo de desenvolvimento, data de entrega

Quadro 6 - Atributos de produtos industriais

Fonte: Back et al., 2008

Pahl et al. (2005) apontam que o total de critérios na fase conceitual não deverá ser um número elevado, indicando entre oito a 15 critérios como sendo uma quantidade razoável.

O Quadro 7 apresenta um exemplo de critérios genéricos desdobrados em critérios específicos juntamente com os parâmetros referentes a cada desdobramento.

Nº	Critérios generalizados típicos	Critérios específicos típicos	Dimensões dos critérios específicos Tipo/ (Unidade)
1	Atendimento à função	Sequência das operações Tempos de execução Precisão de movimentos Velocidade de movimentos	Qualitativo Quantitativo (s) (micrômetro ou rad) Quantitativo (rad/s ou m/s)
2	Tecnicamente viável	Princípio de solução viável Materiais disponíveis Fabricação e montagem viável	Qualitativo Qualitativo Qualitativo
3	Viabilidade econômica	Custo mínimo de produção Tempo de retorno de investimento Lucro sobre investimento	Quantitativo (R\$) Quantitativo (meses) Quantitativo (%)
4	Fácil manutenção	Custo de manutenção preventiva Custo de manutenção corretiva Tempo médio de manutenção preventiva Tempo médio de manutenção corretiva	Quantitativo (R\$) Quantitativo (R\$) Quantitativo (h-homem) Quantitativo (h-homem)
5	Alta confiabilidade	Probabilidade de sucesso Taxa de falhas Tempo médio entre falhas Criticabilidade das falhas	Quantitativo (%) Quantitativo (falhas/hora de operação) Quantitativo (h) Qualitativo
6	Boa aparência	Forma plástica agradável Unidade de composição Contraste de cores	Qualitativo Qualitativo Qualitativo
7	Fácil uso	Arranjo dos controles Aprendizado de uso fácil Forças de acionamento Fácil leitura de mostradores	Qualitativo Qualitativo Quantitativo (N) Qualitativo
8	Apropriado ao meio ambiente	Processo de fabricação não poluente Mínimo consumo de energia Mínimo custo de reciclagem Mínimo de contaminação	Qualitativo Quantitativo (J) Quantitativo (R\$) Qualitativo
9	Fácil transporte	Fácil manipulação Dimensões compactas Resistência à aceleração	Qualitativo Quantitativo (m ³) Quantitativo (m/s ²)
10	Alta inovação	É patenteável Diferenciação tecnológica adequada	Qualitativo Qualitativo
11	Segurança	Atende às normas Baixo risco de acidentes	Qualitativo Qualitativo
12	Fácil armazenagem	Sem acondicionamento de ambientes Altura de empilhamento	Qualitativo (m)

Quadro 7 - Exemplos de critérios generalizados e específicos

Fonte: Back et al. (2008).

O método de triagem adotado pode ser pelo atendimento ou não das funções do produto ou utilizando um método sistemático como a Matriz de Decisão descrita anteriormente (ver

Tabela 2). Na segunda fase do processo de seleção, o número de soluções submetidas à avaliação tende a ser reduzido. As soluções aprovadas na primeira fase deverão ser analisadas de forma mais detalhada, por meio da identificação dos princípios de solução dos subsistemas, das tecnologias e riscos envolvidos no desenvolvimento, fabricação e uso do produto.

Back et al. (2008) apontam que na segunda etapa da seleção, para a redação e definição do critérios, a seguintes diretrizes devem ser adotadas:

- a. Os critérios específicos deverão ser desdobrados dos critérios generalizados;
- b. Os critérios específicos devem compreender, de forma mais completa possível, as limitações e especificações importantes, de modo que nenhum critério essencial seja ignorado;
- c. Se possível, deve haver independência entre os critérios, de modo que alterações sofridas por um critério não interfiram nos demais;
- d. Os parâmetros utilizados para expressar os critérios deverão ser, preferencialmente, quantitativos, mensuráveis e positivos;
- e. Na impossibilidade de expressar os parâmetros de modo quantitativo, os mesmos deverão ser expressos em termos verbais qualitativos.

De acordo com Back et al. (2008), a Equação (1) é mais indicada por ser simples, propiciar um adequado ordenamento e menor custo de utilização.

$$U_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot u_{i,j} \quad (1)$$

Onde:

U_j é o valor da função utilidade da concepção alternativa j ;

$u_{i,j}$ é o valor atribuído ao critério i da concepção alternativa j ;

w_i é o peso de importância do critério i ;

n é o número de critérios específicos adotados;

$j = 1$ a m , onde m é o número de concepções submetidas à avaliação.

Quando os critérios são definidos, é importante salientar que não terão o mesmo peso ou grau de importância. Assim, a equipe de projeto deve determinar os pesos para cada critério. Recomenda-se a formação de uma equipe de avaliadores, com especialistas e que sejam fora da equipe de desenvolvimento do projeto. Para os valores aplicados, eliminam-se os de grande variância e determina-se a média.

Esses valores podem ser percentuais, em escalas de 1 a 5, de 0 a 10. Com maior frequência são adotados valores de 0 a 1, conforme mostra a Equação 2:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

Onde:

i é i -ésimo critério

n é o número de critérios

w_i = peso de importância do critério i

Para Back et al. (2008), os critérios de seleção são indicados em linhas e colunas (X_1, X_2, X_n). Cada critério é comparado aos demais, devendo ser decidido qual é o de maior importância a cada comparação.

Para o critério mais importante é conferido o valor 1 sendo dado o valor 0 ao outro. Quando há igualdade de importância, o valor atribuído a cada é 0,5. Deste modo, preenchem-se todas as células da matriz. Somam-se os valores atribuídos, obtendo-se S_i (pesos absolutos). Para determinar os pesos relativos dos critérios, utiliza-se a Equação 3:

$$w_i = \frac{S_i}{\sum_{j=1}^n S_j} \quad (3)$$

Onde:

n é o número de critérios

$j= 1$ a m (m é o número de concepções submetidas à avaliação)

Da importância relativa dos critérios, é produzida a comparação aos pares montando uma matriz. A Tabela 3 ilustra um caso hipotético de matriz de avaliação no qual na última coluna é possível obter os pesos de importância dos critérios de seleção:

Tabela 3 - Matriz de avaliação por comparação dos pesos dos critérios de seleção

	Critérios X_i						Soma da linha	Pesos	
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	S_i	W_i	
Critérios, X_i	X_1	-	1	0	0,5	1	0	2,5	0,167
	X_2	0	-	1	1	0	1	3	0,200
	X_3	1	0	-	1	0	0	2	0,133
	X_4	0,5	0	0	-	0,5	1	2	0,133
	X_5	0	1	1	0,5	-	0	2,5	0,167
	X_6	1	0	1	0	1	-	3	0,200

Fonte Back et al. (2008).

Para os critérios qualitativos, adotam-se conceitos para computar a valoração. A Tabela 4 apresenta os conceitos e seus respectivos valores. Critérios como estética, ergonomia, materiais disponíveis são exemplos de critérios qualitativos.

Tabela 4 - Valoração dos critérios qualitativos

Valoração qualitativa dos critérios	Valoração numérica dos critérios
Satisfatório	1
Regular	2
Bom	3
Muito bom	4
Excelente	5

Fonte: Back et al. (2008).

Após completar a valoração e a determinação dos pesos de importância dos critérios, faz-se o cálculo do valor da função utilidade das soluções de modo a definir a classificação das mesmas.

A Figura 10 apresenta um exemplo hipotético partindo do pressuposto que as três melhores soluções da Tabela 2 foram submetidas à segunda triagem obedecendo à equação (1).

Deste modo, é possível compreender como podem ser obtidos os valores da função utilidade bem como a classificação das concepções.

Critérios de seleção	Pesos dos critérios w_i	Concepções geradas								
		Solução SB			Solução de referência			Solução PG		
		$A_{i,1}$	$u_{i,1}$	$w_i * u_{i,1}$	$A_{i,2}$	$u_{i,2}$	$w_i * u_{i,2}$	$A_{i,3}$	$u_{i,3}$	$w_i * u_{i,3}$
X_1	w_1									
X_2	w_2									
X_3	w_3									
X_4	w_4									
X_5	w_5									
Valor da função utilidade		$\sum_{i=1}^n w_i * u_{i,1}$			$\sum_{i=1}^n w_i * u_{i,2}$			$\sum_{i=1}^n w_i * u_{i,3}$		
Classificação das concepções		1ª Posição			3ª Posição			2ª Posição		

Figura 10 - Exemplo de determinação dos valores da função utilidade
Fonte: adaptado de Back et al. (2008).

A determinação da função utilidade permite que a equipe de projeto identifique as melhores concepções. Mas, não se deve considerar a concepção que obteve melhor pontuação como sendo a definitiva. Back et al. (2008) recomendam validar e comparar os resultados da valoração por meio de uma análise de sensibilidade.

Pahl et al. (2005) apontam para uma avaliação segundo as ideias de valor a qual utiliza a escala de pontos da diretriz VDI 2225, a partir de uma escala de 0 a 4 pontos na qual: i) 0 insatisfatória; ii) 1 solução ainda sustentável; iii) 2 suficiente; iv) 3 boa; e v) 4 muito boa (ideal). Nesta escala é comum o uso de valores intermediários, como quando existem inúmeras variantes ou o grupo de avaliação não chega a um consenso com relação a um valor inteiro. Pode-se, então, indicar uma tendência por meio de setas (para cima ou para baixo) ao lado da pontuação. A Figura 11

apresenta um exemplo de aplicação desta escala para uma torneira misturadora de comando único. No exemplo, os critérios de avaliação recebem uma pontuação que varia entre 0 e 4. Quando há uma tendência na avaliação, usam-se setas e na incerteza de pontuação, é colocado um ponto de interrogação.

TH Darmstadt MuK		Lista de avaliação para torneira misturadora de comando único										Folha 1 Página 1				
Pela ordem do título na lista de verificação		P variante presente (P) possível após melhorias			A		B		C		D		E		F	
N	Critério de avaliação	g	P	(P)	P	(P)	P	(P)	P	(P)	P	(P)	P	(P)	P	(P)
Função	1	Confiabilidade do fechamento sem gotejamento	1	1		3		3	V		1					
Princípio de trabalho	2	Confiabilidade da reprodutibilidade da ajustagem (não sensível à presença de cálcio, poucos pontos sujeitos a desgaste)	1	2		3		2	V	3	3					
Desenho	3	Pequena demanda de espaço (também com a variação)	1	3↑		2		2			4					
Produção	4	Poucos componentes	1	1		2		1	S		4					
	5	Produção simples	1	2		3		2	1?	4						
Montagem	6	Fácil montagem	1	2		3		2	2↑ B	3						
Utilização	7	Operação confortável (manuseio prático, ajustagem sensível, pequenos esforços no uso)	1	1		3		4		2						
	8	Conservação simples (fácil limpeza)	1	4↓		2		3	V	2						
Conservação	9	Assistência simples (ferramentas normais, não é necessário desmontar conexões)	1	1		3		2	S	1? B	3					
	10															
	11															
	12															
	13															
	14															
? Avaliação incerta		$P_{m\acute{a}x} = 4$	Σ	16		24	(26)	21	(23)	20	(26)					
↑ Tendência: melhorar		W_t		0,45		0,67		0,58		0,56						
↓ Tendência: piorar		Colocação por pontos		4		1	(1)	2	(3)	3	(2)					
Observações, razões (B), pontos fracos (S), melhorias (V), para as variantes/critério (p.ex.: E3)																
C1	Prever vedação de borracha															
B4	Simplificar mecanismo de alavanca															
D6/D9	Posição da esfera não definida na montagem															
B8	Melhorar com B4															
D9	Fixação da alavanca inadequada do ponto de vista da montagem															
Decisão	Solução B: continuar seu desenvolvimento em escala com melhorias nos sistemas de controle. Solução D: estudar possibilidades de fabricação, apresentação dentro de 2 meses															
Data:	11.10.1973			Executante: Dhz												

Figura 11 - Exemplo de avaliação de variantes conceituais
Fonte: Pahl et al. (2005).

Desta forma, é possível identificar na literatura possíveis métodos de avaliação geral de alternativas conceituais.

Dentre os métodos apresentados, quando a inovação se faz presente, é tratada como um dos critérios generalizados de avaliação (ver Quadro 7 item 10), não sendo abordada como foco principal. Sendo assim, é identificada uma oportunidade de pesquisa na qual o processo de avaliação de alternativas ocorra com enfoque na busca pela concepção de maior potencial inovador.

2.4 CONSIDERAÇÕES E OPORTUNIDADES DE PESQUISA

A partir dos conceitos levantados neste capítulo, é possível identificar que o tema inovação engloba considerações diversas.

Para que haja inovação na área de produtos, não há, necessariamente, o imperativo de uma inovação radical. A inovação de produtos pode estar presente em alterações ou melhoramentos feitos em produtos existentes. Do mesmo modo, deve haver um ambiente corporativo propício à inovação.

Não obstante, o processo de inovação deve ser contínuo e sistemático, sendo presente desde a definição do produto, passando por todas as etapas que envolvem o desenvolvimento do produto. Para que isso ocorra, é necessário haver uma metodologia definida, de modo a conduzir as etapas e mapear as decisões tomadas em cada fase do processo de projeto.

A partir da revisão de literatura direcionada ao projeto conceitual é possível perceber que, apesar do alto grau de abstração existente, muitas das decisões que nortearão todo desenvolvimento de produto são endereçadas nesta etapa.

Aponta-se a existência de ferramentas que colaboram para o processo de tomada de decisão por meio de parâmetros ou atributos desejáveis no produto em questão. Estes parâmetros possibilitam uma avaliação qualitativa e quantitativa das soluções propostas por meio de pesos e valoração dos atributos.

Entretanto, inovação é apresentada como um dos parâmetros de avaliação. A equipe de projeto pode até mesmo examinar alguns critérios vinculados à inovação durante o processo de seleção de alternativas. Mas, conforme a formação da equipe de projeto (engenheiros, *designers*, técnicos, administrativos) pode haver uma tendência em se privilegiar determinados critérios em detrimento de outros. Isto

pode tornar este processo de tomada de decisão bastante guiado pela intuição e pela subjetividade de cada membro da equipe.

Isto posto, é identificada uma oportunidade de pesquisa através da qual é possível definir elementos voltados ao âmbito da inovação de modo que, independente da configuração da equipe de projeto, seja possível permitir uma análise criteriosa e mensurável das concepções submetidas à avaliação quando o foco passa a ser inovação. Vale ressaltar que o objetivo deste estudo não é garantir que a concepção selecionada contemple uma inovação radical, mas sim que a alternativa possui maior potencial inovativo em relação às demais do conjunto solução avaliado.

3 ABORDAGENS DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE INOVAÇÃO

Neste capítulo são apresentados métodos e ferramentas que possibilitam mensurar qualitativamente e/ou quantitativamente o potencial de inovação. Alguns dos métodos estão voltados à gestão da inovação, enquanto outros são direcionados a mensurar o grau de inovação, bem como direcionar a seleção de alternativas na etapa conceitual.

3.1 MÉTODOS E FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DA INOVAÇÃO

A literatura aponta a existência de ferramentas que permitem mensurar os esforços das empresas em inovação. Deste modo, é possível fazer um diagnóstico cujo objetivo é realizar um mapeamento global da inovação.

Na sequência, são apresentados e analisados alguns modelos os quais permitem identificar esforços voltados à inovação, bem como ferramentas que permitem uma avaliação e seleção de alternativas com potencial inovador.

3.1.1 Modelos voltados à gestão da inovação

Carvalho, Reis e Cavalcante (2011) destacam algumas ferramentas. São elas: indicadores Pintec (Pesquisa de Inovação Tecnológica), Diagnóstico Nugin, Diagnóstico Octógono da Inovação e Diagnóstico GIT.

Os **indicadores Pintec** avaliam o comportamento inovador das empresas brasileiras. As empresas são avaliadas dentro dos seguintes aspectos: i) estratégias adotadas; ii) esforços compreendidos; iii) incentivos; iv) resultados obtidos; e v) obstáculos.

Os indicadores utilizados podem ser: i) qualitativos, a partir da percepção pessoal do respondente; ou ii) quantitativos, com informações mais precisas. Estes indicadores são obtidos por meio de questionários ou entrevistas.

Estes indicadores visam auxiliar a empresa a estabelecer uma comparação de seus produtos e resultados com o de outras empresas do mesmo setor ou região, permitindo perceber sua posição competitiva e orientando esforços para melhorar seus indicadores.

Para as empresas de pequeno e médio porte os autores sugerem utilizar os indicadores propostos na **Metodologia Nugin** (apresentada na seção 2.1.3 deste documento).

São três conjuntos de indicadores: entradas, processos e saídas. Cada conjunto de indicadores possui fórmulas que permitem mapear os esforços de modo quantitativo, bem como a periodicidade em que estes indicadores são medidos (i.e. percentual de ideias geradas que foram aprovadas. O indicador é mensurado mensalmente através do $(\text{número de ideias aprovadas}) / (\text{número de ideias geradas}) \times 100$. Essa auto avaliação permite o monitoramento dos esforços, processos e resultados voltados à inovação.

O **Diagnóstico Octógono da Inovação** permite uma visualização gráfica do desempenho da empresa em relação a oito dimensões da inovação: i) liderança; ii) estratégia; iii) relacionamento; iv) cultura; v) pessoas; vi) estrutura; vii) processo; e viii) financiamento.

Para o diagnóstico, são aplicadas 24 questões agrupadas segundo as oito dimensões. Para cada dimensão foram direcionadas três questões; para cada questão, deve ser aplicada uma nota que varia de 1 a 9.

Depois de respondidas as questões, é então calculada a média das três respostas agrupadas em cada dimensão.

Na sequência, é elaborado um gráfico radar de modo a identificar quais das dimensões a empresa avaliada está bem e em quais dimensões deve haver um redirecionamento no sentido de impulsionar as atividades que conduzam a um ambiente de maior estímulo à inovação.

Dentre as 24 questões descritas, aquelas relacionadas à dimensão processo estão vinculadas ao uso de ferramentas de gestão de projetos voltados à inovação, avaliações sistemáticas dos resultados e, especificamente, a questão 20 aborda a existência (ou não) de um processo estruturado para geração e seleção das melhores ideias.

A Figura 12 ilustra um exemplo hipotético de um gráfico radar e destaca as questões envolvidas na dimensão processo, as quais estariam relacionadas à sistematização dos esforços de inovação, bem como à identificação de um processo estruturado de seleção de ideias. Neste caso, a avaliação obteve nota 6,9 como sendo a pontuação máxima.

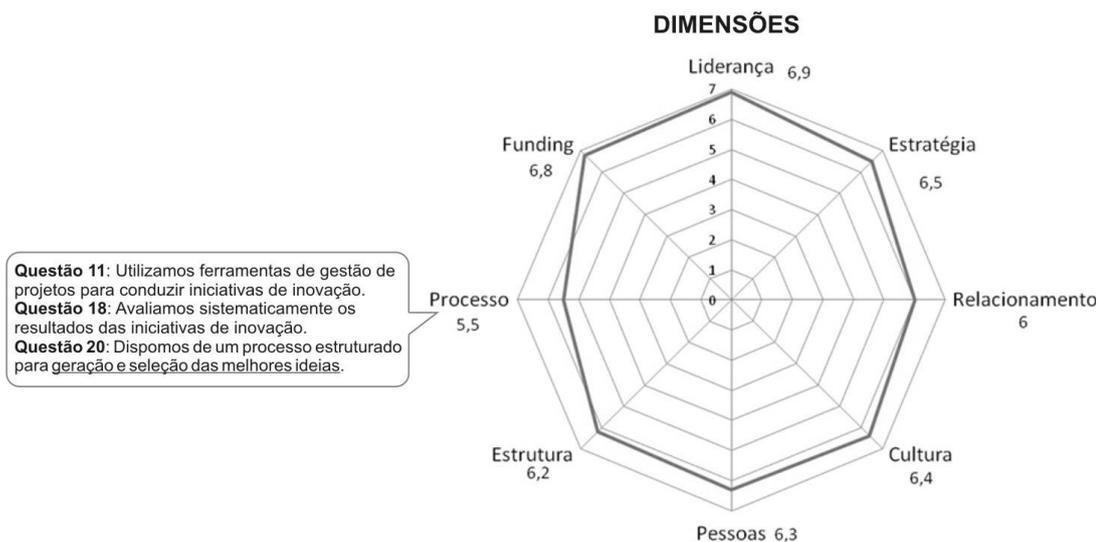


Figura 12 - Gráfico radar gerado no Octógono da Inovação
 Fonte: Adaptado de Scherer; Carlomagno (2009)

O **Diagnóstico GIT** (Gestão da Inovação Tecnológica) surgiu no curso de Especialização em Gestão Estratégica de Tecnologia e Inovação numa parceria entre IEL/PR, UTFPR e Finep. O objetivo do diagnóstico está em conhecer a capacidade que as empresas (cujos colaboradores eram participantes do curso de especialização) têm em gerar inovações. Para isso, foi criado o IIE (Índice de Inovação na Empresa), formado pelo agrupamento de oito Indicadores de Esforços de Inovação (IEI) e seis Indicadores de Resultados da Inovação (IRI). Alguns indicadores partiram da terceira edição do Manual de Oslo (OCDE; FINEP, 2005). Outra fonte de referência são os indicadores utilizados no relatório Pintec de 2005 (Pesquisa de Inovação Tecnológica), o qual faz uso da metodologia indicada pelo MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia) e pela Finep (Financiadora de Estudos e Projetos – Ministério da Ciência e Tecnologia). Os dados foram levantados e trabalhados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) a partir de uma pesquisa realizada em 2005 com 92 mil empresas brasileiras. Para cada indicador e subindicador foi atribuído um peso de acordo com os estudos do Prof. Ruy Quadros da UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), publicados no Índice Brasileiro de Inovação e nos estudos do Núcleo de Gestão de Tecnologia e Inovação da UTFPR (FAYET, 2010). A metodologia de cálculo para os indicadores com a indicação de como foram calculados os pesos encontra-se no Anexo 1. A Tabela 5 apresenta os indicadores, seus objetivos e os pesos atribuídos.

Tabela 5 - Indicadores que compõem o índice de inovação na empresa

	Indicador	Descrição	Objetivos	Peso
Indicadores de Esforços em Inovação (IEI) IEI=IRH+IPD+TIR+COI+EFI+CUL+PGT+GMI	IRH	Recursos humanos destinados à P&D&I	Verificar quais são os recursos humanos da empresa que trabalham exclusivamente com P&D&I.	0,1
	IPD	Investimento financeiro em P&D&I	Verificar o quanto a empresa em questão investiu em P&D&I nos últimos três anos, considerando a porcentagem de seu faturamento.	0,4
	TIR	Tipo de investimento realizado	Identificar onde a empresa empregou seu capital destinado a P&D&I nos últimos três anos.	0,1
	COI	Configuração Organizacional favorável à Inovação	Verificar em que nível organizacional a P&D é tratada na empresa.	0,05
	EFI	Estrutura física de empresa destinada à P&D&I	Apresentar a estrutura física que é destinada exclusivamente à P&D&I.	0,05
	CUL	Cultura organizacional voltada para a inovação	Avaliar cinco subindicadores referentes às inovações da empresa: comunicação, processo decisório, recompensas e incentivos, autonomia para inovar e atitudes para obter inovações.	0,1
	PGT	Práticas de gestão da tecnologia e inovação	Verificar qual o conhecimento e a experiência que a empresa possui em diversas práticas de gestão da tecnologia (Análise de Ciclo de Vida do Produto, Matriz de Decisão, Gestão de Portfólio, entre outras).	0,1
	GMI	Grau de maturidade nos processos de inovação	Avaliar a maturidade dos processos de inovação	0,1
Indicadores de Resultados da Inovação (IRI) IRI=NPI+PFI+EIP+VTT+PAT+PRE	NPI	Número de projetos de inovação	Verificar quantos e quais foram os projetos de inovação realizados pela empresa nos últimos três anos.	0,1
	PFI	Porcentual de faturamento advindo de novos produtos	Verificar qual o porcentual de faturamento advindo de novos produtos nos últimos três anos.	0,4
	EIP	Economia de custos decorrente de inovação em processos internos	Verificar a economia que a empresa apresentou nos últimos três anos advindo de inovações em processo.	0,15
	VTT	Venda de tecnologia própria para terceiros	Avaliar se a empresa vendeu tecnologia própria para terceiros nos últimos três anos.	0,1
	PAT	Número de patentes requeridas ou concedidas	Verifica quantas patentes foram requeridas pela empresa nos últimos três anos.	0,15
	PRE	Prêmios recebidos relacionados à inovação	Verifica quantos prêmios referentes à inovação a empresa recebeu nos últimos três anos.	0,1

Fonte: Adaptado de Carvalho; Reis e Cavalcante (2011) e Fayet (2010).

A partir daí, determina-se o Índice de Inovação na Empresa (IIE), com valor máximo 1, pelo cálculo da Equação 4:

$$IIE = (0,5 \times IEI) + (0,5 \times IRI) \quad (4)$$

O IEI e o IRI são obtidos através da soma dos indicadores apresentados na Tabela 5, respeitando os respectivos pesos. O diagnóstico foi aplicado a 29 empresas do Estado do Paraná, de setores diversos.

Na sequência, a metodologia propõe um gráfico de radar como forma visual de identificação dos indicadores de menor pontuação.

Sabadka (2012) aponta métricas como ferramenta de gestão da inovação, as quais incluem:

1) Planejamento: participação das principais partes interessadas na criação de métricas que dêem suporte às fontes de criação de valor e implementação de estratégia de negócios.

2) Monitoramento: atividade estruturada de medição e avaliação de parâmetros de negócios de inovação e comparação com metas. Deste modo é possível definir as modificações necessárias de estratégias e projetos.

3) Implementação e aprendizagem: o feedback contínuo avalia o progresso e uma nova oportunidade para inovações.

Rejeb et al. (2008) destacam um processo de avaliação das melhores práticas de inovação por meio de uma lista de 13 práticas de referência em inovação.

As práticas são subdivididas em subpráticas diretamente observáveis e mensuráveis.

O Quadro 8 apresenta as 13 práticas e algumas subpráticas desmembradas (são apresentadas 45 de um total de 129).

A pontuação é definida da seguinte forma: um, quando uma subprática é alcançada (o fenômeno é observado) e zero na situação oposta.

Assim, para obter uma pontuação global de inovação, dois níveis de agregação são necessários.

Prática	Subprática
1. Tarefas de projeto são organizadas/ planejadas	1.1 Relatórios sobre novos processos de produção do projeto
	1.2 Relatório sobre as novas funções da concepção do produto
	1.3 Uso de CAD
	1.4 Uso de análise funcional
	1.5 <i>Roadmap</i> tecnológico estruturado
2. É realizado acompanhamento de projetos	2.1 Processos de gestão de projetos formalizados
	2.2 Controle das despesas
	2.3 Atividades de monitoramento de futuros custos
	2.4 Revisões estruturadas dos projetos
3. Integração das decisões estratégicas	3.1 Informações estratégia são repassadas à equipe de projeto
	3.2 Reuniões estratégicas ocorrem entre CEOs e os gestores de projeto
	3.3 Uso de ferramentas de apoio à decisão para definir a estratégia da empresa
	3.4 O uso de ferramentas de gerenciamento de valor
4. Projetos de gestão de portfólio	4.1 Portfólio é revisado pela alta gerência
	4.2 Um gerente é alocada à coordenação de portfólio
	4.3 Os indicadores de desempenho são utilizados
	4.4 Os projetos são coerentes devido às reuniões inter-projetos
5. Ações retrospectivas sobre o processo de inovação	5.1 As reuniões são realizadas para analisar as atividades de desenvolvimento
	5.2 Especialistas em metodologias atendem às reuniões internas
	5.3 <i>Wise groups</i> atendem aos gerentes de projeto
6. Contexto adequado e condições de trabalho	6.1 Cada projeto tem um gerente
	6.2 Equipes de projetos são compostas por membros de diferentes departamentos
	6.3 Grupos de risco são incentivados
7. Alocação de competências necessárias para o processo de inovação	7.1 A equipe é contratada de acordo com as competências necessárias para os projetos futuros
	7.2 Treinamentos estão previstos para desenvolver habilidades relativas à inovação para projetos futuros
	7.3 É incentivada a mobilidade para os altos gestores
8. Apoio aos inovadores	8.1 A inovação é estimulada através da mídia (Intranet, Magazines)
	8.2 Os inovadores são recompensados
	8.3 São disponibilizados recursos materiais aos inovadores
9. É assegurado aprendizado coletivo	9.1 Metodologias para a aprendizagem coletiva são usadas
	9.2 Reuniões de avaliação são realizadas no final dos projetos
	9.3 Alguns gerentes são responsáveis por tarefas de aprendizagem coletiva
10. <i>Know-how</i> e conhecimento são capitalizados	10.1 <i>Know-how</i> de avaliação e mapeamento são organizados
	10.2 Ferramentas de gestão do conhecimento são usadas
11. Tarefas de pesquisa são planejadas	11.1 Metodologias de coleta de dados são usadas
	11.2 Workshops para análise de dados são organizados
	11.3 As reuniões são realizadas para transformar as informações coletadas em projetos de inovação
	11.4 Equipes de vendas tem back-up de informações de clientes
12. Associação com redes tecnológicas	12.1 A empresa é membro de redes industriais
	12.2 A um gerente é atribuída a gestão de redes
	12.3 A empresa possui contratos com subcontratados de engenharia
13. Novas ideias são reunidas durante sessões de criatividade	13.1 A empresa tem um departamento de P&D
	13.2 As ideias são recolhidas a partir do pessoal, P&D e serviços de marketing
	13.3 São usadas bases de dados capitalizando ideias, dados técnicos, resultados experimentais, entre outras.
	13.4 A empresa tem um orçamento de P&D para laboratório de cooperação externo

Quadro 8 - As 13 práticas e subpráticas de inovação
Fonte: Rejeb et al. (2008).

A primeira agregação é conduzida para determinar uma pontuação para cada prática. Uma segunda agregação, baseada nas pontuações práticas, dá a avaliação da capacidade global de inovação da empresa.

Para a prática j cada empresa i tem uma pontuação p_{ij} , que corresponde às sub-práticas observadas que é calculada seguindo a Equação 5.

$$p_{ij} = \frac{\sum \text{de subpráticas observadas na prática } j}{\text{Número de subpráticas relativas à prática } j} \quad (5)$$

Apesar dos modelos apresentados não serem utilizados diretamente na etapa do Projeto Conceitual, considerou-se importante sua análise na identificação de possíveis parâmetros e formas de mensurar esforços em inovação.

3.1.2 Modelo voltados à avaliação do potencial de inovação

Sarkar e Chakrabarti (2011) destacam a importância de se avaliar não somente se um produto é criativo, mas o quanto é criativo. Os autores propõem um método de avaliação a partir do grau de novidade, da utilidade e da criatividade.

Uma forma de avaliar a novidade de um produto é pela comparação com outros produtos disponíveis e que desempenham a mesma função. Se nenhum outro produto cumprir a mesma necessidade, o produto pode ser considerado com algum grau de novidade.

Assim, para avaliar o grau de novidade de um produto, é importante conhecer a história de produtos semelhantes (a sequência da invenção dos produtos que pertencem à mesma categoria em termos da sua funcionalidade para identificar qual o produto que satisfaz a necessidade em primeiro lugar) e as características dos produtos similares (para avaliar como estas são satisfeitas). Escritórios de patentes de muitos países contratam especialistas para determinar, principalmente, a “novidade”, “utilidade”, e “evidência” do invento indicado na aplicação da patente. Entretanto, o interesse está em determinar se a invenção é nova ou não; se é útil ou não. O grau de novidade não é mensurado, sendo este essencial para identificar diferenças entre as inovações incrementais (SARKAR; CHAKRABARTI, 2011).

Um modo de se determinar a novidade de um produto em relação aos produtos anteriores é comparando as funcionalidades ou características do novo

produto contrapondo aos anteriores. Modelos e métodos que decompõem um produto em seus componentes característicos ou recursos podem ser potencialmente adequados para ajudar nesta avaliação. Um modelo utilizado neste contexto é o Modelo FBS Function – Behaviour - Structure (Função – Comportamento - Estrutura). Com base na literatura, Função – Comportamento - Estrutura são definidos como:

- a. Função: descrição do que um sistema faz. É intencional e em um maior nível de abstração do que o comportamento;
- b. Comportamento: as descrições de como um sistema faz sua função. Este encontra-se em um nível mais baixo de abstração que a função;
- c. Estrutura: é descrita pelos elementos e interfaces com as quais o sistema e seu ambiente de interação imediata são construídos.

O método FBS auxilia na identificação de inovações em produtos, mas não avalia o grau de novidade. Sarkar e Chakrabarti (2011) apresentam um modelo para avaliar o grau relativo de novidade em um produto. Denominado de SAPPHIRE (*State – Action – Part – Phenomenon – Input – oRgan – Effect*), o modelo é construído conforme Figura 13.



Figura 13 - Modelo SAPPHIRE
Fonte: Sarkar; Chakrabarti (2011).

Onde:

1. Fenômeno (*Phenomenon*): a interação entre o sistema e seu ambiente;
2. Mudança de estado (*State*): mudança nos atributos que definem as propriedades de um sistema;
3. Efeito (*Effect*): princípio que regula interação;
4. Ação (*Action*): descrição abstrata de mudança de estado;
5. Entrada (*Input*): quantidade física (material, energia ou informação) que vem do exterior da fronteira do sistema, e é essencial para a interação;
6. Órgãos (*oRgan*): propriedades e condições do sistema e ambiente necessários para a interação;
7. Partes (*Part*): elementos físicos e interfaces que constituem sistema e ambiente.

De acordo com Sarkar e Chakrabarti (2011) as relações entre essas construções são: as **partes** são necessárias para a criação de **órgãos**. **Órgãos** e **entradas** são necessários para ativar **efeitos físicos**. A ativação de **efeitos físicos** é necessária para a criação de **fenômenos físicos** e **mudanças de estado**. Por sua vez, **mudanças de estado** são interpretados como ações que criam ou ativam **partes**. Basicamente, existem três relações entre essas construções: ativação, criação e interpretação. Se um produto é diferente de outros produtos existentes em termos de "mudança de estado", "fenômeno físico" ou "efeito físico" (construções mais altas), eles também são diferentes em termos de "órgãos" e "partes" (construções mais baixas).

A experiência de utilização do modelo SAPPPhIRE por outros pesquisadores e *designers* sugere que existem dificuldades na compreensão do modelo.

Estas dificuldades podem estar relacionadas com as definições para construção do modelo. As construções devem ser clarificadas no que diz respeito ao seguinte (SRINIVASAN; CHAKRABARTI, 2009):

- a. Na definição do **fenômeno**: i) Por que é definido com base no efeito, órgão e insumos?; ii) O que é uma mudança potencial?; iii) O que é uma mudança?; e v) Onde essa mudança está acontecendo?
- b. Na definição de **estado**: i) O que é um atributo?; ii) O que é uma propriedade?; iii) Eles são diferentes?; e iv) O que é uma operação em um sistema?

c. Na definição de um **efeito**: i) que é uma mudança?; ii) Qual é a natureza?; iii) Onde a mudança está acontecendo?; e iv) Por que essa mudança é essencial?

d. Na definição de **ação**: i) Por que é definida a partir de um estado, mudança de estado ou de entrada?

e. Na definição de uma **entrada**: i) Quais são os requisitos de energia, material e de informação?

f. Na definição de **órgãos**: i) Por que é definido com base em um efeito?; ii) Se isto for definido com base em um efeito, por que é definido antes da definição de um efeito?; e iii) O que é um contexto de estrutura?

g. Na definição das **partes**: i) que é um sistema?; ii) O que é um ambiente?; iii) O que é uma interação entre um sistema e seu ambiente?; e iv) Por que um sistema e seu ambiente interagem?

Antes das construções serem definidas, é importante conhecer a definição de alguns dos termos envolvidos:

a. Sistema: um subconjunto do universo que está em estudo. Um sistema é caracterizado pelo seu limite denominado fronteira do sistema;

b. Ambiente: todos os outros subconjuntos do universo além do sistema que constituem o meio ambiente. A fronteira do sistema demarca o sistema a partir do seu ambiente;

c. Universo: o sistema e o ambiente, juntos, constituem o universo;

d. Interação: é a comunicação entre um sistema e o seu meio ambiente com o outro para atingir equilíbrio. O equilíbrio aqui se refere a um equilíbrio das propriedades do sistema e meio ambiente.

Ao mapear o modelo SAPPhIRE e o modelo FBS, é possível perceber que a construção Ação no modelo SAPPhIRE equivale a Função em FBS. Partes no modelo SAPPhIRE equivale a Estrutura em FBS. E as outras construções conjuntamente geram o Comportamento em FBS.

Para os produtos que não são "altamente novos", mudança de estado e entradas constituem o nível mais alto a que eles podem ser diferentes dos produtos existentes. Portanto, se dois produtos, um novo e outro já existente, cumprirem a mesma função (ação); e o novo produto difere do produto existente em termos de todas as outras seis construções (exceto ação), o novo produto é considerado como tendo "alta novidade".

Em seguida, os autores argumentam que os produtos que são diferentes dos produtos existentes nos Efeitos Físicos ou nível Fenômenos Físicos, são mais novos do que aqueles que são diferentes apenas no Órgão ou Parte. Qualitativamente estes produtos são atribuídos com a classificação de “média novidade”. Da mesma forma, se um novo produto é diferente dos produtos existentes apenas em termos de Órgãos ou Partes, o produto é qualitativamente classificado como de "baixa novidade". A Figura 14 apresenta um fluxograma para avaliar o nível de novidade de um produto:

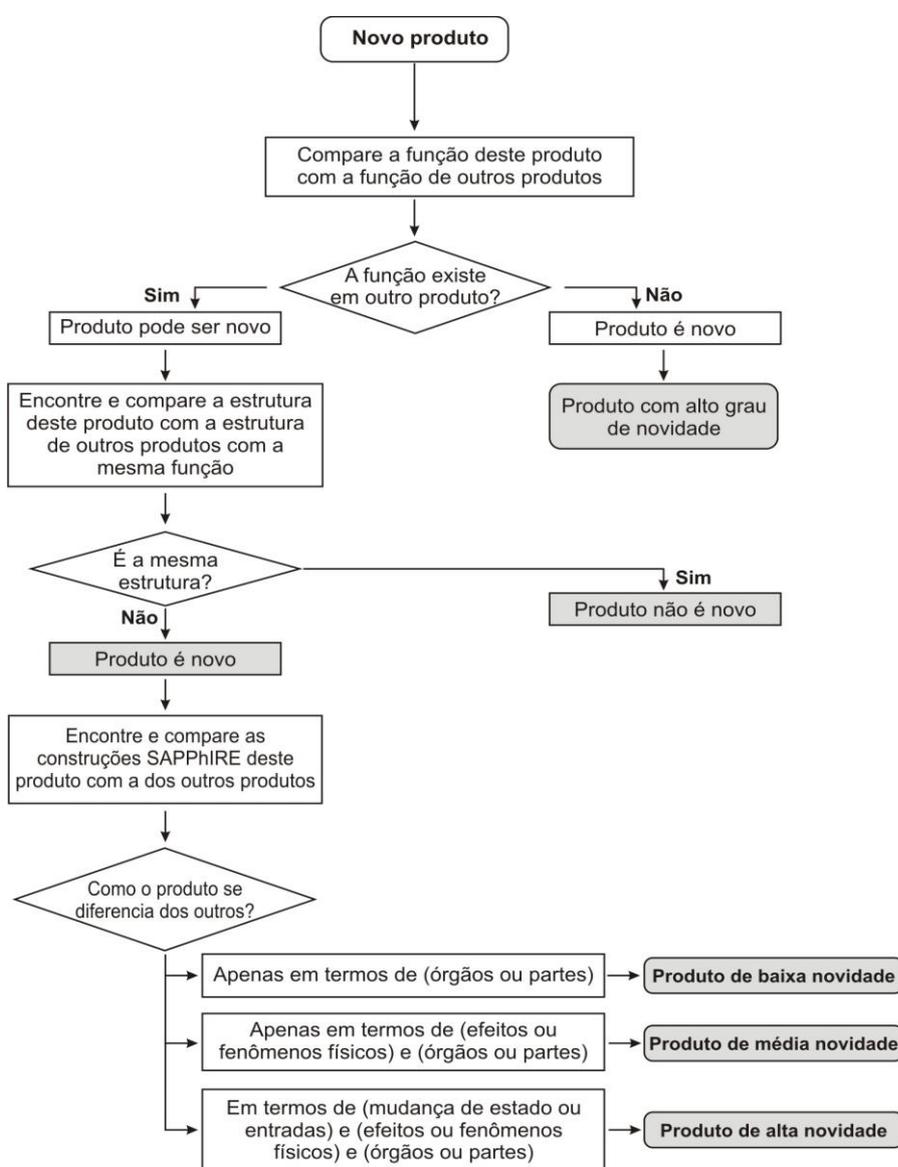


Figura 14 - Etapas do método proposto para avaliar o nível de novidade de um produto
Fonte: Adaptado de Sarkar; Chakrabarti (2011).

Para um novo produto com várias funções, cada função deve ser comparada separadamente com a dos produtos já existentes. O método proposto pode ser utilizado também para soluções e ideias, desde que estas estejam suficientemente detalhadas pra serem empregadas nos modelos de avaliação propostos.

Frederiksen e Knudsen (2017) apresentam uma abordagem que visa avaliar o desempenho do potencial de inovação de ideias para novos produtos. São apresentados três critérios: i) novidade; ii) utilidade; e iii) potencial de mercado. Os dois primeiros derivados da literatura sobre criatividade e o último resultante da literatura sobre inovação.

Kirova (2009) desenvolveu uma metodologia destinada a avaliar o potencial de inovação, o qual está relacionado, no contexto apresentado pelo autor, à capacidade da organização para gerar e desenvolver ideias, produtos e processos. Foram definidos oito grupos de critérios:

1) Interesse do consumidor: i) realização da necessidade da função, isto é, formação da necessidade do consumidor entre os consumidores potenciais; ii) simplicidade e conveniência do uso; iii) ergonomia e satisfação do consumo; e iv) produtividade.

2) Processo de inovação: i) vantagens quando comparadas com os produtos similares no mercado; ii) modo de realização da função - tipo de tecnologia; iii) modernidade; iv) complexidade; e v) base científica.

3) Perspectivas: i) ciclo de vida da inovação para o consumidor; ii) melhoria e expansão da função; iii) desenvolvimento de equipamentos adicionais; iv) melhoria da tecnologia para a realização da função desejada e do processo de produção necessário; v) possibilidade de introdução de novos materiais e elementos; e vi) função de segurança ou substituição/ reposição por produtos competitivos.

4) Realização: i) mobilização de recursos, incluindo os financiamentos; ii) tecnologia de produção; iii) gestão técnica; iv) ciência; v) qualidade do trabalho; e vi) dinâmica da sociedade e mudanças políticas.

5) Competitividade: i) grau de inovação; ii) oportunidade de redução das despesas de produção e preço; e iii) capacidade de superar novos concorrentes;

6) Fatores econômicos: i) para o consumidor (preço de compra, despesas operacionais, despesas de manutenção); e ii) para o produtor (despesas com investimento, produção, distribuição, vendas, preço, lucro e retorno sobre o investimento).

7) Requisitos legislativos: i) produção e segurança operacional; ii) padronização; iii) ecológico; e iv) requisitos políticos, limitações e estímulos.

8) Incerteza e risco: i) incerteza tecnológica; ii) incerteza e risco empresarial e organizacional; iii) incerteza e risco do mercado; e iv) eventos naturais imprevistos.

Justel et al. (2007a) propõem um método para avaliação e seleção de conceitos no qual são considerados aspectos relativos ao grau de novidade e seu potencial de sucesso no mercado. Estes aspectos foram integrados numa matriz QFD modificada. Neste método são avaliadas três dimensões: i) grau de novidade do conceito do produto; ii) solicitações do cliente; e iii) especificações e viabilidade comercial.

A primeira dimensão, referente a novidade do conceito de um produto, pode ser identificada observando dois fatores:

1) Grau de novidade: para obter o grau de novidade, os autores propõem um cruzamento de informações a partir da determinação dos tipos de descontinuidades. O Quadro 9 apresenta os quatro tipos de descontinuidades abordados pelos autores.

Descontinuidades de Micromarketing
Clientes novos para a empresa
Nova abordagem de mercado
Uso do produto novo para a empresa
Classe de serviço / produto totalmente novo para a empresa
Satisfaz a necessidade claramente identificada do cliente
Experiência anterior da empresa em vender produtos nesta linha de negócios
Produto / serviço mais complexo do que lançamentos anteriores para o mesmo mercado
O produto responde a grandes mudanças nas necessidades dos clientes
Tecnologia de produto nova para os clientes
Descontinuidades de Microtecnologia
Mudança na tecnologia utilizada no desenvolvimento de produtos
Bases científicas / tecnológicas novas para a empresa
Processo de produção novo para a empresa
Tecnologia de produto nova para a empresa
Grau de diferenciação tecnológica em relação aos produtos concorrentes
Descontinuidades do Macromarketing
Produto novo para o mundo
Ambiente competitivo totalmente novo
Produto consistente com os valores de clientes existentes
Existência de demanda potencial
Novidade no mercado
Descontinuidades de Macrotecnologia
Ciência e tecnologia estado da arte dentro da comunidade científica geral
Nível de base de conhecimento científico e tecnológico dentro da comunidade científica geral
Modificação da tecnologia utilizada em outras indústrias
Melhoria / modificação de tecnologia em uso noutros locais da indústria

Quadro 9 - Tipos de descontinuidades
Fonte: Adaptado de Justel et al. (2007a).

O Quadro 10 representa o tipo de inovação (radical, moderada ou incremental) com base no cruzamento das informações obtidas através do Quadro 9. Como exemplo, se um projeto conceitual estabelece descontinuidades “Micromarketing” e “Macromarketing”, então é possível afirmar que tal conceito proporcionaria inovação moderada.

Descontinuidades de Macromarketing	Descontinuidades de Macrotecnologia	Descontinuidades de Micromarketing	Descontinuidades de Microtecnologia	Tipo de inovação
				Inovação radical
				Inovação moderada
				Inovação incremental
				Inovação incremental
				Inovação incremental

Quadro 10 - Determinação dos tipos de inovação
Fonte: Adaptado de Justel et al. (2007a).

2) Patenteabilidade: a patenteabilidade do conceito é determinada pela equipe de projeto com base em sua experiência pessoal e conhecimento do produto em questão.

Os conceitos considerados como patenteáveis seriam então inovadores.

Nesta seção foram abordadas ferramentas de projeto que buscam avaliar a inovação, seja no produto formalizado, seja na etapa de projeto.

A seção seguinte abordará de forma separada a Ferramenta API_PC (Ferramenta de Avaliação do Potencial de Inovação no Projeto Conceitual) a qual procura identificar o potencial de inovação em alternativas conceituais. Esta ferramenta é analisada de modo separado por ser a base que conduziu a presente investigação.

3.1.3 Ferramenta API_PC

Padilha (2008) apresenta a **Ferramenta API_PC** através da qual, por meio de critérios relacionados à inovação, é possível selecionar, dentro de um conjunto de concepções, a que pode ter maior potencial inovador.

Para desenvolver a ferramenta, foi realizada uma análise reversa de cinco produtos que têm em comum a presença de elementos os quais caracterizaram estes produtos como inovadores.

A base para a seleção destes produtos foram os prêmios conquistados e a resposta do mercado consumidor.

A partir daí, foram identificados seis critérios comuns na análise dos produtos. São eles: i) ergonomia; ii) forma; iii) função; iv) manufatura; v) tecnologia; e vi) transporte.

A elaboração dos critérios (e seu desmembramento em subcritérios) aliada à aplicação de um instrumento de coleta de dados a oito profissionais da área de projeto de produto permitiu a determinação de pesos relativos para cada critério e subcritério.

Os subcritérios receberam uma sigla que os relacionou ao critério, juntamente com uma breve descrição, para servir de base ao projetista no momento de uso da mesma.

A distribuição foi a seguinte:

- a. Critério Ergonomia: dividido em um subcritério (Eg1);
- b. Critério Forma: dividido em quatro subcritérios (Fr1, Fr2, Fr3, Fr4);
- c. Critério Função: dividido em três subcritérios (Fn1, Fn2, Fn3);
- d. Critério Manufatura: dividido em três subcritérios (Mn1, Mn2, Mn3);
- e. Critério Tecnologia: dividido em um subcritério (Tc1);
- f. Critério Transporte: dividido em três subcritérios (Tr1, Tr2, Tr3).

Durante o uso da ferramenta a equipe de projeto não tem acesso aos pesos dos critérios, devendo apenas marcar com “x” se o critério é ou não mapeável na concepção avaliada.

Ao final, cada concepção apresenta um valor que representa a soma dos pesos dos subcritérios assinalados. A que tiver maior pontuação é que apresenta maior potencial inovador.

A ferramenta proposta (juntamente com os pesos estabelecidos) é apresentada no layout ilustrado na Figura 15.

FERRAMENTA PARA SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS					CONCEPÇÕES			
CRITÉRIO	SIGLA	SUBCRITÉRIO	Peso total do critério	Peso de cada subcritério em relação ao peso total do critério	C1	C2	C3	Cn
					X	X	X	X
ERGONOMIA	Eg1	Ergonomia: a alternativa possui uma concepção ergonômica diferenciada das concepções existentes.	0,153	0,153				
FORMA	Fr1	Forma: a alternativa se diferencia significativamente dos demais produtos existentes.	0,167	0,049				
	Fr2	Forma: a alternativa apresenta alguma característica que a torne peculiar (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros).		0,042				
	Fr3	Forma: a alternativa apresenta algum nível de personalização (cores, composições, texturas).		0,036				
	Fr4	Forma: a alternativa é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto.		0,040				
FUNÇÃO	Fn1	Função: a alternativa implementa alguma função completamente nova.	0,201	0,070				
	Fn2	Função: a alternativa implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares.		0,070				
	Fn3	Função: a alternativa implementa a mesma função que os produtos similares, mas de um		0,062				
MANUFATURA	Mn1	Manufatura: a alternativa visa simplificar ou melhorar significativamente o processo de manufatura do futuro produto.	0,174	0,064				
	Mn2	Manufatura: a alternativa prevê o emprego de um material novo, jamais utilizado antes.		0,055				
	Mn3	Manufatura: a alternativa prevê o emprego de um material conhecido, mas jamais utilizado para o fim proposto.		0,055				
TECNOLOGIA	Tc1	Tecnologia: a alternativa possui algum atributo tecnológico que a diferencia dos produtos similares.	0,173	0,173				
TRANSPORTE	Ti1	Transporte: a alternativa apresenta um novo modo de acondicionar o produto em relação aos similares.	0,132	0,045				
	Ti2	Transporte: a alternativa apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos similares.		0,041				
	Ti3	Transporte: a alternativa apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos similares.		0,046				
SOMA DOS PESOS DOS CRITÉRIOS			1,000					

Figura 15 - Layout da ferramenta API_PC
Fonte: Adaptado de Padilha (2008).

O mapeamento dos critérios e seus desmembramentos ocorreu por meio da análise reversa seguida de um instrumento de coleta de dados (questionário). Durante o desenvolvimento da Ferramenta API_PC não foram observados, na literatura, elementos que fornecessem subsídios suficientes para a definição de critérios voltados ao potencial de inovação em alternativas conceituais.

Sendo assim, a partir da revisão de literatura exposta na presente tese, é possível identificar elementos que podem ser qualificados como critérios norteadores de inovação. Estes elementos, por sua vez, são capazes de contribuir para a ampliação dos critérios e subcritérios presentes na Ferramenta API_PC.

A identificação de novos critérios e subcritérios permite uma nova estruturação para a ferramenta, conduzindo o processo de seleção de alternativas na busca pela solução que possua maior potencial inovador.

Na seção seguinte, são elencadas algumas considerações acerca dos modelos e ferramentas propostos com o intuito de identificar oportunidades ainda não exploradas no que diz respeito à mensuração do potencial de inovação no projeto conceitual.

3.2 CONSIDERAÇÕES ACERCA DAS FERRAMENTAS ANALISADAS

Na maioria dos modelos apresentados, os esforços em medir a inovação estão voltados à gestão da inovação. Entretanto, se faz necessário examinar os modelos já citados com o intuito de identificar as abordagens utilizadas neste processo.

Os indicadores Pintec apresentam um panorama mais geral do processo de inovação, permitindo identificar quais os setores que mais se destacam. A Metodologia Nugin permite uma auto avaliação em cada fase do processo de desenvolvimento de produto.

Deste modo, é possível monitorar e identificar os esforços e resultados obtidos no que diz respeito à inovação.

No Diagnóstico Octógono da Inovação, percebe-se que todas as questões apresentam o mesmo peso na avaliação. Não obstante, a “nota” atribuída a cada questão também está condicionada à experiência e percepção do avaliador.

O Diagnóstico GIT apresenta pesos e indicadores relacionados diretamente à inovação. Um mapeamento mais completo deste diagnóstico permite identificar os parâmetros adotados para a definição dos indicadores, bem como a forma de obtenção dos pesos de cada parâmetro no esforço de “medir” inovação. Entretanto, conforme já citado, trata-se de uma ferramenta gerencial com o objetivo de realizar um mapeamento global de inovação tecnológica.

Sakar e Chakrabarti (2011) apontam o Modelo FBS, que permite compreender o que um sistema faz, como ele faz e quais os elementos envolvidos, de modo a auxiliar na identificação de inovações, mas sem determinar o grau de novidade. A partir daí os autores propõem um fluxograma o qual permite mapear, a partir do Modelo SAPPHIRE, o grau relativo de uma inovação baseado na ativação, criação e interpretação das relações existentes entre as construções propostas no modelo. Sendo assim, os autores conseguem definir se o grau de novidade de um produto é alto, mediano ou baixo.

No caso da concepção de um futuro produto, as informações disponíveis ainda são abstratas. É necessária a definição de critérios para que se possa delimitar quais são os parâmetros de avaliação na determinação de quão potencialmente inovadora é uma concepção em relação às demais.

Frederiksen e Knudsen (2017) trouxeram uma abordagem baseada na revisão de literatura sobre criatividade e inovação para avaliar o potencial de inovação de ideias. Kirova (2009) determinou oito grupos de critérios os quais permitem avaliar potencial de inovação com base na capacidade da organização para desenvolver novas ideias. Justel et al. (2007a) desenvolveram uma abordagem voltada ao potencial de inovação com base em três dimensões, sendo uma delas destinada a mensurar o grau de novidade de uma ideia com base nos tipos de descontinuidades.

A Ferramenta API_PC apresentou critérios relacionados diretamente à inovação, bem como pontuou esses critérios. Deste modo, há um direcionamento para uma avaliação quantitativa, uma vez que para cada critério/subcritério é vinculado um valor numérico que confere, ao final da avaliação, uma pontuação relacionada à alternativa avaliada, de modo a apontar a alternativa com maior potencial de se tornar um produto inovador.

A análise de métodos e ferramentas que mensuram (seja qualitativamente ou quantitativamente) a inovação permite identificar a existência de elementos/parâmetros inerentes ao campo da inovação. As informações levantadas neste capítulo possibilitaram identificar e analisar ferramentas direcionadas a mensurar a inovação sob diversas óticas: i) comportamento inovador das empresas; ii) indicadores das atividades relacionadas à inovação; iii) desempenho da empresa no que diz respeito à busca por soluções diferenciadas; iv) indicadores de esforços e

resultados da inovação; v) avaliação das práticas de inovação; vi) avaliação do grau de novidade de um produto; e vii) avaliação do potencial de inovação.

As ferramentas voltadas à gestão da inovação são mais genéricas, pois abrangem as diversas etapas que compõem o processo de desenvolvimento de produtos, além de não estarem diretamente relacionadas ao foco do presente estudo. As demais ferramentas apresentaram formas de avaliar a inovação por meio da comparação com produtos já existentes ou a partir de produtos já presentes no mercado. A Ferramenta API_PC abordou a avaliação do potencial de inovação em alternativas conceituais por meio da definição de critérios resultantes de uma análise reversa.

Deste modo, uma nova oportunidade de pesquisa é identificada a partir da ampliação dos critérios e subcritérios da Ferramenta API_PC, juntamente com uma nova valoração dos critérios.

Além disso, elementos observados na revisão de literatura podem ser incorporados, juntamente com o acoplamento de uma nova análise reversa. Com isso, é possível postular um mecanismo robusto que consistentemente identifique o potencial de inovação de soluções conceituais.

O capítulo seguinte apresenta o método empregado para a ampliação da Ferramenta API_PC.

4 METODOLOGIA ADOTADA PARA AMPLIAÇÃO DA FERRAMENTA API_PC

Neste capítulo está descrita, de forma detalhada, a metodologia de pesquisa e as etapas necessárias para o seu desenvolvimento, visando a ampliação da Ferramenta API_PC, bem como a validação por meio de um experimento em ambiente controlado.

4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A metodologia de pesquisa adotada na presente tese é definida como exploratória, uma vez que as implicações teóricas são embasadas por dados empíricos visando criar maior familiaridade com o problema de modo a explicitá-lo.

Do ponto de vista da sua natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, pois visa produzir conhecimentos para aplicação prática, buscando a solução de problemas específicos (SILVA; MENEZES, 2005).

Quanto à abordagem utilizada, trata-se de uma pesquisa quantitativa, pois foi realizado uso de mensuração e empregadas técnicas de investigação como experimentos e coleta de dados (CRESWELL, 2007).

A presente pesquisa partiu da Ferramenta API_PC (Padilha, 2008) a qual é composta por critérios e subcritérios orientados à inovação, cujo principal propósito é auxiliar a equipe de projeto na identificação da alternativa conceitual de maior potencial inovador.

A ferramenta partiu da identificação de seis critérios divididos em quinze subcritérios, apresentados em uma planilha Excel[®]. Estes, por sua vez, foram obtidos por meio de uma análise reversa conduzida a partir de cinco produtos considerados inovadores. A seleção destes produtos ocorreu por meio das premiações e reconhecimento do mercado.

As alternativas conceituais são submetidas à avaliação na qual é verificada a presença ou ausência destes critérios. Caso a solução contemple o critério apontado pela ferramenta, a célula correspondente é assinalada com um “X”. Caso negativo, a célula permanece em branco. Cada critério/ subcritério reconhecido na solução avaliada é pontuado. Ao final da avaliação, a solução conceitual de maior pontuação é a que apresenta maior potencial de se converter em um produto inovador.

A Figura 16 ilustra o processo utilizado para o desenvolvimento da Ferramenta API_PC.

Ferramenta API_PC

Busca e identificação de critérios relacionados à inovação

Dificuldade de encontrar na literatura (forma explícita)

Análise Reversa

Identificar os elementos caracterizadores de inovação em 5 produtos existentes no mercado

INNOVATION	ANALYSIS
<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de produtos de alta tecnologia para o mercado de consumo. • Desenvolvimento de produtos de alta tecnologia para o mercado de consumo. • Desenvolvimento de produtos de alta tecnologia para o mercado de consumo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de produtos de alta tecnologia para o mercado de consumo. • Desenvolvimento de produtos de alta tecnologia para o mercado de consumo. • Desenvolvimento de produtos de alta tecnologia para o mercado de consumo.

ERGONOMIA A solução possui uma nova concepção ergonômica (pega, um novo modo de interagir com o produto).	FUNÇÃO A solução implementa alguma função completamente nova. A solução implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares. A solução implementa a mesma função que os produtos similares, mas de um modo significativamente diferente.	TECNOLOGIA A solução possui algum atributo tecnológico que a diferencia significativamente dos produtos similares.
FORMA A solução esteticamente se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes. A solução possui alguma característica que a torne peculiar (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros). A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas). A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto.	MANUFATURA A solução visa simplificar ou melhorar significativamente o processo de manufatura do futuro produto. A solução prevê o emprego de um material conhecido, mas jamais utilizado para o fim proposto. A solução prevê o emprego de um material novo, jamais utilizado antes.	TRANSPORTE A solução apresenta um novo modo de acondicionar o produto em relação aos similares. A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos similares. A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos similares.

Valorações
Instrumento de coleta de dados
Questionário

Layout API_PC

FERRAMENTA PARA SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS		C1	C2	C3	C4
critério	USUÁRIO	X	X	X	X
ERGONOMIA	1E1				
	1E2				
	1E3				
	1E4				
	1E5				
FORMA	1F1				
	1F2				
	1F3				
	1F4				
	1F5				
FUNÇÃO	1Fu1				
	1Fu2				
	1Fu3				
	1Fu4				
	1Fu5				
MANUFATURA	1M1				
	1M2				
	1M3				
	1M4				
	1M5				
TECNOLOGIA	1T1				
	1T2				
	1T3				
	1T4				
	1T5				
TRANSPORTE	1Tr1				
	1Tr2				
	1Tr3				
	1Tr4				
	1Tr5				

Figura 16 - Processo utilizado para o desenvolvimento da Ferramenta API_PC

Na sequência são apresentadas as etapas deste estudo com a descrição dos procedimentos adotados para alcançar os objetivos propostos.

4.2 ETAPAS DA PESQUISA

Com o propósito de robustecer a Ferramenta API_PC, a presente tese se fundamentou nos critérios/ subcritérios já existentes. Com o objetivo de definir novos critérios orientados à inovação, foi realizado um levantamento bibliográfico enfocando aspectos relacionados à inovação de produtos, ao PDP e ao processo de seleção de alternativas conceituais, conforme Capítulos 2 e 3 desta tese. Para tanto, foram utilizados livros referentes ao assunto bem como consulta a diversos *journals* por meio das bases de dados *Scopus* e *ScienceDirect*.

Na sequência, foi conduzida uma análise reversa, nos mesmos moldes da utilizada para construção da Ferramenta API_PC. Foram selecionados quatro produtos inovadores e, por meio de um quadro de análise, reconhecidos elementos caracterizadores das inovações.

A partir da seleção dos produtos, procurou-se identificar premiações que os mesmos receberam de modo a estabelecer um “júri” que justifique o caráter inovativo dos mesmos. Para a análise reversa foram adotados os seguintes procedimentos:

No lado esquerdo do quadro, é encontrado o nome do produto, o ano de lançamento, a empresa que desenvolveu o projeto e a indústria que produziu.

Na sequência, é apresentado o conceito do produto e informações gerais sobre o mesmo.

Em seguida, são destacados os prêmios recebidos. No lado direito do quadro, são apresentadas as características específicas de cada produto, procurando enfatizar os elementos norteadores de inovações.

Ao final de cada sentença, é realçado (em caixa alta e negrito) o critério identificado. Alguns destes, já pertencentes à Ferramenta API_PC, outros, identificados nesta nova análise reversa.

A Figura 17 apresenta o quadro padrão adotado para o desenvolvimento da análise reversa.

PRODUTO	ELEMENTOS QUE CARACTERIZAM A INOVAÇÃO NO PRODUTO
<p>NOME DO PRODUTO</p> <p>Ano:</p> <p>Design:</p> <p>Produção:</p> <p>Descrição geral do produto analisado.</p> <p>JÚRI/ PREMIAÇÕES:</p> <p>Prêmios recebidos como ponderação para seleção do produto para a análise reversa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Descrição detalhada dos elementos identificados como indutores das inovações CRITÉRIO IDENTIFICADO
Imagens ilustrativas do produto analisado	

Figura 17 - Quadro padrão utilizado para a Análise Reversa

Deste modo, foi possível estabelecer os mesmos parâmetros para a confirmação dos critérios já existentes na Ferramenta API_PC bem como a definição de novos critérios.

O cruzamento das informações procedidas da revisão de literatura com as obtidas mediante a análise reversa, acrescida dos critérios determinados pela Ferramenta API_PC, permitiu a elaboração de uma nova estrutura para a ferramenta proposta, por meio da adição de novos critérios e subcritérios. A Figura 18 esquematiza o modo como as informações (obtidas tanto da literatura quanto da análise reversa) serviram de suporte para a ampliação da Ferramenta API_PC.

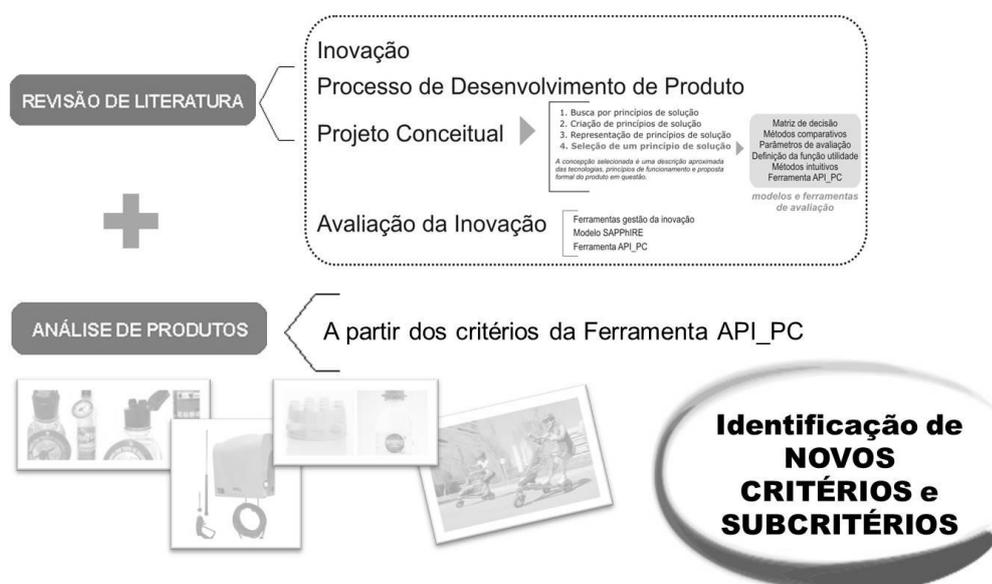


Figura 18 - Ilustrativo do cruzamento de informações – literatura e análise reversa

Feito isso, foi utilizado um instrumento de coleta de dados com o intuito de obter novas valorações para os critérios da Ferramenta API_PC reestruturada, de modo a mensurar o peso relativo entre critérios e subcritérios.

Para a coleta de dados, foi prevista uma entrevista com profissionais de diferentes áreas, mas que conhecem o processo de desenvolvimento de produto (*design*, engenharia, arquitetura, produção).

Inicialmente foi estabelecido o uso da matriz por comparação aos pares, semelhante à proposta por Back et al. (2008) (ver Tabela 3 seção 2.3.3). Com a utilização desta matriz foi possível reduzir a variação de valores uma vez que na avaliação, o critério é melhor, pior ou igual ao comparado. Isto permite que a avaliação seja mais objetiva.

Justel et al. (2007b) apresentaram um comparativo entre métodos de avaliação de alternativas.

Foi possível observar, dentre os métodos indicados, que maioria estabelece pesos para os critérios de avaliação e, em alguns casos, realizaram uma avaliação dos conceitos aos pares, como o Método de Convergência controlada (1981), Modificados Takai & Ishii (2004) e AHP. Saaty (1978) apresentados no Quadro 5, seção 2.3.3 desta tese.

Seguindo estes parâmetros, o passo seguinte para a ampliação da ferramenta proposta buscou identificar pesos para os critérios e conduziu uma avaliação através da comparação aos pares de cada critério definido para a Ferramenta API_PC.

Cada respondente realizou a avaliação por meio da comparação entre critérios e, na sequência, comparando-se os subcritérios referentes ao critério em questão.

As matrizes de avaliação por comparação aos pares foram preenchidas da seguinte forma (conforme seção 2.3.3 deste estudo): para o critério de maior importância é atribuído o valor um (1). Caso o critério comparado seja “pior”, atribui-se o valor zero (0). Caso haja igualdade de importância, tem-se atribuído o valor “meio” (0,5). Os valores da primeira linha, quando transpostos para a primeira coluna são invertidos (com exceção do valor 0,5 que equivale à igualdade na comparação).

Ou seja, ao que foi atribuído 0” (zero) na primeira linha, passa a ser “1” (um) na primeira coluna. A Figura 19 ilustra o preenchimento da matriz por comparação aos pares para os critérios.

CRITÉRIOS	Critério A	Critério B	Critério C	Critério D	Critério E	Soma das linhas
Critério A		1	0,5	0		0
Critério B	0					0
Critério C	0,5					0
Critério D	1					0
Critério E						0

Figura 19 - Preenchimento da matriz de avaliação por comparação aos pares

Após o preenchimento das células, somam-se os valores atribuídos, tendo como resultado os pesos absolutos (S_i). Na sequência, obtêm-se os pesos relativos (w_i), conforme indicado na Equação 3 deste trabalho.

O mesmo procedimento foi adotado para o preenchimento das matrizes referentes aos subcritérios.

Assim, tem-se um total de dez matrizes: uma referente aos critérios gerais e as demais referentes ao desmembramento de cada critério.

Com o intuito de facilitar a leitura, a comparação entre critérios e o preenchimento dos campos, optou-se por transformar as matrizes em quadros utilizando os símbolos:

- “Mais” (+) caso o critério comparado fosse melhor;
- “Menos” (-) caso fosse pior;
- “Igual” (=) caso ambos tivessem a mesma importância, na avaliação do respondente.

A coluna central foi destinada à alocação dos símbolos (mais, menos ou igual). A Figura 20 ilustra e exemplifica hipoteticamente o preenchimento do quadro.

CRITÉRIOS		
CRITÉRIO A	-	Critério B
	+	Critério C
	+	Critério D
	+	Critério E
CRITÉRIO B	=	Critério C
	-	Critério D
	=	Critério E
CRITÉRIO C	-	Critério D
	=	Critério E
CRITÉRIO D	-	Critério E

Figura 20 - Quadro de critérios

O mesmo procedimento foi adotado para os subcritérios. A Figura 21 apresenta um exemplo de quadro com os subcritérios para o “Critério A” subdividido em a1, a2 e a3.

CRITÉRIO A - subcritérios		
Subcritério a1	+	Subcritério a2
	+	Subcritério a3
	-	Subcritério a4
Subcritério a2	=	Subcritério a3
	=	Subcritério a4
Subcritério a3	+	Subcritério a4

Figura 21 - Quadro de subcritérios – Critério A

Ainda assim, durante o preenchimento das células, poderia haver dúvidas, uma vez que os respondentes são de diferentes áreas e formações.

De modo a melhorar e facilitar o entendimento do preenchimento das células, cada critério foi deixado em uma célula separada, adotando o mesmo procedimento para os subcritérios.

Assim, não houve mais a necessidade de preencher com valores ou símbolos. Neste caso, a célula do critério de maior importância deveria ser preenchida. Caso houvesse paridade na avaliação, a coluna do meio deveria ser preenchida.

A Figura 22 ilustra o preenchimento hipotético do quadro para os critérios gerais.

CRITÉRIOS		
Critério A		Critério B
Critério A		Critério C
Critério A		Critério D
Critério A		Critério E
Critério B		Critério C
Critério B		Critério D
Critério B		Critério E
Critério C		Critério D
Critério C		Critério E
Critério D		Critério E

Figura 22 - Quadro de critérios - versão final

O mesmo procedimento foi adotado para os subcritérios. Desta maneira, o preenchimento ficou mais direto, facilitando o entendimento e minimizando dúvidas.

A transposição das informações obtidas no instrumento de coleta de dados em valores numéricos e a consequente avaliação dos mesmos ficaram a cargo da pesquisadora deste estudo.

A Figura 23 ilustra o quadro da Figura 22 na forma da matriz de avaliação aos pares. A primeira linha (em destaque) é trasposta como uma matriz inversa na primeira coluna (em destaque). O que estiver com o valor zero (0) na primeira linha, recebe o valor um (1) na primeira coluna (e vice-versa). Apenas o valor “meio” (0,5) permanece, pois significa que na avaliação os dois critérios têm o mesmo grau de importância.

Para cada subcritério foi adotado o mesmo procedimento. Sendo assim, para cada participante do instrumento de coleta de dados foi realizada esta transposição de dados, de modo a tornar as marcações em dados numéricos e a obter, desta forma, os pesos relativos de cada critério e subcritério.

CRITÉRIOS	Critério A	Critério B	Critério C	Critério D	Critério E	Soma das linhas	Peso Relativo
Critério A		0	1	1	1	3	0,3
Critério B	1		0,5	0	0,5	2	0,2
Critério C	0	0,5		0	0,5	1	0,1
Critério D	0	1	1		0	2	0,2
Critério E	0	0,5	0,5	1		2	0,2
Total						10	

Figura 23 - Quadro de critérios na versão da matriz de avaliação aos pares

A partir da definição do *layout* da Ferramenta API_PC reestruturada, foi conduzido um experimento, em ambiente controlado. “O objetivo de um experimento é testar o impacto de um tratamento (ou uma intervenção) sobre um resultado, controlando todos os outros fatores que poderiam influenciar o resultado” (CRESWELL, 2007, p. 162).

O experimento buscou identificar em soluções conceituais, a de maior potencial de inovação, a partir de grupos de pessoas de formações e experiências diversas (estudantes de engenharia, engenheiros e *designers*).

Foram definidas duas classes de grupos entre participantes:

i) grupos de controle, os quais não utilizaram a ferramenta proposta; e ii) grupos experimentais que fizeram uso da ferramenta.

Durante o planejamento do experimento, foram estabelecidos possíveis cenários de análises entre grupos.

Assim, a divisão dos grupos estava pré-estabelecida, sendo prevista pequenas modificações em função dos participantes que efetivamente compareceram ao experimento.

Em seguida, foram analisados os resultados obtidos pelo experimento.

As análises partiram de três pressupostos comuns – utilização, compreensão e seleção, os quais contribuíram para a avaliação dos resultados obtidos.

A primeira análise foi realizada por meio da comparação dos resultados entre os grupos. Foi desenvolvido um quadro comparativo padrão no qual, a partir dos três pressupostos (utilização, compreensão e seleção), os grupos foram comparados entre si, em função do cenário utilizado no experimento (e.g. comparação entre grupos de controle, entre grupos experimentais e entre grupos de controle com grupos experimentais).

O Quadro 11 ilustra o quadro padrão utilizado para as análises.

Neste quadro, a primeira coluna refere-se aos grupos, a segunda destaca o perfil dos grupos analisados (estudantes, profissionais, mistos).

A terceira, quarta e quinta coluna apresentam os pressupostos estabelecidos como elementos de análise.

Grupo	Perfil	Utilização	Compreensão	Seleção
AB				
CD				
EF				

Quadro 11 - Modelo de quadro comparativo entre grupos

Uma segunda análise foi elaborada a partir de um questionário individual aplicado *a posteriori*.

Foram elaborados dois modelos de questionário, sendo um destinado aos participantes dos grupos experimentais e outro, aos participantes dos grupos de controle.

Ambos os questionários foram compostos por nove questões, divididas em três seções. Ao final dos questionários, havia um espaço destinado a considerações que os participantes julgassem pertinentes.

Os dois questionários buscaram identificar, em suas seções, os mesmos pressupostos abordados nas análises comparativas entre grupos: i) utilização; ii) compreensão; e iii) seleção.

As questões foram dispostas no formato de afirmativas nas quais o participante assinalou uma opção (dentre as cinco apresentadas) que refletisse sua opinião acerca da questão levantada.

Segundo Meireles et al. (2009) a mensuração de opiniões quantifica elementos que têm características subjetivas.

Quando não é possível utilizar um processo direto de medição, é recomendada a utilização de escalas “com a finalidade de medir a intensidade das atitudes e opiniões na forma mais objetiva possível” (MEIRELES et al., 2009, p. 4).

Esses questionários são conhecidos como QOA (Questionários de Opiniões e Atitudes).

Dentre os QOA, destaca-se a escala tipo Likert, na qual a partir de proposições, os respondentes devem selecionar, dentre diversas opções, a que mais se assemelha da sua opinião. A orientação é que, semanticamente, haja variação qualitativa de grau, desde o mais baixo para o mais elevado (MEIRELES, 2009).

O objetivo principal foi verificar a percepção de cada participante com relação à condução do experimento bem como ao uso ou não de alguma ferramenta de projeto que oriente a seleção de alternativas.

Para o questionário aplicado neste estudo, foi utilizada a escala tipo Likert de cinco pontos na qual para cada proposição, o respondente selecionou uma das opções: i) Discordo Totalmente (DT); ii) Discordo Parcialmente (DP); iii) Indiferente (I); iv) Concordo Parcialmente (CP); e v) Concordo Totalmente (CT). Na sequência, foram atribuídos valores (de 1 a 5) a estas opções.

Tendo em vista que as respostas ocorreram individualmente, os dados foram apresentados sem haver menção ao grupo do participante. A única distinção ocorreu com relação aos grupos de controle e experimentais que, conforme descrito, responderam questionários diferenciados.

A Figura 24 ilustra, através de um fluxograma, as etapas descritas na metodologia da pesquisa para a ampliação da Ferramenta API_PC.

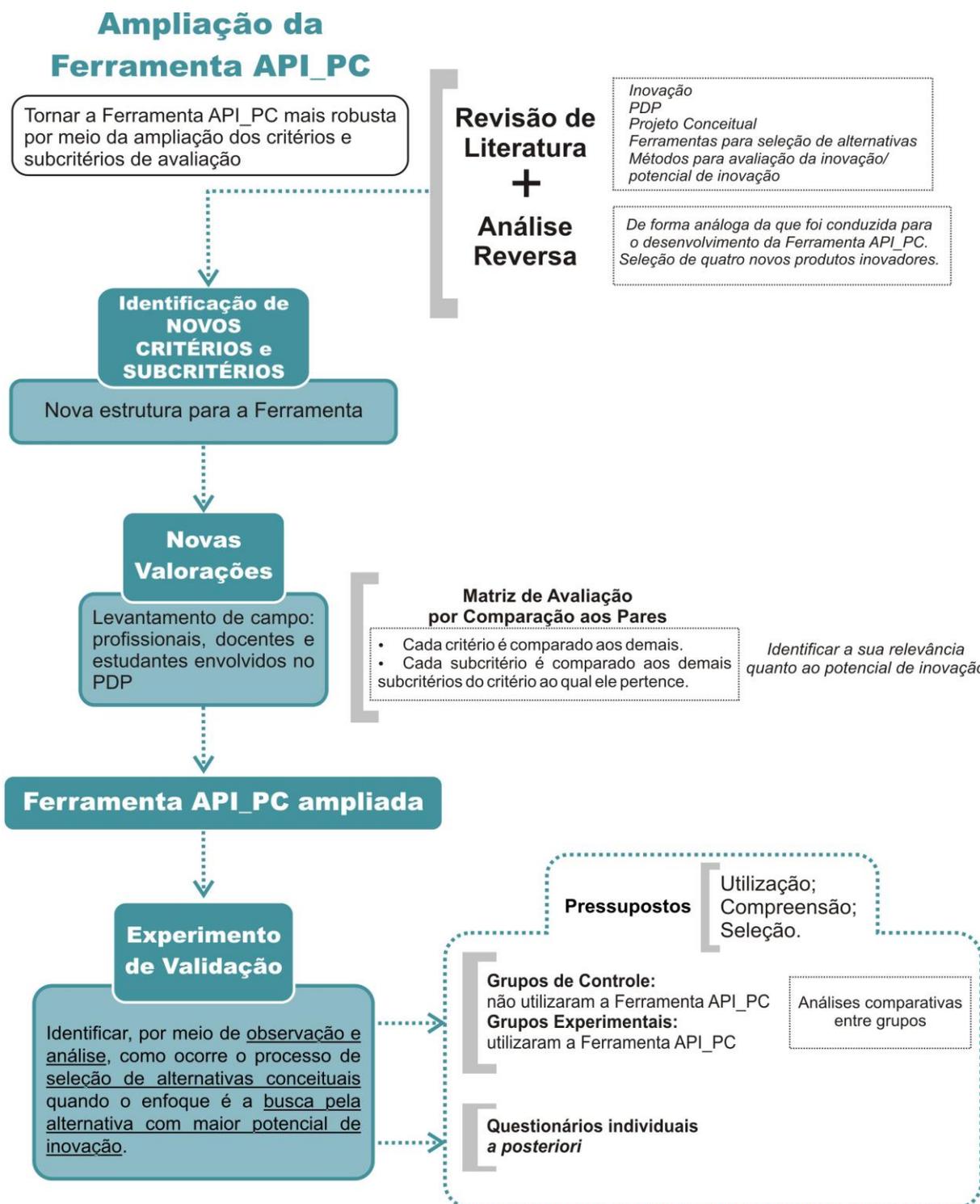


Figura 24 - Fluxograma da metodologia adotada para a ampliação da Ferramenta API_PC

O capítulo seguinte apresenta a expansão da Ferramenta API_PC por meio da identificação de novos critérios e subcritérios, bem como a definição das novas valorações.

5 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE INOVAÇÃO NO PROJETO CONCEITUAL: AMPLIAÇÃO DA FERRAMENTA API_PC

Este capítulo visa abordar o processo adotado para o desenvolvimento da pesquisa em questão. Partindo dos critérios existentes na Ferramenta API_PC juntamente com as orientações do que a literatura apontou e as considerações obtidas por meio da análise reversa, foram definidos e adicionados novos critérios e subcritérios, assim como reiterados os já identificados na Ferramenta API_PC. Igualmente, foi proposto um método de valoração para os critérios/ subcritérios identificados.

5.1 CENÁRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE CRITÉRIOS

A partir da identificação da oportunidade de pesquisa, foi possível apontar um cenário, no processo de desenvolvimento de produtos, dentro do qual a avaliação do potencial de inovação se faz necessária. Tal cenário é composto pelos seguintes pressupostos:

- a. A busca por diferenciação necessária para manter a vantagem competitiva;
- b. A necessidade de haver um processo sistematizado e uma cultura organizacional que contemple o processo de inovação;
- c. Elevada taxa de falhas no lançamento de produtos pelo fato de muitas empresas não utilizarem modelos, ferramentas e técnicas para auxiliar o PDP;
- d. A importância do processo de seleção de concepções na etapa do projeto conceitual. Uma escolha não direcionada à inovação pode comprometer todo o processo de desenvolvimento de um novo produto.

A literatura apontou para a existência de ferramentas que auxiliam o processo de criação de ideias, seja por métodos intuitivos ou sistemáticos. Do mesmo modo, após a geração de concepções, ocorre a seleção da alternativa conceitual que melhor atende às especificações do produto.

A Figura 25 ilustra o processo de projeto e destaca a etapa do Projeto Conceitual, bem como suas subfases.



Figura 25 - Problemática do estudo

Conforme examinado na seção 2.3.3, existem testes que podem auxiliar a tomada de decisão, como os propostos por Rozenfeld et al. (2006): testes exploratórios, testes de avaliação, testes de validação e testes comparativos (podendo ser absolutos ou relativos). Como ferramenta que auxilia neste processo tem-se a Matriz de Decisão a qual permite, por meio de requisitos de projeto, selecionar uma solução dentre as propostas.

Back et al. (2008) apresentaram um método no qual este processo ocorre em duas etapas: a primeira, de forma mais intuitiva e, a segunda, que envolve atribuição de pesos e valoração de critérios contribuindo para a ordenação das concepções.

Apesar de haver esforços no sentido de sistematizar este processo, Pahl et al. (2005) orientaram sobre a inexistência de um método absolutamente seguro que impeça a tomada de decisões errôneas. Mas, afirmaram que o uso de métodos sistemáticos possibilitam um melhor gerenciamento e mapeamento do processo de decisão.

Do mesmo modo, a seção 3.1.1 apresentou ferramentas que voltadas para a área de gestão da inovação, permitem diagnosticar, por meio de critérios e indicadores, áreas da organização que devem receber maior atenção quando o quesito é inovação. A Figura 26 ilustra de forma resumida as características descritas para as ferramentas identificadas.

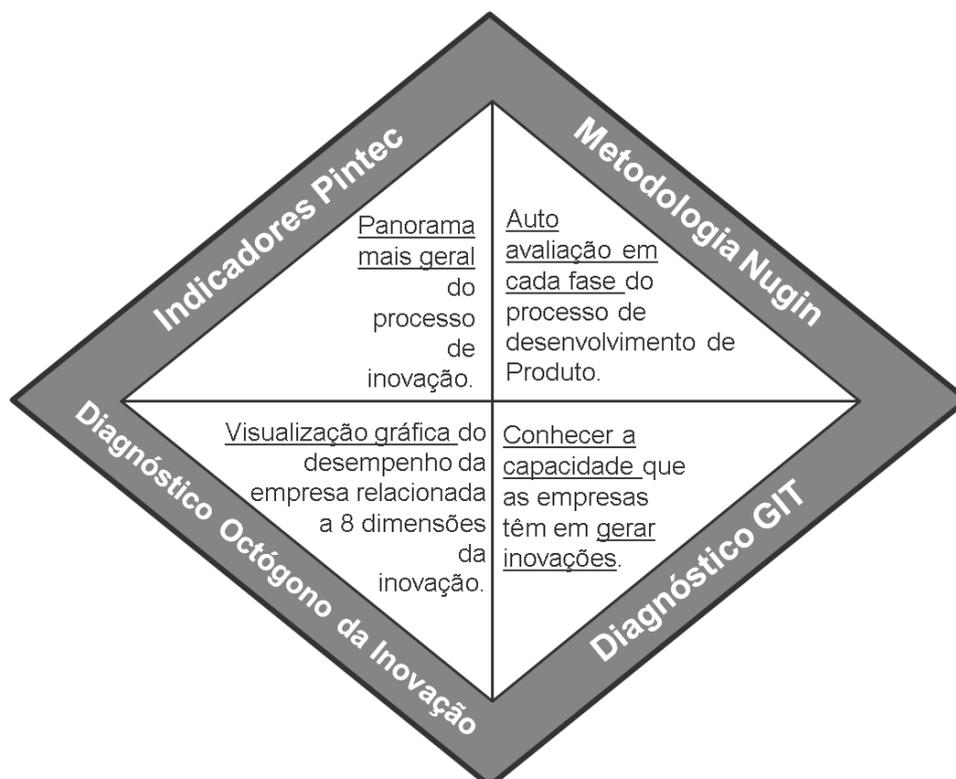


Figura 26 - Ferramentas de gestão da inovação voltadas para mensurar esforços em inovação

Na seção 3.1.2 foram apresentados métodos e ferramentas que possibilitam mensurar graus/ potencial de inovação. A Figura 27 ilustra de forma resumida as ferramentas identificadas.

Na seção 3.1.3, foi apresentada a ferramenta API_PC (PADILHA, 2008) a qual permite, por meio de critérios, estabelecer uma avaliação das concepções na etapa do projeto conceitual quando o enfoque é o potencial de inovação.

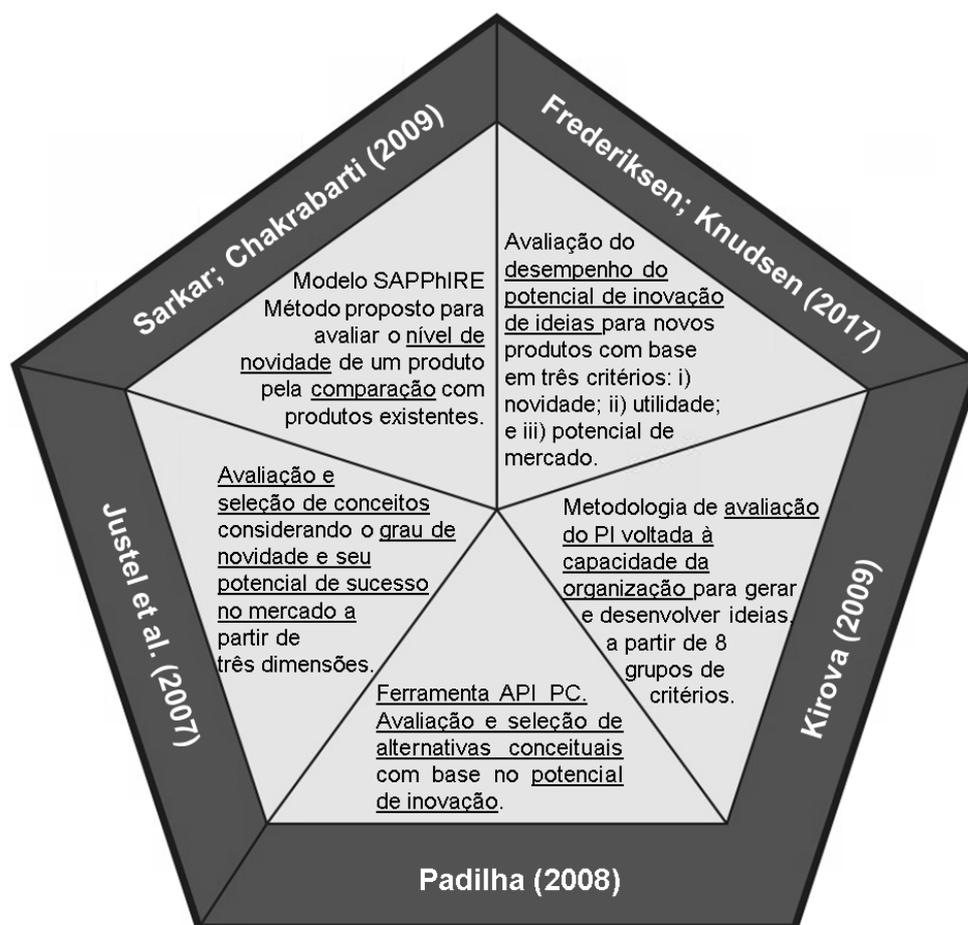


Figura 27 - Ferramentas para mensurar graus/ potencial de inovação

A maior dificuldade relacionada à avaliação de alternativas na etapa do Projeto Conceitual está relacionada ao grau de abstração ainda existente nesta etapa. Entretanto, conforme seção 2.1.3, deve haver uma preocupação com a inovação em todas as fases do PDP, procurando trabalhar a inovação de um modo sistemático.

Vale destacar que ao se mencionar o termo inovação, este pode ser radical ou incremental. Melhorias em produtos existentes também são caracterizadas nesta investigação como inovações.

A Figura 28 apresenta uma matriz de inovação e melhoria já apresentada na seção 2.1 e enquadra o tipo de inovação a que esta pesquisa se direciona. É importante ressaltar que novos produtos podem ser resultado de melhorias em produtos existentes, conforme seção 2.2.

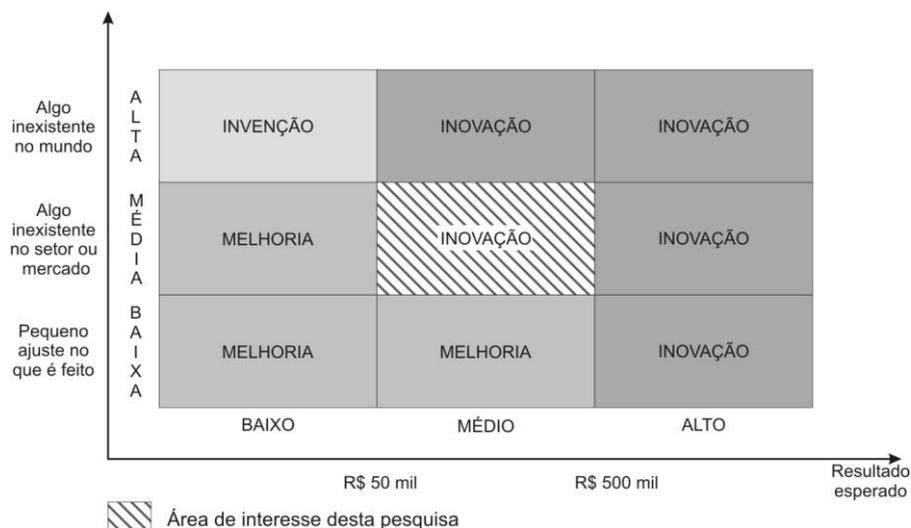


Figura 28 - Enquadramento da inovação
Fonte: Adaptado de Scherer; Carlomagno (2009).

O processo de seleção de concepções na etapa de projeto conceitual ainda está vinculado à definição de possíveis critérios que dependerão da experiência da equipe de projeto que utiliza métodos tanto intuitivos quanto sistemáticos para a seleção de soluções. A proposição de uma ferramenta de projeto voltada à avaliação do potencial de inovação de alternativas conceituais permite uma orientação mais adequada à equipe de projeto no processo de seleção de alternativas, considerando as demandas dos contextos econômicos e produtivos atuais.

5.2 ANÁLISE REVERSA NOS MOLDES DA FERRAMENTA API_PC

Com o objetivo de confirmar e/ou identificar novos elementos relacionados ao âmbito da inovação, foi conduzida uma análise reversa de forma semelhante à utilizada para a construção da Ferramenta API_PC, mas com produtos diferentes.

Os quadros que se seguem (Quadros 12 a 15) identificam os elementos que permitiram tornar os produtos diferenciados. Juntamente com a análise, procurou-se identificar o critério vinculado à inovação. A seleção dos produtos partiu do Catálogo da Bienal de Design 2010 (último disponibilizado) no qual contou diversos produtos das mais distintas áreas.

PRODUTO	ELEMENTOS QUE CARACTERIZAM A INOVAÇÃO NO PRODUTO
<p>TRIKKE – Veículo de propulsão humano semelhante a um patinete. Ano: 2000 Design: Prospera Comercial – Curitiba/PR Produção: Trikkie Tech Inc - Califórnia, EUA.</p> <p>Produto brasileiro patentado nos Estados Unidos, sendo a empresa transnacional, com produção na China, atividades de marketing nos EUA, P&D no Brasil. Patentes aplicadas em 35 países e vendas em 17 países, de quatro continentes.</p> <p>O produto move-se a partir do impulso do movimento do corpo para um lado e para o outro sem a necessidade de pedalar ou empurrar. Tem freio no guidão, à semelhança das bicicletas, e pode atingir velocidades de até aproximadamente 30 quilômetros por hora. O produto une a dinâmica da suspensão de um carro a um veículo de três rodas em que o usuário dirige em pé (FERNANDES; ROCHA; SEIFERT, 2007).</p> <p><i>Curiosidade: a intenção inicial dos inventores, ao desenvolver o Trikke, era proporcionar aos usuários o uso do produto em descidas de morros ou ladeiras, em que os mesmos tinham o controle do triciclo. Surpreenderam-se, porém, ao verificar que o veículo continuava em movimento em terreno plano, se o condutor continuasse a fazer os movimentos com o corpo.</i></p> <p>JÚRI/ PREMIAÇÕES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revista Time “Melhores invenções de 2002”. • Como conseqüência da divulgação e do modismo, e apesar da pirataria, as vendas cresceram 200% em dois anos. • Bienal de Design 2010. <p>Modelo T5 Kids alumínio recebeu o Prêmio <i>Oppenheim Toy Portfolio Platinum Award</i> e o Selo de Aprovação do <i>National Parenting Center</i> em 2004.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza o princípio da física da conservação do momento angular, podendo atingir velocidades de até 30 km/h sem a necessidade de se por o pé no solo para propulsão, mesmo em subidas. Para operar o veículo, o usuário dá o impulso inicial, ao mesmo tempo em que movimenta o triciclo para o lado. Ao fazer isso, altera-se o centro de gravidade do operador e do veículo para dentro da curva. O movimento é então repetido na outra direção, produzindo mais velocidade. A repetição do movimento mantém o veículo em movimento, sem necessidade de colocar o pé no chão. CRITÉRIO FUNÇÃO • O Trikke compete em duas indústrias: a de equipamentos esportivos (golfe, pesca, esqui, <i>windsurf</i>, baseball e indiretamente, equipamentos de ginástica) e a de bicicletas. Porém, é um produto original, baseado em princípios distintos (não tem motor, correntes e pedais, nem precisa de pedaladas ou empurrões) dos que são utilizados em patinetes, bicicletas ou motonetas. Utiliza um princípio semelhante ao dos patins, em que movimentos laterais com o corpo, feitos pelo usuário, impulsionavam o produto. O objetivo de longo prazo da Trikke é criar uma <u>nova categoria</u> de produtos na indústria de equipamentos de recreação. • Todos os produtos são dobráveis e podem ser colocados em uma espécie de maleta, que pode ser carregada como uma mochila, ou a tiracolo. CRITÉRIO ACONDICIONAMENTO • Expansão da linha de produtos (2006): Trikke T12 (dirigido a atletas), Trikke T8 conversível; Trikke T8 conversível pu (voltado para adultos em geral), Trikke T7 Coupe (mais leve e mais compacto), Trikke T6 Teen (para adolescentes com mais de dez anos de idade), Trikke T5 Kids alumínio e Trikke T5 Kids aço (para crianças até dez anos de idade). CRITÉRIO FORMA • Duas extensões de linha foram adicionadas ao Trikke original: uma para a prática na neve (Skki) e outra em um novo modelo, similar a uma motoneta, ou bicicleta motorizada ultraleve, com um pequeno motor elétrico adaptado (Bikke). CRITÉRIO FORMA • No Japão, o produto foi lançado no outono de 2003 pelo distribuidor local autorizado, a PIAA Corporation de Tóquio. Neste país, o produto sofreu adaptações do ponto de vista ergonômico: o Trikke 7 foi adaptado para um público adulto e recebeu dimensões menores. CRITÉRIO ERGONOMIA
	

Quadro 12 - Veículo de propulsão humana Trikke
Fonte: Adaptado de Trikke (2015) e Centro de Design do Paraná (2010).

PRODUTO	ELEMENTOS QUE CARACTERIZAM A INOVAÇÃO NO PRODUTO
<p>CLEVER CAPS – tampa multiuso Ano: 2014 Design: Cláudio Patrick Vollers Produção: Clever Pack, Rio de Janeiro</p> <p>Uma tampinha de garrafa que se encaixa à outra e é compatível com blocos de montar como Lego.</p> <p>Em sua primeira versão comercial, as Clever Caps foram projetadas para gargalos Finish PCO 1881 e são providas de lacre de segurança. A ideia consiste em fazer com que pelo menos parte da embalagem plástica, no caso a tampa, não tenha como destino o lixo nem a reciclagem. “A proposta é que as tampas ganhem uma nova vida”, diz, um dos idealizadores do produto e sócio da Bauen Plásticos, empresa parceira da Clever Pack no projeto. As Clever Caps são objeto de uma série de pedidos de patente e desenhos industriais. No total, foram registradas sete patentes no Brasil.</p> <p>O preço da tampa é praticamente o mesmo de uma convencional. Para a fabricação, não é necessário nenhuma máquina especial, mas o mesmo equipamento utilizado na produção de tampas comuns.</p> <p>Não acrescentam etapas na fabricação, usam as mesmas matérias primas das tampas convencionais e o incremento de matéria prima é pequeno, sem aumento significativo no preço. As Clever Caps não precisam passar por nenhum processo industrial para serem reutilizadas. A ideia é que as pessoas resem ou doem as tampas.</p> <p>Em março de 2015, uma fabricante de água mineral de São Paulo começou a comercializar suas garrafas com a Clever Cap, assim como uma empresa do Ceará tem a intenção de comercializar o produto na região nordeste. Outras marcas internacionais – da Alemanha, Japão, Coreia do Sul e Estados Unidos, já mostraram interesse na invenção brasileira.</p> <p><i>Curiosidades: De acordo com Cláudio Vollers, um dos idealizadores do projeto, “não estamos criando algo novo, mas fazendo uma inovação a partir de algo que já existe no mercado”.</i></p> <p><i>Somente depois de verificar que as patentes do Lego já haviam expirado é que as tampas Clever caps foram introduzidas no mercado com o propósito de se encaixarem aos blocos de brinquedo.</i></p> <p>JÚRI/ PREMIAÇÕES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • iF Design Award 2014 (duas categorias - bebidas e formato embalagem) • Prêmio Brasileiro de Embalagem Embanews <p>Eleita entre os 80 designs mais impactantes do mundo pelo London Design Museum</p>	<ul style="list-style-type: none"> • As tampas atendem aos três critérios de um produto sustentável: ecologicamente corretas, socialmente justas e acessíveis e economicamente viáveis para a indústria. CRITÉRIO SUSTENTABILIDADE • Reutilização do produto para uma nova função: de tampa de garrafa podem ser utilizadas na composição de diversos objetos como luminária, mobiliário, brinquedos, porta objetos, entre outros. CRITÉRIO FUNÇÃO • A empresa pretende lançar novos modelos, tamanhos e formatos. As tampas também são montáveis entre si. CRITÉRIO FORMA 

Quadro 13 - Tampa multiuso Clever Caps
Fonte: Adaptado de Clever Pack (2015) e Biagio (2011).

PRODUTO	ELEMENTOS QUE CARACTERIZAM A INOVAÇÃO NO PRODUTO
<p>WAP O₃ – Lavadora de alta pressão. Ano: 2010 Design: Paradesign – Florianópolis/SC Produção: Fresomac – São José dos Pinhais/PR</p> <p>O produto foi desenvolvido e testado em parceria com o Laboratório de Tecnologia Ambiental da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Trata-se de uma lavadora compacta destinada à limpeza e higienização de frigoríficos, fazendas, matadouros, supermercados, peixarias e laticínios. O sistema produz micropartículas de ozônio estabilizado. O ozônio é mais eficaz que o cloro (usado em limpezas), limpando e higienizando sem o uso de produtos químicos.</p> <p>Tem aprovação da FDA, órgão governamental dos EUA que faz o controle dos alimentos, suplementos alimentares e medicamentos (seja para humanos ou animais). Numa concentração, em água, de 60.000 coliformes por ml, cuja dosagem aplicada de Ozônio seja 0,1 ppm (partículas por milhão), o tempo de extermínio é de apenas três segundos. O mesmo exemplo, tratado com cloro, levaria 30.000 segundos – cerca de 8 horas e meia – para que todos os coliformes fossem aniquilados.</p> <p>O produto tem patente requerida.</p> <p>A empresa dispõe de uma equipe que acompanha os resultados do uso do ozônio, observando o impacto do Ozônio na área (piso, produtos, máquinas, utensílios, entre outros), na pessoa que aplica e no meio ambiente. Nos testes a tecnologia se mostrou segura.</p> <p>A utilização do Ozônio e suas aplicações vêm de longa data e são difundidas em muitos países, como Alemanha e Austrália. O fator inédito desenvolvido pela Wap para o O₃ foi a concepção do Venturi, que produz micro partículas de Ozônio propiciando a estabilização do mesmo por mais tempo na água.</p> <p>JÚRI/ PREMIAÇÕES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bienal Brasileira de Design 2010 	<ul style="list-style-type: none"> • O produto utiliza uma tecnologia já conhecida antes, mas jamais utilizada para este fim. CRITÉRIO TECNOLOGIA • Utiliza uma tecnologia que vem sendo acompanhada nos usuários e no meio ambiente. O produto, até o momento, se mostrou ambientalmente seguro. CRITÉRIO SUSTENTABILIDADE • O produto utiliza um material já conhecido (ozônio) mas não utilizado para o fim proposto. CRITÉRIO MATERIAIS • O produto implementa a mesma função que os produtos similares (limpeza) mas de um modo significativamente diferente (usando ozônio). CRITÉRIO FUNÇÃO <div style="text-align: center;">   </div>

Quadro 14 - Lavadora de alta pressão Wap O₃
Fonte: WAP (2009) e Centro de Design do Paraná (2010).

PRODUTO	ELEMENTOS QUE CARACTERIZAM A INOVAÇÃO NO PRODUTO
<p>CHILD PROOF – Tampa à prova de criança. Ano: 2010 Design: Jefferson Luiz Miranda de Araujo – Rio de Janeiro/RJ Produção: Clever Pack, Rio de Janeiro</p> <p>O produto consiste em um sistema de tampa à prova de crianças. Foram estudados dois modelos de tampas à prova de crianças mais utilizados - o “push down and turn” (empurre e gire) e o “squeeze and turn” (aperte e gire). Por serem fabricadas por duas peças injetadas (polietileno e polipropileno), as tampas atuais são mais pesadas, possuem mais etapas de fabricação e a reciclagem é mais complexa.</p> <p>O projeto proposto pela empresa resulta numa tampa leve de apenas uma peça, sem necessidade de montagem extra. O produto consta de apenas uma peça de polipropileno, que pesa de 25% a 30% menos que tampas similares (KAMIO, 2011).</p> <p>Pode incorporar orifícios diferentes para o mesmo gargalo. Através de um clique é possível certificar-se que a embalagem foi travada.</p> <p>JÚRI/ PREMIAÇÕES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bienal Brasileira de Design 2010 • Apontada como uma das principais inovações em embalagem na <i>Pack Expo International</i>, feira do setor de <i>packing</i>, Chicago – EUA em 2010 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução na quantidade de peças e materiais, o que facilita o processo de manufatura e reciclagem. CRITÉRIO MANUFATURA E CRITÉRIO SUSTENTABILIDADE • O produto permite diferentes arranjos utilizando o mesmo gargalo. CRITÉRIO FORMA 

Quadro 15 - Tampa à prova de criança Child Proof
Fonte: Kamio (2011) e Centro de Design do Paraná (2010).

5.3 IDENTIFICAÇÃO DE CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS

Ao realizar a análise reversa dos produtos (seção 5.2 desta tese) foram confirmados alguns dos critérios apontados na Ferramenta API_PC. Do mesmo modo, foram mapeados novos critérios.

Foi atribuída uma definição para cada critério de modo a estabelecer uma linguagem única. Muitas vezes, dependendo da formação e experiência dos diferentes integrantes da equipe de projeto, pode haver distintas interpretações acerca do significado do critério.

Deste modo, foi utilizada a mesma frase inicial “atributo que se refere...” com o intuito de não privilegiar nenhum critério em detrimento de outros.

A adição de critérios e subcritérios estão vinculadas tanto à nova análise reversa quanto ao que a própria teoria aponta com relação à inovação.

Com isso, uma nova configuração da Ferramenta API_PC pode ser estruturada, a partir do cruzamento de informações derivadas da revisão de literatura com a análise reversa dos produtos apresentados nesta tese.

Com base nesta análise preliminar, os critérios ficaram com as seguintes definições e respectivos desmembramentos (critérios apresentados em ordem alfabética):

a) Acondicionamento: atributo que se refere ao modo de transportar/acondicionar da solução.

Na ferramenta API_PC, este critério recebeu o nome de Transporte.

Neste caso, os subcritérios apresentados compreenderam, também, a embalagem ou acondicionamento da solução. Sendo assim, o nome do critério foi alterado para Acondicionamento, englobando tanto a embalagem como transporte e possível distribuição do futuro produto.

Na revisão de literatura, na seção 2.3.3, o Quadro 6 apresentou como atributos de avaliação os itens “embalabilidade”, “transportabilidade” e “armazenabilidade”.

Estes atributos podem ser transpostos para o campo da inovação e, se devidamente aplicados em soluções, podem remeter a produtos com potencial inovador.

Na análise reversa o produto Trikke apresentou todos os produtos da linha dobráveis e facilmente transportados.

Sendo assim, o critério Acondicionamento, apresentou os seguintes subcritérios:

a.1. A solução apresenta um apresenta um novo modo de acondicionar o produto em relação aos similares;

a.2. A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos similares;

a.3. A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos similares.

b) Ergonomia: atributo que se refere à interação entre a solução e o usuário.

Na Ferramenta API_PC, o critério Ergonomia apresentou um subcritério. Nesta nova análise, foram adicionados mais três subcritérios com base na análise dos produtos e na revisão de literatura.

Na seção 3.1.2 desta tese, Kirova (2009) apontou itens como “simplicidade e conveniência do uso” e “ergonomia e satisfação do consumo” como elementos que permitem avaliar o potencial de inovação.

A facilidade de montagem e desmontagem do produto passou a ser um diferencial, sendo este incorporado em um dos subcritérios. A Tabela 1 da seção 2.3.2 apresentou as heurísticas apontadas por Ylmaz e Seifert (2011). Dentre as quais: “Ajustar de acordo com as diferentes necessidades dos usuários” e “Alterar o modo como o usuário interage fisicamente com o sistema” foram referências teóricas que colaboraram para o desmembramento deste critério em mais subcritérios.

Na análise reversa, o produto Trikke oferece a possibilidade de adaptação ergonômica do produto para públicos distintos (e.g. adulto, *teen*, *kids*), além de uma versão do produto direcionada ao público japonês.

Sendo assim, o critério Ergonomia, apresentou os seguintes subcritérios:

b.1. A solução possui uma nova concepção ergonômica (e.g. nova empunhadura, um novo modo de interagir com o produto);

b.2. A solução pode ser adaptada para usuários distintos (e.g. diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação em versões futuras;

b.3. A solução possui algum tipo de regulagem que permite adaptações a usuários distintos (e.g. diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação na mesma solução;

b.4. A solução prevê facilidade na montagem/ desmontagem pelo usuário.

c) Forma: atributo que se refere à estética da solução.

A Ferramenta API_PC apresentou quatro subcritérios para Forma. Foram adicionados dois subcritérios também baseados na Tabela 1 da seção 2.3.2 deste documento, sendo: “Repetir a mesma forma várias vezes” e “Inverter as formas repetidas para diversas funções” as heurísticas que justificam a inserção do subcritério “A solução permite diferentes arranjos a partir da repetição e/ou inversão de um mesmo elemento formal” e a heurística “Alterar a configuração utilizando os mesmos elementos de design” a que fundamenta o subcritério “A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores”.

Os demais subcritérios existentes podem ser apoiados no que a teoria aponta como as funções relacionadas à satisfação das necessidades dos usuários (LÖBACH, 2001).

Conforme descrito na seção 2.3.2 deste documento, é possível destacar as funções estéticas e simbólicas como sendo atributos que, usados como elementos de diferenciação, podem resultar em soluções com potencial de inovação.

Vickery et al. (2016) apontaram os impactos positivos que o uso da modularidade pode trazer ao PDP (seção 2.3.2 deste estudo) sendo este também um fator de diferenciação que pode contribuir para potencializar a inovação em uma alternativa conceitual. Este argumento foi evidenciado no subcritério “A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto”.

Ko e Kuo (2010) destacaram a possibilidade de personalização de produtos em massa como sendo uma maneira de oferecer maior variedade de produtos (seção 2.3.2 desta tese). O subcritério “A solução possui algum nível de personalização (e.g. cores, composições, texturas)” destaca a personalização como sendo uma oportunidade para desenvolver inovações.

Ainda na seção 2.3.2, Kubota et al. (2013) tratam das questões relacionadas à criação de famílias de produtos como uma estratégia para oferecer maior diversidade. Fundamentado neste argumento, como um modo de se potencializar a inovação em uma concepção, foi definido o subcritério “A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores”.

Na análise reversa, o produto Trikke propiciou a expansão da linha de produtos, permitindo a criação de uma família de produtos, voltada para diferentes públicos. As tampas Clever Caps viabilizaram a possibilidade de a empresa lançar novos modelos, tamanhos e formatos, além de as peças serem montáveis entre si. As tampas Child Proof permitiram diferentes arranjos utilizando o mesmo gargalo.

Sendo assim, o critério Forma, apresentou os seguintes subcritérios:

c.1. A solução esteticamente se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes;

c.2. A solução possui alguma característica que a torne peculiar (e.g. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros);

c.3. A solução possui algum nível de personalização (e.g. cores, composições, texturas);

b.4. A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto;

c.5. A solução permite diferentes arranjos a partir da repetição e/ou inversão de um mesmo elemento formal;

c.6. A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores.

d) Função: atributo que se refere ao uso da solução.

A Ferramenta API_PC apresentou três subcritérios para Função. Foram adicionados dois subcritérios também baseados na Tabela 1 da seção 2.3.2. A heurística apontada foi “Utilizar um elemento comum para funções múltiplas”. Na mesma seção, Rozenfeld et al. (2006) destacaram a importância da arquitetura do produto, sendo que este representa o modo como os elementos funcionais podem ser arranjados na estrutura física e como ocorre a interação entre partes. Trabalhar com novos arranjos funcionais prevendo novos modos de uso de uma solução poderia caracterizar uma potencial inovação em uma concepção.

Na seção 3.1.2 desta tese, Kirova (2009) apontou itens como “modo de realização da função”, “melhoria e expansão da função” e “melhoria da tecnologia para a realização da função desejada e do processo de produção necessário” como elementos que permitem avaliar o potencial de inovação.

Na análise reversa, o produto Trikke criou um novo modo de se locomover, diferente dos produtos existentes no mercado. As tampas Clever Caps oportunizaram a definição de uma nova função para um produto já existente. A lavadora de alta pressão Wap O₃ permitiu a execução da mesma função que os produtos similares, mas de um modo diferente.

Sendo assim, o critério Função, apresentou os seguintes subcritérios:

d.1. A solução implementa alguma função completamente nova;

d.2. A solução implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares;

d.3. A solução implementa a mesma função que os produtos similares, mas de um modo significativamente diferente;

d.4. A solução prevê a atribuição de mais de uma função na mesma concepção;

d.5. A solução prevê um novo arranjo dos elementos funcionais de modo a estabelecer novas formas de uso.

e) Manutenibilidade: atributo que se refere à facilidade de manutenção da solução.

A Ferramenta API_PC originalmente não referenciou este critério. Na revisão de literatura, na seção 2.3.3, o Quadro 6 apresentou como atributo, “mantenabilidade” que pôde ser interpretado como um critério e desmembrado em dois subcritérios: um referente à manutenção executada pelo próprio usuário e outro referente à manutenção conduzida em uma assistência técnica.

Sendo assim, o critério Manutenabilidade, apresentou os seguintes subcritérios:

e.1. A solução prevê elementos que facilitam a manutenção executada pelo usuário;

e.2. A solução prevê elementos que facilitam a manutenção a ser realizada por uma equipe técnica.

f) Manufatura: atributo que se refere à produção da solução.

Na Ferramenta API_PC, o critério Manufatura foi desmembrado em três subcritérios. Nesta análise, procurou-se atribuir um novo critério – Materiais deslocando-se dois subcritérios de Manufatura para Materiais.

Foram então adicionados dois novos subcritérios ao critério Manufatura.

A seção 2.3.2 abordou na Tabela 1, as heurísticas propostas por Ylmaz e Seifert (2011) que tem por objetivo permitir uma variação sistemática nas soluções geradas e favorecer o desenvolvimento de um conjunto mais amplo de soluções de projeto.

Dentre elas, tem-se “Mesclar uma variedade de componentes”, “Adicionar, tirar ou dobrar componentes que não estiverem em uso”, “Substituir um elemento por outro” e “Dividir uma forma em vários elementos menores”. A partir destes parâmetros, foram introduzidos dois novos subcritérios.

Na análise reversa, as tampas Child Proof propiciaram redução na quantidade de peças e materiais, sem trazer prejuízo ao produto.

Sendo assim, o critério Manufatura, apresentou os seguintes subcritérios:

f.1. A solução visa simplificar ou melhorar significativamente o processo de manufatura do futuro produto;

f.2. A solução prevê redução no número de componentes/partes do produto sem haver comprometimento funcional;

f.3. A solução prevê uma melhora significativa no processo de montagem na produção.

g) Material: atributo que se refere à seleção/previsão de materiais para a solução.

Na Ferramenta API_PC não houve uma referência direta a este critério. O critério “Manufatura” continha subcritérios que fizeram alusão ao uso de materiais.

Na análise da ferramenta API_PC estes subcritérios foram deslocados do critério “Manufatura” e passaram a incorporar um novo critério denominado “Materiais”.

Na seção 3.1.2 desta tese, Kirova (2009) apontou o item “possibilidade de introdução de novos materiais e elementos” como um meio de potencializar a inovação em produtos.

Na revisão de literatura (seção 2.2), Rozenfeld et al. (2006) destacaram a importância da seleção de materiais e de como, muitas vezes, as empresas restringem a oportunidade de inovar pelo uso de um novo material ou uma nova forma de se utilizar um material já conhecido.

Na análise reversa, a lavadora de alta pressão Wap O₃ utilizou um produto já conhecido (ozônio) que foi adaptado ao fim proposto.

Sendo assim, o critério Material, apresentou os seguintes subcritérios:

g.1. A solução prevê o emprego de um material conhecido, mas jamais utilizado para o fim proposto;

g.2. A solução prevê o emprego de um material novo, jamais utilizado antes.

h) Sustentabilidade: atributo que se refere ao uso racional de recursos/processos conferidos à solução.

A Ferramenta API_PC não contemplou este critério. Na avaliação dos produtos selecionados foi identificado o parâmetro “sustentável” como sendo uma característica que agregou valor e que pode diferenciar uma solução das demais. Além disso, na seção 2.3.3, o Quadro 6 apresentou alguns atributos que podem ser avaliados numa triagem de soluções de projeto. Entre eles, tem-se “impacto ambiental”, “reciclabilidade” e “descartabilidade”.

Na análise reversa, as tampas Clever Caps permitiram que o produto adquirisse um novo uso após seu descarte. As tampas Child Proof previram redução na quantidade de peças e materiais, facilitando a reciclagem. A lavadora de alta pressão Wap O₃ constatou que o uso do ozônio para o fim proposto não trouxe prejuízos ao meio ambiente.

Sendo assim, o critério Sustentabilidade, apresentou os seguintes subcritérios:

- h.1. A solução apresenta alguma possibilidade de reciclagem;
- h.2. A solução utiliza algum material/processo sustentável;
- h.3. A solução prevê como será feito o descarte do produto.

i) Tecnologia: atributo que se refere ao uso da tecnologia na solução.

Ao critério Tecnologia foram atribuídos mais dois subcritérios, no sentido de caracterizar a abordagem do uso de tecnologia em uma solução.

Sendo assim, procurou-se estabelecer subcritérios que tratem de forma diferenciada quando a solução envolve uma melhoria tecnológica, um novo modo de usar uma tecnologia já conhecida ou quando a solução incorpora uma tecnologia completamente nova. Back et al. (2008) apresentaram atributos específicos de produtos, dentre os quais “forças”, “energia”, “sinais”, “automação” e “tempo” podem servir de base para identificação de soluções diferenciadas.

Do mesmo modo, Tondolo et al. (2012) destacam a importância da empresa desenvolver novas tecnologias como elemento de diferenciação.

Na análise reversa, a lavadora de alta pressão Wap O₃ empregou uma tecnologia já conhecida, mas não utilizada para esta finalidade

Sendo assim, o critério Tecnologia, ficou estruturado com os seguintes subcritérios:

- i.1. A solução possui algum atributo tecnológico que a diferencia significativamente dos produtos similares;
- i.2. A solução utiliza uma tecnologia já conhecida, mas jamais utilizada para este fim;
- i.3. A solução utiliza uma tecnologia completamente nova.

A Figura 29 apresenta um esquema demonstrativo, que ilustra os critérios e seus desmembramentos.

Os retângulos sem destaque referem-se aos subcritérios já existentes na ferramenta analisada. Os retângulos em cinza, aos subcritérios adicionados. Há, ainda, um tracejado indicando o deslocamento de dois subcritérios do critério “Manufatura” para o critério “Material”. O contorno em traço-ponto destaca os critérios que foram adicionados (Sustentabilidade, Material e Manutenibilidade).

A partir da análise dos critérios e subcritérios, foi necessário redefinir pesos e pontuações, uma vez que foram acrescentados e modificados alguns atributos.

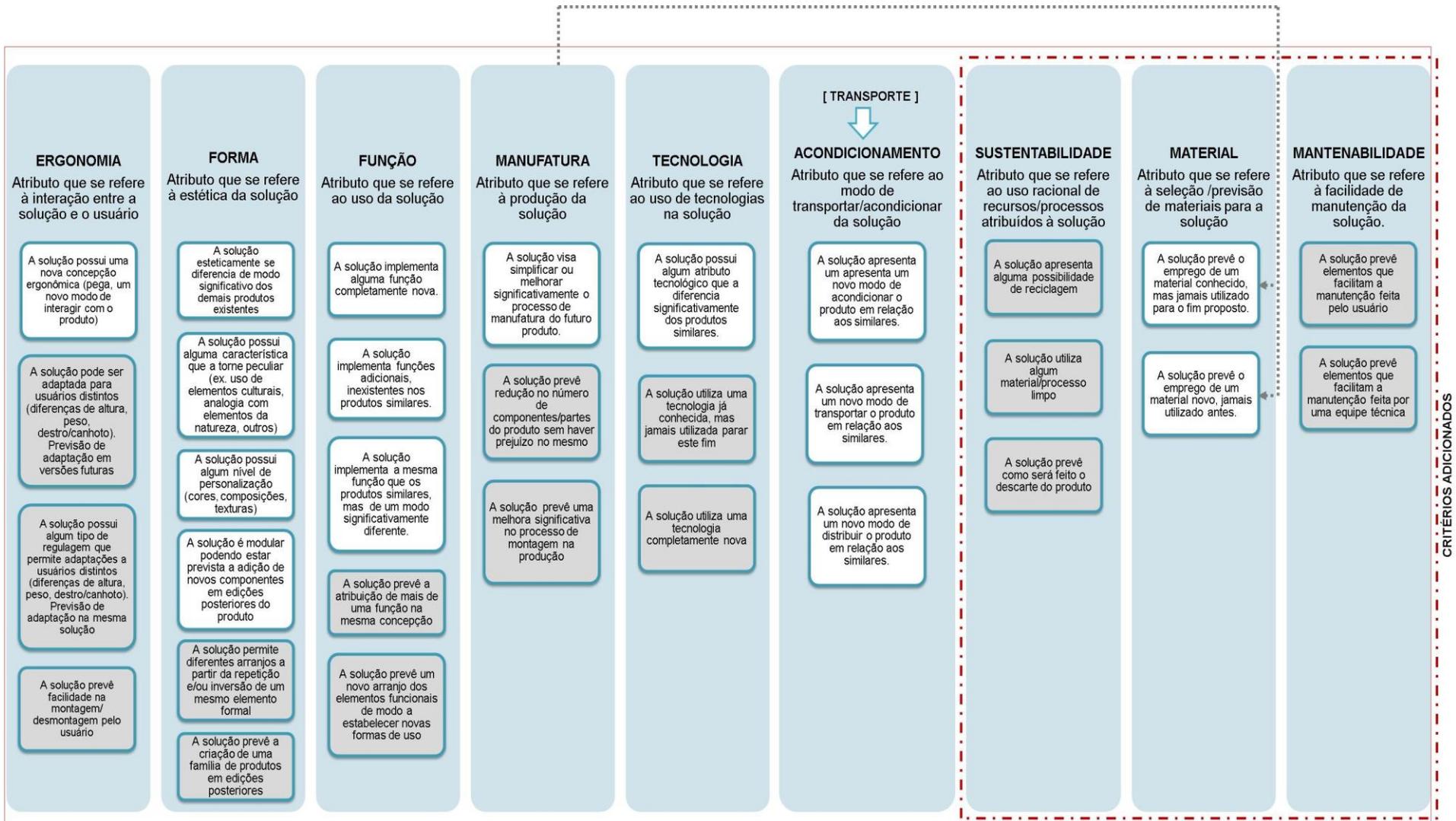


Figura 29 - Estrutura dos critérios e seus desmembramentos

5.4 COLETA DE DADOS

A entrevista coletiva ocorreu no dia 02 de abril de 2016, na sala G202 do Câmpus Curitiba, na UTFPR. O tempo previsto para o evento foi de duas horas, o qual compreendeu uma breve apresentação do trabalho, o preenchimento das tabelas e um período para considerações finais.

Dentre os 30 convidados, 11 haviam confirmado presença. Entretanto, devido a compromissos pessoais, apenas três participantes compareceram efetivamente no dia marcado. Assim sendo, o perfil dos profissionais que compuseram a entrevista coletiva foi: i) um docente; ii) um designer e iii) um engenheiro mecânico.

Na entrevista coletiva foi realizada uma breve apresentação do trabalho em questão, ressaltando aspectos referentes ao que está sendo investigados, quais os procedimentos adotados até o momento e quais os objetivos que se pretende atingir. Os slides da apresentação encontram-se no Apêndice A. Cada participante foi encaminhado a um computador com um arquivo em Excel[®] com as tabelas para a realização da avaliação por comparação aos pares. Foi solicitado que cada participante preenchesse as tabelas conforme indicado na apresentação inicial. O tempo médio de preenchimento foi de 30 minutos. Feito isso, foi destinado um tempo para discussão e considerações que os participantes julgaram relevantes. De um modo geral, não houve dificuldade no preenchimento das tabelas. O que os participantes destacaram foi a necessidade de vincular um “produto imaginário” durante a análise para fazer a comparação aos pares. Vale ressaltar que não foi utilizada nenhuma imagem como exemplo durante a entrevista, justamente para não influenciar a percepção dos participantes. A Figura 30 ilustra a entrevista coletiva



Figura 30 - Ilustração da entrevista coletiva – profissionais e docente.

Na sequência, houve a necessidade de buscar novos participantes. Para tanto, foi realizado contato por e-mail com algumas pessoas que se dispuseram a colaborar, mas que não puderam estar presentes na entrevista coletiva.

Foi enviada a planilha Excel[®] com as tabelas e os slides usados na entrevista coletiva. No contato por e-mail foi enfatizado que, caso houvesse dúvidas no preenchimento das tabelas, seria possível fazê-lo pessoalmente com a pesquisadora. Um dos entrevistados preferiu fazer o preenchimento pessoalmente. Os demais, o fizeram e encaminharam as planilhas preenchidas por e-mail.

Para finalizar a coleta de dados, foram convidados dez estudantes do sétimo período do curso de Engenharia Mecânica da UTFPR.

No dia 12 de abril de 2016 no Câmpus Ecoville os estudantes foram solicitados a preencher as tabelas com uma prévia apresentação do trabalho em questão. A Figura 31 ilustra a entrevista coletiva conduzida com estudantes.



Figura 31 - Ilustração da entrevista coletiva – estudantes

O Quadro 16 apresenta um panorama dos participantes, bem como a formação profissional, o tempo de experiência e área/empresa de atuação.

Foram totalizados 18 participantes os quais receberam a denominação de P1 a P18.

Sigla	Formação	Tempo de experiência profissional	Experiência Profissional
P1	Desenho Industrial PUC/PR. Comunicação Visual UFPR. Especialização em Metodologia de Ensino Superior PUC/PR. Especialização em Administração Pública UFPR. Mestrado em Tecnologia UTFPR. Doutorado Interdisciplinar em Ciências Humanas UFSC	24 anos	Docente do curso de Bacharelado em Design da UTFPR (atual). Fundação Cultural de Curitiba e Instituto Municipal de Administração Pública
P2	Design de Produto UFPR. Especialização em Marketing - Faculdades Integradas Curitiba. Mestrado em Engenharia Florestal UFPR. Doutoranda em Engenharia Florestal UFPR	18 anos	Docente do curso de Bacharelado em Design da UTFPR (atual). Lumicenter, Funcional, Asadesign, Uia Design, Senai
P3	Tecnologia em Mecatrônica UTFPR. Especialização em Gestão do Desenvolvimento de Produto UTFPR. Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais UTFPR. Doutorando em Engenharia Mecânica e de Materiais UTFPR	19 anos	Docente do curso de Engenharia Mecânica UTFPR
P4	Design de Produto UFPR. Especialização em Engenharia de Produto e Design PUC/PR. Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas PUC/PR	20 anos	Tec Design
P5	Engenharia Industrial Mecânica UTFPR. Mestrando em Engenharia Mecânica e de Materiais UTFPR	5 anos	ETEC - Evolução Tecnológica de Técnicas e Projetos Ambientais S.A.
P6	Design de produto PUC/PR. Especialização em Design de Embalagens PUC/PR. Especialização em Engenharia de Produção UTFPR. Mestre em Engenharia Mecânica e de Materiais UTFPR	15 anos	Perfecta Curitiba, Ziperer São Bentos do Sul, Bemis Company, Magistral Embalagens, Grupo O.V.D.
P7	Design de Produto UFPR. Especialização em Administração de Empresas Gestão Industrial FAE. Mestre em Design UFPR	16 anos	Refazenda Consultoria em Design
P8	Desenho Industrial PUC/PR.	28 anos	Bureawe Arquitetura e Design
P9	7º período de Engenharia Mecânica UTFPR	18 anos (Projetos)	Eletrofrío Refrigeração (7 anos)
P10	7º período de Engenharia Mecânica UTFPR	7 meses	Denso do Brasil (2 meses - atual). Audi Alemanha (5 meses)
P11	6º período de Engenharia Mecânica UTFPR	—	—
P12	7º período de Engenharia Mecânica UTFPR	6 meses	O Boticário
P13	7º período de Engenharia Mecânica UTFPR	4 meses (estágio)	Faurecia Automotive do Brasil
P14	7º período de Engenharia Mecânica UTFPR	1 ano (estágio)	WHB Usinagem
P15	7º período de Engenharia Mecânica UTFPR	11 meses	Bosch
P16	7º período de Engenharia Mecânica UTFPR	3 anos	Volvo do Brasil (4 meses - atual)
P17	7º período de Engenharia Mecânica UTFPR	9 anos	Case New Holland (6 anos - atual)
P18	7º período de Engenharia Mecânica UTFPR	2,5 anos	Engemovi Engenharia de Automação (1,5 anos - atual)

Quadro 16 - Perfil dos participantes

5.5 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Esta seção é composta da análise dos dados coletados a partir do preenchimento dos quadros e pela transposição para matriz de avaliação aos pares (conforme descrito na seção 4.2).

Para cada participante foi calculado um peso relativo de cada critério e subcritério e, na sequência, foram determinados os resultados finais.

Com a finalidade de facilitar o entendimento e a análise de cada subcritério, foi adotada uma sigla composta das quatro primeiras letras que compõem a denominação do critério seguido de uma numeração crescente, de acordo com a quantidade de subcritérios que compõem o critério.

A apresentação dos critérios obedeceu a ordem alfabética.

A distribuição dos subcritérios foi aleatória, sem seguir nenhuma ordem (crescente ou decrescente) de importância do subcritério em relação aos demais.

Assim sendo, tem-se a distribuição conforme o Quadro 17.

Acondicionamento	ACO 1	A solução apresenta um novo modo de acondicionar o produto em relação aos similares.
	ACO 2	A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos similares.
	ACO 3	A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos similares.
Ergonomia	ERG 1	A solução possui uma nova concepção ergonômica (pega, um novo modo de interagir com o produto)
	ERG 2	A solução pode ser adaptada para usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação em versões futuras
	ERG 3	A solução possui algum tipo de regulagem que permite adaptações a usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação na mesma solução
	ERG 4	A solução prevê facilidade na montagem/ desmontagem pelo usuário
Forma	FOR 1	A solução esteticamente se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes.
	FOR 2	A solução possui alguma característica que a torne peculiar (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros).
	FOR 3	A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas).
	FOR 4	A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto.
	FOR 5	A solução permite diferentes arranjos a partir da repetição e/ou inversão de um mesmo elemento formal
	FOR 6	A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores

continua

		conclusão
Função	FUN 1	A solução implementa alguma função completamente nova.
	FUN 2	A solução implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares.
	FUN 3	A solução implementa a mesma função que os produtos similares, mas de um modo significativamente diferente.
	FUN 4	A solução prevê a atribuição de mais de uma função na mesma concepção
	FUN 5	A solução prevê um novo arranjo dos elementos funcionais de modo a estabelecer novas formas de uso
Manutenibilidade	MANT 1	A solução prevê elementos que facilitam a manutenção executada pelo usuário
	MANT 2	A solução prevê elementos que facilitam a manutenção a ser realizada por uma equipe técnica
Manufatura	MANU 1	A solução visa simplificar ou melhorar significativamente o processo de manufatura do futuro produto.
	MANU 2	A solução prevê redução no número de componentes/partes do produto sem haver prejuízo no mesmo
	MANU 3	A solução prevê uma melhora significativa no processo de montagem na produção
Materiais	MAT 1	A solução prevê o emprego de um material conhecido, mas jamais utilizado para o fim proposto.
	MAT 2	A solução prevê o emprego de um material novo, jamais utilizado antes.
Sustentabilidade	SUS 1	A solução apresenta alguma possibilidade de reciclagem
	SUS 2	A solução utiliza algum material/processo limpo
	SUS 3	A solução prevê como será feito o descarte do produto
Tecnologia	TEC 1	A solução possui algum atributo tecnológico que a diferencia significativamente dos produtos similares.
	TEC 2	A solução utiliza uma tecnologia já conhecida, mas jamais utilizada para este fim
	TEC 3	A solução utiliza uma tecnologia completamente nova

Quadro 17 - Siglas adotadas para os subcritérios

5.5.1 Critérios Gerais

A partir dos dados coletados, os quadros foram convertidos em matrizes de modo a obter o peso relativo de cada critério e subcritério para cada participante. O Apêndice B apresenta os quadros dos critérios gerais e os subcritérios. A Figura 32 apresenta, de forma ilustrativa, o processo de transposição de dados (das tabelas para a planilha) com o cálculo dos pesos relativos, conforme descrito na seção 4.2. Foram 18 participantes, com 10 tabelas de avaliação cada, totalizando 180 matrizes. O Apêndice C apresenta as matrizes dos critérios gerais e dos subcritérios.

CRITÉRIOS	Acondicionamento	Ergonomia	Forma	Função	Mantenabilidade	Manufatura	Materiais	Sustentabilidade	Tecnologia	Soma das linhas	Peso relativo
Acondicionamento		0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0,014
Ergonomia	1		0,5	0,5	1	0	0	0,5	0	3,5	0,097
Forma	1	0,5		0,5	1	1	1	0,5	0	5,5	0,153
Função	1	0,5	0,5		1	1	1	0,5	0	5,5	0,153
Mantenabilidade	1	0	0	0		0	0	0	0	1	0,028
Manufatura	1	1	0	0	1		0	0,5	0,5	4	0,111
Materiais	1	1	0	0	1	1		0,5	0,5	5	0,139
Sustentabilidade	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5		0,5	4,5	0,125
Tecnologia	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5		6,5	0,181
Total										36	

Figura 32 - Exemplo ilustrativo da transposição de dados da tabela para a matriz

A partir daí, foi calculada a média para os critérios gerais. A Tabela 6 apresenta a planilha com os valores calculados para cada critério, bem como a média geral e a posição que cada critério ocupou nesta análise.

Tabela 6 - Média dos critérios gerais

CRITÉRIOS	Participantes																		Média geral	Posição
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18		
Acondicionamento	0,200	0,000	0,069	0,111	0,056	0,111	0,028	0,069	0,028	0,000	0,042	0,056	0,028	0,028	0,069	0,069	0,014	0,028	0,056	9
Ergonomia	0,143	0,139	0,167	0,111	0,153	0,042	0,083	0,194	0,097	0,167	0,069	0,111	0,111	0,000	0,083	0,139	0,139	0,111	0,114	4
Forma	0,143	0,097	0,153	0,111	0,167	0,125	0,208	0,125	0,097	0,083	0,000	0,069	0,083	0,056	0,111	0,139	0,125	0,056	0,108	5
Função	0,200	0,167	0,194	0,111	0,181	0,125	0,208	0,181	0,167	0,153	0,125	0,194	0,208	0,194	0,181	0,194	0,139	0,139	0,170	1
Mantenabilidade	0,086	0,111	0,083	0,111	0,097	0,111	0,042	0,014	0,083	0,083	0,069	0,181	0,014	0,111	0,014	0,153	0,153	0,111	0,090	7
Manufatura	0,014	0,111	0,000	0,111	0,014	0,083	0,069	0,097	0,167	0,125	0,111	0,194	0,042	0,083	0,014	0,042	0,069	0,139	0,083	8
Materiais	0,086	0,125	0,069	0,111	0,056	0,111	0,125	0,028	0,083	0,111	0,194	0,069	0,139	0,139	0,167	0,028	0,125	0,139	0,106	6
Sustentabilidade	0,086	0,153	0,097	0,111	0,083	0,125	0,097	0,181	0,097	0,194	0,194	0,056	0,181	0,181	0,181	0,056	0,125	0,083	0,127	3
Tecnologia	0,043	0,097	0,167	0,111	0,194	0,167	0,139	0,111	0,181	0,083	0,194	0,069	0,194	0,208	0,181	0,181	0,111	0,194	0,146	2

A média apresentada equivale ao peso que o critério apresenta em relação aos demais. Foi observada a seguinte colocação para os critérios gerais: i) função; ii) tecnologia; iii) sustentabilidade; iv) ergonomia; v) forma; vi) materiais; vii) mantenabilidade; viii) manufatura e ix) acondicionamento.

O mesmo procedimento foi adotado na análise dos subcritérios. Na sequência, apresenta-se cada critério com os subcritérios correspondentes juntamente com uma análise da sua pontuação e classificação.

A apresentação obedece a ordem alfabética, iniciando com “acondicionamento” e finalizando com “tecnologia”.

5.5.2 Critério Acondicionamento

O critério Acondicionamento é composto por três subcritérios. A Tabela 7 apresenta a média geral obtida para cada subcritério. A média apresentada equivale ao peso do subcritério em relação aos demais subcritérios de Acondicionamento. Este procedimento é adotado para todos os demais critérios.

Tabela 7 - Classificação dos subcritérios: Acondicionamento

Sigla	ACONDICIONAMENTO subcritérios	Participantes																		Média	Posição
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18		
ACO 1	A solução apresenta um novo modo de acondicionar o produto em relação aos similares.	0,333	0,667	0,333	0,000	0,500	0,667	0,333	0,500	0,167	0,500	0,500	0,167	0,667	0,667	0,167	0,500	0,667	0,000	0,407	1
ACO 2	A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos similares.	0,333	0,167	0,333	0,667	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,333	0,500	0,333	0,333	0,167	0,500	0,333	0,667	0,343	2
ACO 3	A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos similares.	0,333	0,167	0,333	0,333	0,000	0,333	0,667	0,000	0,333	0,500	0,167	0,333	0,000	0,000	0,667	0,000	0,000	0,333	0,250	3

O subcritério ACO 1 obteve a maior pontuação, seguido por ACO 2 e ACO 3. Ou seja, no critério Acondicionamento, um novo modo de acondicionar o produto representa um maior potencial de inovação quando comparado a um novo modo de transportar e de distribuir o produto.

5.5.3 Critério Ergonomia

O critério Ergonomia é composto por quatro subcritérios. A Tabela 8 apresenta a média geral obtida para cada subcritério.

Tabela 8 - Classificação dos subcritérios: Ergonomia

Sigla	ERGONOMIA - subcritérios	Participantes																		Média	Posição
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18		
ERG 1	A solução possui uma nova concepção ergonômica (pega, um novo modo de interagir com o produto)	0,000	0,250	0,500	0,167	0,333	0,333	0,333	0,083	0,250	0,333	0,083	0,250	0,500	0,000	0,417	0,250	0,000	0,333	0,245	3
ERG 2	A solução pode ser adaptada para usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação em versões futuras	0,333	0,083	0,000	0,000	0,000	0,167	0,000	0,333	0,250	0,000	0,417	0,333	0,167	0,333	0,083	0,083	0,200	0,250	0,169	4
ERG 3	A solução possui algum tipo de regulagem que permite adaptações a usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação na mesma solução	0,500	0,333	0,333	0,333	0,167	0,250	0,500	0,333	0,417	0,333	0,333	0,167	0,333	0,167	0,167	0,417	0,400	0,083	0,309	1
ERG 4	A solução prevê facilidade na montagem/ desmontagem pelo usuário	0,167	0,333	0,167	0,500	0,500	0,250	0,167	0,250	0,083	0,333	0,167	0,250	0,000	0,500	0,333	0,250	0,400	0,333	0,277	2

O subcritério ERG 3 obteve a maior pontuação, seguido dos subcritérios ERG 4, ERG 1 e ERG 2.

Sendo assim, dentro do contexto deste estudo, o fato da solução possuir algum tipo de regulagem que permita adaptação a usuários distintos e a previsão desta adaptação ocorrer na mesma solução (ERG 3) representa um potencial maior

de inovação quando comparado à facilidade de montagem/desmontagem pelo usuário (ERG 4) e de nova concepção ergonômica (ERG 1).

Por fim, a solução apresentar algum tipo de adaptação a usuários distintos, sendo que a previsão de adaptações poderá ocorrer em versões futuras (ERG 2) obteve a menor pontuação.

5.5.4 Critério Forma

O critério Forma é composto por seis subcritérios. A Tabela 9 apresenta a média geral obtida para cada subcritério.

Tabela 9 - Classificação dos subcritérios: Forma

Sigla	FORMA - subcritérios	Participantes																		Média	Posição
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18		
FOR 1	A solução esteticamente se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes.	0,000	0,133	0,100	0,133	0,133	0,100	0,267	0,200	0,200	0,167	0,233	0,067	0,133	0,133	0,200	0,300	0,067	0,267	0,157	3
FOR 2	A solução possui alguma característica que a torne peculiar (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros).	0,200	0,267	0,267	0,000	0,000	0,100	0,033	0,267	0,100	0,300	0,200	0,233	0,133	0,000	0,233	0,133	0,133	0,067	0,148	5
FOR 3	A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas).	0,133	0,033	0,067	0,333	0,067	0,100	0,300	0,167	0,167	0,133	0,033	0,267	0,000	0,067	0,167	0,200	0,000	0,100	0,130	6
FOR 4	A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto.	0,133	0,167	0,200	0,267	0,267	0,233	0,133	0,167	0,100	0,300	0,167	0,133	0,200	0,300	0,000	0,267	0,333	0,300	0,204	2
FOR 5	A solução permite diferentes arranjos a partir da repetição e/ou inversão de um mesmo elemento formal.	0,333	0,200	0,167	0,067	0,200	0,200	0,133	0,200	0,300	0,067	0,333	0,200	0,333	0,300	0,100	0,067	0,267	0,233	0,206	1
FOR 6	A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores.	0,200	0,200	0,200	0,200	0,333	0,267	0,133	0,000	0,133	0,033	0,033	0,100	0,200	0,200	0,300	0,033	0,200	0,033	0,156	4

O subcritério FOR 5 obteve a maior pontuação, seguido dos subcritérios FOR 4, FOR 1, FOR 6, FOR 2 e FOR 3. Sendo assim, dentro do contexto deste estudo, a solução permitir diferentes arranjos a partir da repetição/inversão de elementos formais (FOR 5) traduz melhor a ideia de potencial de inovação. Do mesmo modo, criar soluções modulares que permitam adicionar novos componentes (FOR 4) e se diferenciar esteticamente das existentes (FOR 1) remetem mais à ideia de inovação do que o fato da alternativa conceitual trabalhar com famílias de produtos (FOR 6), possuir alguma característica peculiar (FOR 2) ou possuir algum nível de personalização (FOR 3).

5.5.5 Critério Função

O critério Função é composto por cinco subcritérios. A Tabela 10 apresenta a média geral obtida para cada subcritério.

Tabela 10 - Classificação dos subcritérios: Função

Sigla	FUNÇÃO - subcritérios	Participantes																		Média	Posição
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18		
FUN 1	A solução implementa alguma função completamente nova.	0,250	0,100	0,250	0,200	0,200	0,300	0,300	0,350	0,200	0,200	0,350	0,200	0,300	0,400	0,350	0,200	0,400	0,200	0,264	1
FUN 2	A solução implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares.	0,150	0,150	0,300	0,200	0,200	0,100	0,200	0,000	0,200	0,250	0,150	0,150	0,000	0,250	0,200	0,200	0,300	0,200	0,178	3
FUN 3	A solução implementa a mesma função que os produtos similares, mas de um modo significativamente diferente.	0,400	0,050	0,050	0,200	0,100	0,150	0,200	0,100	0,050	0,200	0,100	0,250	0,250	0,250	0,100	0,200	0,000	0,200	0,158	5
FUN 4	A solução prevê a atribuição de mais de uma função na mesma concepção.	0,050	0,350	0,200	0,200	0,150	0,200	0,000	0,200	0,200	0,200	0,050	0,150	0,150	0,050	0,200	0,200	0,200	0,200	0,164	4
FUN 5	A solução prevê um novo arranjo dos elementos funcionais de modo a estabelecer novas formas de uso.	0,150	0,350	0,200	0,200	0,350	0,250	0,300	0,350	0,350	0,150	0,350	0,250	0,300	0,050	0,150	0,200	0,100	0,200	0,236	2

O subcritério FUN 1 obteve a maior pontuação, seguido dos subcritérios FUN 5, FUN 2, FUN 4 e FUN 3. Deste modo, no enquadramento deste estudo, o fato de a solução implementar funções completamente novas (FUN 1) traduz melhor a ideia de potencial de inovação.

Na sequência, um novo arranjo dos elementos funcionais possibilitando novas formas de uso (FUN 5) bem como a utilização de funções adicionais inexistentes em produtos similares (FUN 2) remetem mais à ideia de inovação do que a atribuição de mais de uma função na mesma solução (FUN 4) e a execução da mesma função que produtos similares, mas de um modo diferente (FUN 3).

Ou seja, soluções multifuncionais ou que executem de modo diferente as funções já existentes não representam de modo significativo um potencial para produtos inovadores, dentro do contexto deste estudo.

5.5.6 Critério Manutenibilidade

O critério Manutenibilidade é composto por dois subcritérios. A Tabela 11 apresenta a média geral obtida para cada subcritério.

Tabela 11 - Classificação dos subcritérios: Manutenibilidade

Sigla	MANTENABILIDADE subcritérios	Participantes																		Média	Posição
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18		
MANT 1	A solução prevê elementos que facilitam a manutenção executada pelo usuário.	1,000	1,000	1,000	0,500	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	1,000	0,500	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,889	1
MANT 2	A solução prevê elementos que facilitam a manutenção a ser realizada por uma equipe técnica.	0,000	0,000	0,000	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,111	2

O subcritério MANT 1 obteve a maior pontuação. Neste caso, quanto maior for a autonomia do usuário, no que diz respeito a mecanismos que facilitem a

manutenção da solução, maior é o potencial que esta solução tem sob o ponto de vista da inovação.

5.5.7 Critério Manufatura

O critério Manufatura é composto por três subcritérios. A Tabela 12 apresenta a média geral obtida para cada subcritério.

Tabela 12 - Classificação dos subcritérios: Manufatura

Sigla	MANUFATURA subcritérios	Participantes																		Média	Posição
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18		
MANU 1	A solução visa simplificar ou melhorar significativamente o processo de manufatura do futuro produto.	0,000	0,333	0,000	0,333	0,500	0,333	0,500	0,333	0,333	0,333	0,500	0,500	0,667	0,167	0,167	0,000	0,333	0,000	0,296	3
MANU 2	A solução prevê redução no número de componentes/partes do produto sem haver prejuízo no mesmo.	0,500	0,333	0,667	0,333	0,000	0,167	0,333	0,333	0,167	0,333	0,500	0,167	0,333	0,667	0,667	0,500	0,167	0,667	0,380	1
MANU 3	A solução prevê uma melhoria significativa no processo de montagem na produção.	0,500	0,333	0,333	0,333	0,500	0,500	0,167	0,333	0,500	0,333	0,000	0,333	0,000	0,167	0,167	0,500	0,500	0,333	0,324	2

O subcritério MANU 2 obteve a maior pontuação, seguido de MANU 3 e MANU 1. Sendo assim, a redução do número de componentes ou partes do produto representa maior potencial de inovação quando comparada à melhoria do processo de montagem (MANU 3) e simplificação do processo de manufatura (MANU 1) de uma possível solução.

5.5.8 Critério Material

O critério Material é composto por dois subcritérios. A Tabela 13 apresenta a média geral obtida para cada subcritério.

Tabela 13 - Classificação dos subcritérios: Material

Sigla	MATERIAIS subcritérios	Participantes																		Média	Posição
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18		
MAT 1	A solução prevê o emprego de um material conhecido, mas jamais utilizado para o fim proposto.	0,000	0,500	0,500	0,500	0,000	1,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	1,000	0,000	0,500	1,000	1,000	0,528	1
MAT 2	A solução prevê o emprego de um material novo, jamais utilizado antes.	1,000	0,500	0,500	0,500	1,000	0,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,000	1,000	0,500	0,000	0,000	0,472	2

O subcritério MAT 1 obteve a maior pontuação. Ou seja, a previsão da utilização de um material já conhecido, mas utilizado de um modo diferente (MAT 1)

traduz melhor a ideia de inovação do que a utilização de um material completamente novo (MAT 2).

5.5.9 Critério Sustentabilidade

O critério Sustentabilidade é composto por três subcritérios. A Tabela 14 apresenta a média geral obtida para cada subcritério.

Tabela 14 - Classificação dos subcritérios: Sustentabilidade

Sigla	SUSTENTABILIDADE subcritérios	Participantes																		Média	Posição
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18		
SUS 1	A solução apresenta alguma possibilidade de reciclagem.	0,000	0,167	0,667	0,500	0,167	0,333	0,000	0,667	0,500	0,000	0,167	0,167	0,167	0,333	0,333	0,667	0,500	0,667	0,333	2
SUS 2	A solução utiliza algum material/processo limpo.	0,500	0,667	0,333	0,000	0,333	0,333	0,500	0,167	0,167	0,667	0,667	0,500	0,667	0,333	0,333	0,333	0,500	0,333	0,407	1
SUS 3	A solução prevê como será feito o descarte do produto.	0,500	0,167	0,000	0,500	0,500	0,333	0,500	0,167	0,333	0,333	0,167	0,333	0,167	0,333	0,333	0,000	0,000	0,000	0,259	3

O subcritério SUS 2 obteve a maior pontuação, seguido de SUS 1 e SUS 3. Ou seja, a previsão da utilização de um material ou processo limpo (SUS 2) remete a ideia de inovação do que a possibilidade de reciclagem (SUS 1) e a previsão de como será feito o descarte (SUS 3).

5.5.10 Critério Tecnologia

O critério Tecnologia é composto por três subcritérios. A Tabela 15 apresenta a média geral obtida para cada subcritério.

Tabela 15 - Classificação dos subcritérios: Tecnologia

Sigla	TECNOLOGIA subcritérios	Participantes																		Média	Posição
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18		
TEC 1	A solução possui algum atributo tecnológico que a diferencia significativamente dos produtos similares.	0,333	0,500	0,667	0,500	0,000	0,500	0,167	0,333	0,333	0,167	0,333	0,333	0,333	0,333	0,167	0,333	0,667	0,333	0,352	2
TEC 2	A solução utiliza uma tecnologia já conhecida, mas jamais utilizada para este fim	0,167	0,333	0,167	0,000	0,500	0,167	0,333	0,000	0,167	0,333	0,000	0,333	0,000	0,000	0,333	0,167	0,000	0,333	0,185	3
TEC 3	A solução utiliza uma tecnologia completamente nova	0,500	0,167	0,167	0,500	0,500	0,333	0,500	0,667	0,500	0,500	0,667	0,333	0,667	0,667	0,500	0,500	0,333	0,333	0,463	1

O subcritério TEC 3 obteve a maior pontuação, seguido de TEC 1 e TEC 2. Ou seja, a previsão da utilização de uma tecnologia completamente nova (TEC 3) expressa melhor a ideia de inovação do que a utilização de um atributo tecnológico que diferencie a solução das demais existentes (TEC 1) bem como a utilização de uma tecnologia já conhecida, mas nunca utilizada para a solução proposta (TEC 2).

Na sequência foi desenvolvida uma planilha em Excel[®] a qual contém os cálculos para a determinação dos pesos dos critérios e subcritérios a partir dos valores identificados no instrumento de coleta de dados.

O peso relativo de cada subcritério em relação ao critério ao qual ele pertence foi obtido pela multiplicação da média do subcritério pela média do critério.

Como exemplo, a Figura 34 apresenta o critério “Acondicionamento” cuja média obtida no instrumento de coleta de dados (0,056) foi multiplicada pela média obtida para cada subcritério (ACO 1, ACO 2 e ACO 3), obtendo assim, os pesos relativos para ACO 1, ACO 2, ACO 3, em relação ao critério “Acondicionamento”.

CRITÉRIOS	Participantes																		Média geral	Posição
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18		
Acondicionamento	0,200	0,000	0,069	0,111	0,056	0,111	0,028	0,069	0,028	0,000	0,042	0,056	0,028	0,028	0,069	0,009	0,014	0,028	0,056	9
Ergonomia	0,143	0,139	0,167	0,111	0,153	0,042	0,083	0,194	0,097	0,167	0,069	0,111	0,111	0,000	0,083	0,139	0,159	0,111	0,114	4
Forma	0,143	0,097	0,183	0,111	0,167	0,125	0,208	0,125	0,087	0,083	0,030	0,069	0,083	0,056	0,111	0,139	0,125	0,096	0,108	5
Função	0,200	0,167	0,194	0,111	0,161	0,125	0,208	0,161	0,167	0,163	0,125	0,194	0,208	0,194	0,181	0,194	0,159	0,139	0,170	1
Mantenabilidade	0,089	0,111	0,083	0,111	0,097	0,111	0,042	0,014	0,083	0,083	0,069	0,161	0,014	0,111	0,014	0,163	0,163	0,111	0,060	7
Manufatura	0,014	0,111	0,000	0,111	0,014	0,083	0,069	0,097	0,167	0,125	0,111	0,194	0,042	0,083	0,014	0,042	0,069	0,139	0,083	8
Materiais	0,089	0,125	0,069	0,111	0,066	0,111	0,125	0,028	0,083	0,111	0,194	0,069	0,139	0,139	0,167	0,028	0,125	0,139	0,106	6
Sustentabilidade	0,089	0,143	0,067	0,111	0,083	0,125	0,097	0,181	0,067	0,194	0,194	0,066	0,181	0,181	0,181	0,066	0,125	0,083	0,127	3
Tecnologia	0,043	0,097	0,167	0,111	0,194	0,167	0,139	0,111	0,161	0,083	0,194	0,069	0,194	0,208	0,181	0,181	0,111	0,194	0,146	2

ACONDICIONAMENTO	Sigla subcritério	Participantes																		Média	Posição
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18		
ACO 1	A solução apresenta um novo modo de acondicionar o produto em relação aos similares.	0,333	0,667	0,333	0,000	0,500	0,667	0,333	0,500	0,167	0,500	0,500	0,167	0,667	0,667	0,167	0,500	0,667	0,000	0,407	1
ACO 2	A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos similares.	0,333	0,167	0,333	0,667	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,333	0,500	0,333	0,333	0,167	0,500	0,333	0,667	0,343	2
ACO 3	A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos similares.	0,333	0,167	0,333	0,333	0,000	0,333	0,667	0,000	0,333	0,500	0,167	0,333	0,000	0,000	0,667	0,000	0,000	0,333	0,250	3

Matriz de Avaliação					
CRITÉRIOS	Sigla subcritério	Descrição	Peso absoluto	Média subcritério	Peso relativo
Acondicionamento	ACO1	A solução apresenta um novo modo de acondicionar o produto em relação aos similares.	0,056	0,407	0,023
	ACO2	A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos similares.		0,343	0,019
	ACO3	A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos similares.		0,250	0,014

Figura 33 - Exemplo ilustrativo para obtenção dos pesos relativos – Critério Acondicionamento

A Figura 35 ilustra a planilha completa.

Microsoft Excel (Falha na Ativação do Produto) - matriz INOVA								
	A	B	C	D	E	F	G	
1	Matriz de Avaliação							
2	CRITÉRIOS	Sigla subcritéri o	Descrição	Peso absoluto	Média subcritéri o	Peso relativo		
3								
4	Acondicionamento	ACO 1	A solução apresenta um novo modo de acondicionar o produto em relação aos similares.	0,056	0,407	0,023		
5		ACO 2	A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos similares.		0,343	0,019		
6		ACO 3	A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos similares.		0,250	0,014		
7	Ergonomia	ERG 1	A solução possui uma nova concepção ergonômica (pega, um novo modo de interagir com o produto)	0,114	0,245	0,028		
8		ERG 2	A solução pode ser adaptada para usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação em versões futuras		0,169	0,019		
9		ERG 3	A solução possui algum tipo de regulagem que permite adaptações a usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação na mesma solução		0,309	0,035		
10		ERG 4	A solução prevê facilidade na montagem/ desmontagem pelo usuário		0,277	0,032		
11	Forma	FOR 1	A solução esteticamente se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes.	0,108	0,157	0,017		
12		FOR 2	A solução possui alguma característica que a torne peculiar (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros).		0,148	0,016		
13		FOR 3	A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas).		0,130	0,014		
14		FOR 4	A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto.		0,204	0,022		
15		FOR 5	A solução permite diferentes arranjos a partir da repetição e/ou inversão de um mesmo elemento formal		0,206	0,022		
16		FOR 6	A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores		0,156	0,017		
17	Função	FUN 1	A solução implementa alguma função completamente nova.	0,170	0,264	0,045		
18		FUN 2	A solução implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares.		0,178	0,030		
19		FUN 3	A solução implementa a mesma função que os produtos similares, mas de um modo significativamente diferente.		0,158	0,027		
20		FUN 4	A solução prevê a atribuição de mais de uma função na mesma concepção		0,164	0,028		
21		FUN 5	A solução prevê um novo arranjo dos elementos funcionais de modo a estabelecer novas formas de uso		0,236	0,040		
22	Mantenabilidade	MANT 1	A solução prevê elementos que facilitam a manutenção executada pelo usuário	0,090	0,889	0,080		
23		MANT 2	A solução prevê elementos que facilitam a manutenção a ser realizada por uma equipe técnica		0,111	0,010		
24	Manufatura	MANU 1	A solução visa simplificar ou melhorar significativamente o processo de manufatura do futuro produto.	0,083	0,296	0,025		
25		MANU 2	A solução prevê redução no número de componentes/partes do produto sem haver prejuízo no mesmo		0,380	0,032		
26		MANU 3	A solução prevê uma melhora significativa no processo de montagem na produção		0,324	0,027		
27	Material	MAT 1	A solução prevê o emprego de um material conhecido, mas jamais utilizado para o fim proposto.	0,106	0,528	0,056		
28		MAT 2	A solução prevê o emprego de um material novo, jamais utilizado antes.		0,472	0,050		
29	Sustentabilidade	SUS 1	A solução apresenta alguma possibilidade de reciclagem	0,127	0,333	0,042		
30		SUS 2	A solução utiliza algum material/processo limpo		0,407	0,052		
31		SUS 3	A solução prevê como será feito o descarte do produto		0,259	0,033		
32	Tecnologia	TEC 1	A solução possui algum atributo tecnológico que a diferencia significativamente dos produtos similares.	0,146	0,352	0,051		
33		TEC 2	A solução utiliza uma tecnologia já conhecida, mas jamais utilizada para este fim		0,185	0,027		
34		TEC 3	A solução utiliza uma tecnologia completamente nova		0,463	0,068		
35	Resultado							
36								

Figura 34 - Planilha com os pesos relativos da cada critério e subcritério

Deste modo, foi finalizada a análise dos subcritérios. A próxima etapa consiste em organizar os dados em uma matriz de avaliação, a qual está descrita na seção seguinte.

5.6 DEFINIÇÃO DE PESOS PARA OS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS

Nesta etapa da pesquisa, tem-se o seguinte cenário: os critérios gerais (num total de nove) foram desmembrados em subcritérios (num total de 31).

Juntamente com estes dados, tem-se o peso relativo para cada critério e subcritério.

A etapa seguinte consistiu em alocar estes elementos em uma matriz através da qual seja possível realizar a avaliação das alternativas conceituais de modo a identificar qual apresenta maior potencial de inovação.

Todos os elementos até o momento destacados foram agrupados em uma matriz de avaliação, obedecendo a seguinte ordenação:

- Primeira coluna: critérios gerais;
- Segunda coluna: breve descrição do critério, com o intuito de conceitua-lo;
- Terceira coluna: sigla referente de cada subcritério;
- Quarta coluna: descrição do subcritério;
- Quinta coluna e demais: referem-se às soluções que serão avaliadas.

O layout da matriz, juntamente com as fórmulas e macros utilizadas, foram desenvolvidas em Excel[®].

A Figura 35 ilustra a planilha em Excel[®], com todas as células visíveis e a Figura 36 apresenta a Ferramenta de Avaliação do Potencial de Inovação de Alternativas Conceituais, com o *layout* apresentado à equipe de projeto.

Matriz de Avaliação				Conjunto solução homogêneo de alternativas conceituais		
				S1	S2	Sn
CRITÉRIOS		SUBCRITÉRIOS		Finalizar avaliação		
Descrição	Sigla	Descrição				
Acondicionamento	ACO	ACO 1	A solução apresenta um novo modo de acondicionar o produto em relação aos similares			
		ACO 2	A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos similares			
		ACO 3	A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos similares			
Ergonomia	ERG	ERG 1	A solução possui uma nova concepção ergonômica (pega, um novo modo de interagir com o produto)			
		ERG 2	A solução pode ser adaptada para usuários distintos (diferenças de altura, peso, destreza/canhoto). Previsão de adaptação em versões futuras			
		ERG 3	A solução possui algum tipo de regulagem que permite adaptações a usuários distintos (diferenças de altura, peso, destreza/canhoto). Previsão de adaptação na mesma solução			
		ERG 4	A solução prevê facilidade na montagem/desmontagem pelo usuário			
Forma	FOR	FOR 1	A solução esteticamente se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes			
		FOR 2	A solução possui alguma característica que a torne peculiar (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros)			
		FOR 3	A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas)			
		FOR 4	A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto			
		FOR 5	A solução permite diferentes arranjos a partir da repetição e/ou inversão de um mesmo elemento formal			
		FOR 6	A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores			
Função	FUN	FUN 1	A solução implementa alguma função completamente nova			
		FUN 2	A solução implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares			
		FUN 3	A solução implementa a mesma função que os produtos similares, mas de um modo significativamente diferente			
		FUN 4	A solução prevê a atribuição de mais de uma função na mesma concepção			
		FUN 5	A solução prevê um novo arranjo dos elementos funcionais de modo a estabelecer novas formas de uso			
Manutenibilidade	MANT	MANT 1	A solução prevê elementos que facilitam a manutenção executada pelo usuário			
		MANT 2	A solução prevê elementos que facilitam a manutenção a ser realizada por uma equipe técnica			
Manufatura	MANU	MANU 1	A solução visa simplificar ou melhorar significativamente o processo de manufatura do futuro produto			
		MANU 2	A solução prevê redução no número de componentes/partes do produto sem haver prejuízo no mesmo			
		MANU 3	A solução prevê uma melhora significativa no processo de montagem na produção			
Material	MAT	MAT 1	A solução prevê o emprego de um material conhecido, mas jamais utilizado para o fim proposto			
		MAT 2	A solução prevê o emprego de um material novo, jamais utilizado antes			
Sustentabilidade	SUS	SUS 1	A solução apresenta alguma possibilidade de reciclagem			
		SUS 2	A solução utiliza algum material/processo limpo			
		SUS 3	A solução prevê como será feito o descarte do produto			
Tecnologia	TEC	TEC 1	A solução possui algum atributo tecnológico que a diferencia significativamente dos produtos similares			
		TEC 2	A solução utiliza uma tecnologia já conhecida, mas jamais utilizada para este fim			
		TEC 3	A solução utiliza uma tecnologia completamente nova			

Figura 35 - Ferramenta API_PC com todas as células visíveis

Matriz de Avaliação				Conjunto solução homogêneo de alternativas conceituais		
				S1	S2	Sn
CRITÉRIOS		SUBCRITÉRIOS		Finalizar avaliação		
Descrição	Sigla	Descrição				
Acondicionamento	Atributo que se refere modo de transportar/acondicionar a solução	ACO 1	A solução apresenta um novo modo de acondicionar o produto em relação aos similares			
		ACO 2	A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos similares			
		ACO 3	A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos similares			
Ergonomia	Atributo que se refere à interação entre a solução e o usuário	ERG 1	A solução possui uma nova concepção ergonômica (pega, um novo modo de interagir com o produto)			
		ERG 2	A solução pode ser adaptada para usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação em versões futuras			
		ERG 3	A solução possui algum tipo de regulação que permite adaptações a usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação na mesma solução			
		ERG 4	A solução prevê facilidade na montagem/desmontagem pelo usuário			
Forma	Atributo que se refere à estética da solução	FOR 1	A solução esteticamente se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes			
		FOR 2	A solução possui alguma característica que a torne peculiar (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros)			
		FOR 3	A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas)			
		FOR 4	A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto			
		FOR 5	A solução permite diferentes arranjos a partir da repetição e/ou inversão de um mesmo elemento formal			
		FOR 6	A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores			
Função	Atributo que se refere ao uso da solução	FUN 1	A solução implementa alguma função completamente nova			
		FUN 2	A solução implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares			
		FUN 3	A solução implementa a mesma função que os produtos similares, mas de um modo significativamente diferente			
		FUN 4	A solução prevê a atribuição de mais de uma função na mesma concepção			
		FUN 5	A solução prevê um novo arranjo dos elementos funcionais de modo a estabelecer novas formas de uso			
Manutenibilidade	Atributo que se refere à facilidade de manutenção da solução	MANT 1	A solução prevê elementos que facilitam a manutenção executada pelo usuário			
		MANT 2	A solução prevê elementos que facilitam a manutenção a ser realizada por uma equipe técnica			
Manufatura	Atributo que se refere à produção da solução	MANU 1	A solução visa simplificar ou melhorar significativamente o processo de manufatura do futuro produto			
		MANU 2	A solução prevê redução no número de componentes/partes do produto sem haver prejuízo no mesmo			
		MANU 3	A solução prevê uma melhora significativa no processo de montagem na produção			
Material	Atributo que se refere à seleção do material para a solução	MAT 1	A solução prevê o emprego de um material conhecido, mas jamais utilizado para o fim proposto			
		MAT 2	A solução prevê o emprego de um material novo, jamais utilizado antes			
Sustentabilidade	Atributo que se refere ao uso racional de recursos/processo para a solução	SUS 1	A solução apresenta alguma possibilidade de reciclagem			
		SUS 2	A solução utiliza algum material/processo limpo			
		SUS 3	A solução prevê como será feito o descarte do produto			
Tecnologia	Atributo que se refere ao uso de tecnologia na solução	TEC 1	A solução possui algum atributo tecnológico que a diferencia significativamente dos produtos similares			
		TEC 2	A solução utiliza uma tecnologia já conhecida, mas jamais utilizada para este fim			
		TEC 3	A solução utiliza uma tecnologia completamente nova			

Figura 36 - Ferramenta API_PC: layout apresentado à equipe de projeto

O preenchimento ocorre do seguinte modo: se a solução contempla o subcritério em questão, é alocada a marca de um “X” na célula correspondente. Caso contrário, a célula permanece em branco. À medida que a matriz é preenchida é mapeado um valor numérico para cada marca “X”, de acordo com o peso relativo do subcritério assinalado. Entretanto, estes valores ficam ocultos durante a avaliação. Assim, evita-se que determinados critérios ou alternativas conceituais sejam privilegiados durante este processo. Do mesmo modo, a apresentação dos critérios ocorreu por ordem alfabética. O manual de uso da Ferramenta com as orientações acerca do seu preenchimento encontra-se no Apêndice D.

Após o preenchimento das células, conforme avaliação da equipe de projeto, é necessário acionar o botão “Finalizar avaliação”. A partir daí, na parte superior da planilha é apresentada uma linha de “Resultado” (ver Figura 34), a qual é composta pela soma dos valores dos critérios. A solução que apresenta maior pontuação aparece assinalada. Os dados numéricos permanecem ocultos na planilha, não sendo fornecidos durante, nem após a avaliação. Do mesmo modo, é possível fazer uma avaliação parcial, por critério. Para cada solução, o critério que obteve maior pontuação aparece em verde e o que obteve menor, em vermelho. A Figura 37 ilustra uma parte da planilha preenchida.

CRITÉRIOS		SUBCRITÉRIOS		Finalizar avaliação			
Descrição	Sigla	Descrição					
Acondicionamento	ACO 1	A solução apresenta um novo modo de acondicionar o produto em relação aos similares	X				
	ACO 2	A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos similares			X		
	ACO 3	A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos similares		X	X		
Ergonomia	ERG 1	A solução possui uma nova concepção ergonômica (pega, um novo modo de interagir com o produto)			X		
	ERG 2	A solução pode ser adaptada para usuários distintos (diferenças de altura, peso, destrozinhoto). Previsão de adaptação em versões futuras.	X				
	ERG 3	A solução possui algum tipo de regulagem que permite adaptação a usuários distintos (diferenças de altura, peso, destrozinhoto). Previsão de adaptação na mesma solução			X		
	ERG 4	A solução prevê facilidade na montagem/ desmontagem pelo usuário					X
Estética	FOR 1	A solução esteticamente se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes		X			
	FOR 2	A solução possui alguma característica que a torne peculiar (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, etc)	X			X	
	FOR 3	A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas)		X			

Figura 37 - Planilha de avaliação de alternativas conceituais: pontuação

A Ferramenta API_PC (Padilha, 2008) que serviu de base para a matriz proposta apresentou diretrizes de uso da ferramenta conforme a Figura 38.

**Espaço Solução homogêneo
a nível de representação**

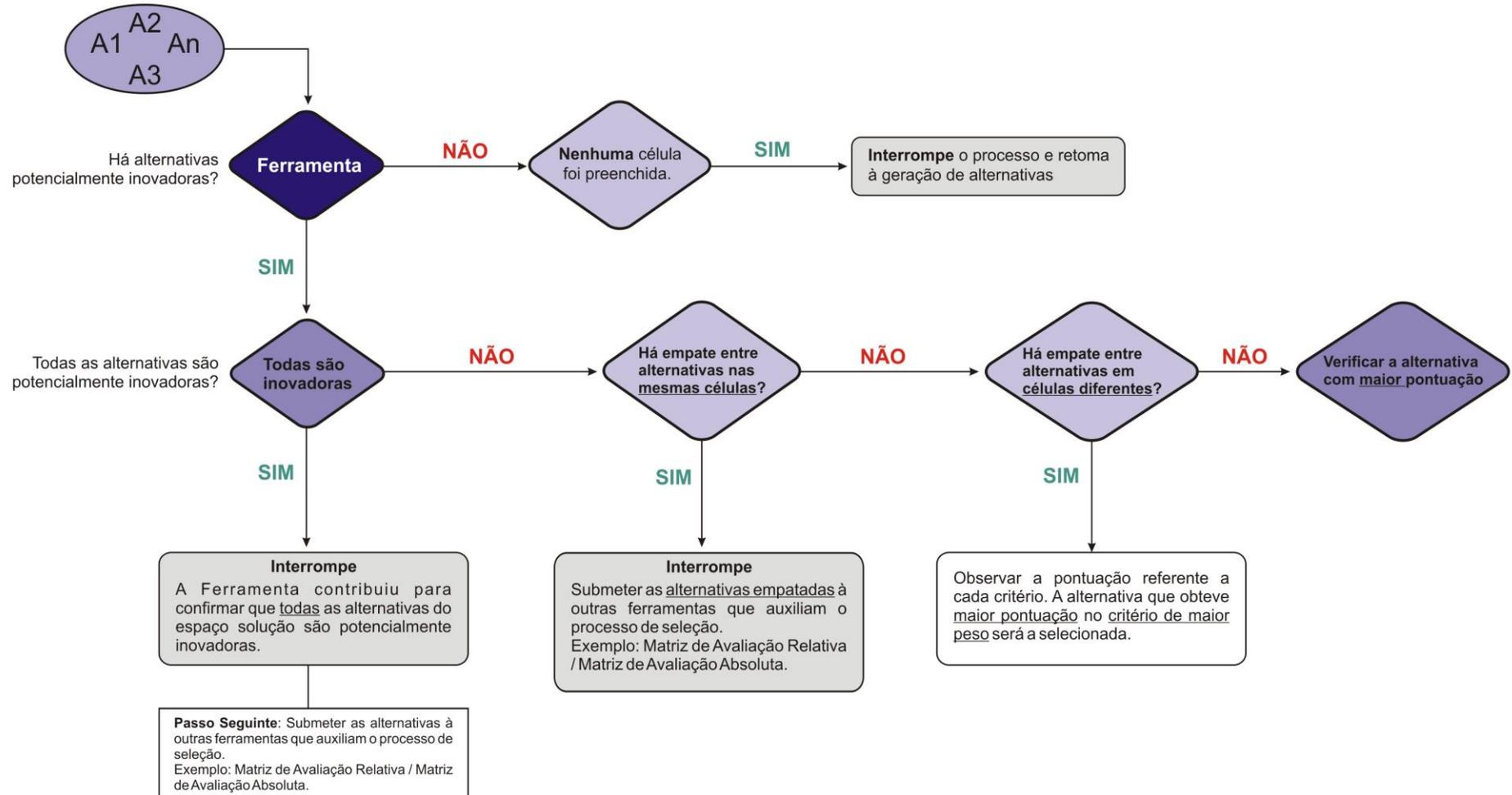


Figura 38 - Diretrizes para uso da ferramenta API_PC
Fonte: Padilha (2008).

Durante o preenchimento da ferramenta, podem ocorrer casos especiais (e.g. empate entre alternativas, não preenchimento das células de determinado critério, entre outras). Sendo assim, o Quadro 17 reúne a descrição dos seis casos especiais passíveis de ocorrer, o que é possível constatar e a recomendação sugerida para cada caso.

	Caso	Constatação	Recomendação
1	<u>Nenhuma célula</u> é preenchida	As alternativas existentes no espaço solução em questão não incorporam critérios que as contemplem como inovadoras.	Interromper o processo de seleção de alternativas e retornar à fase de geração das mesmas.
2	<u>Todas as células</u> são preenchidas em todas as alternativas	Todas as alternativas do espaço solução apresentam potencial inovador	Submeter as alternativas à outra ferramenta de avaliação de soluções conceituais. Quando estas alternativas forem submetidas à outras ferramentas, o requisito inovação já terá sido examinado.
3	<u>Empate</u> entre alternativas com o preenchimento das <u>mesmas células</u>	A ferramenta indicou que existe mais de uma alternativa do espaço solução com potencial inovador.	Submeter as alternativas à outra ferramenta de avaliação de soluções conceituais.
4	<u>Empate</u> entre alternativas com o preenchimento de <u>diferentes células</u>	Observação da pontuação parcial dos critérios.	A alternativa que apresentar maior pontuação no critério de maior peso será a selecionada. Se, ainda assim, houver empate, deve-se observar o segundo critério de maior peso e assim sucessivamente, de modo a obter uma alternativa selecionada.
5	<u>Não preenchimento</u> das células de um ou mais <u>critérios</u>	O critério não apresenta relevância significativa dentro do contexto do projeto em questão, caso ele não esteja devidamente endereçado nas especificações de projeto.	Se o critério não preenchido estiver claramente presente nas especificações de projeto, a equipe deverá rever as alternativas geradas com o intuito de incorporar aspectos deste critério no processo de geração de alternativas. O conjunto solução desconsiderou um aspecto importante das especificações do projeto.
6	<u>Preenchimento</u> das células de apenas <u>um critério</u>	A equipe deverá verificar, nas especificações de projeto, a inexistência de menções aos demais critérios abordados na ferramenta.	Caso positivo é dada sequência ao processo de seleção. Caso negativo, a equipe deverá interromper o processo e rever as alternativas geradas.

Quadro 18 - Ferramenta API_PC: casos especiais

Fonte: Adaptado de Padilha (2008).

5.7 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DOS DADOS ANALISADOS

Neste capítulo, a partir da revisão de literatura, do reexame da Ferramenta API_PC e de uma nova análise reversa foram identificados novos critérios e subcritérios, os quais foram adicionados à ferramenta existente.

O instrumento de coleta de dados permitiu, por meio da avaliação por comparação aos pares, a definição de novas valorações aos critérios e subcritérios, estabelecendo uma nova configuração para a proposta. Na sequência, foram repassadas as diretrizes de uso bem como as orientações a serem seguidas em casos especiais de uso da matriz.

Com o intuito de avaliar a abordagem proposta, bem como identificar como ocorre o processo de seleção de alternativas conceituais considerando a inovação, o capítulo seguinte apresenta um experimento envolvendo a seleção de alternativas conceituais, no qual são formados grupos de controle (sem uso da Ferramenta API_PC) e grupos experimentais (com uso da Ferramenta API_PC).

6 AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA PROPOSTA

No presente capítulo é apresentada a avaliação da abordagem proposta no Capítulo 5. Para isso, foi conduzido um experimento em ambiente controlado no qual projetistas e estudantes da área de desenvolvimento de produto realizaram o processo de seleção de alternativas conceituais. As seções seguintes apresentam a estrutura da avaliação, a definição dos grupos de participantes, os objetivos e os resultados obtidos. Na seção final, são apresentadas as análises decorrentes do experimento.

6.1 ESTRUTURA DO EXPERIMENTO

O experimento buscou identificar, por meio de observação e análise, como ocorre o processo de seleção de alternativas conceituais quando o enfoque é a busca pela alternativa com maior potencial de inovação.

Para a realização do experimento foram convidados profissionais de diferentes formações (*design*, engenharia e arquitetura) que tivessem experiência com desenvolvimento de produto e com atuação tanto na indústria quanto no meio acadêmico. Foram convidados ao todo 19 profissionais.

Com o intuito de não restringir o experimento somente ao meio profissional, foram convidados estudantes de engenharia e *design*. Foi efetuado um convite para uma turma da disciplina de Metodologia de Projeto do 7º período do curso de Engenharia Mecânica da UTFPR composta por aproximadamente 30 estudantes. Também, foram convidados estudantes do curso de *Design* da UTFPR.

A partir da identificação do público para o experimento, foram definidas duas classes de grupos: i) grupos de controle, aqui denominados GC, os quais não utilizaram a ferramenta proposta neste estudo para seleção de alternativa; e ii) grupos experimentais aqui denominados GE, os quais fizeram uso da estrutura e ferramenta propostas.

Como só foi conhecida a quantidade real de participantes no momento do experimento, foram estabelecidos possíveis cenários para a formação dos grupos bem como formas de comparação e análises prováveis.

a) Cenário 1

Composto de cinco grupos com estudantes de Engenharia Mecânica, *Design* e profissionais. Cada grupo com quatro participantes, num total de 20, sendo dois Grupos de Controle (GC1 e GC2) e três Grupos Experimentais (GE1, GE2 e GE3).

Dos cinco grupos, quatro são mistos e um composto apenas por profissionais. As análises ocorrem entre os Grupos de Controle e entre os Grupos Experimentais. Também, foi prevista análise entre Grupos de Controle com Grupos Experimentais em função da composição dos participantes (estudantes e profissionais). A Figura 39 ilustra o cenário e as análises possíveis.

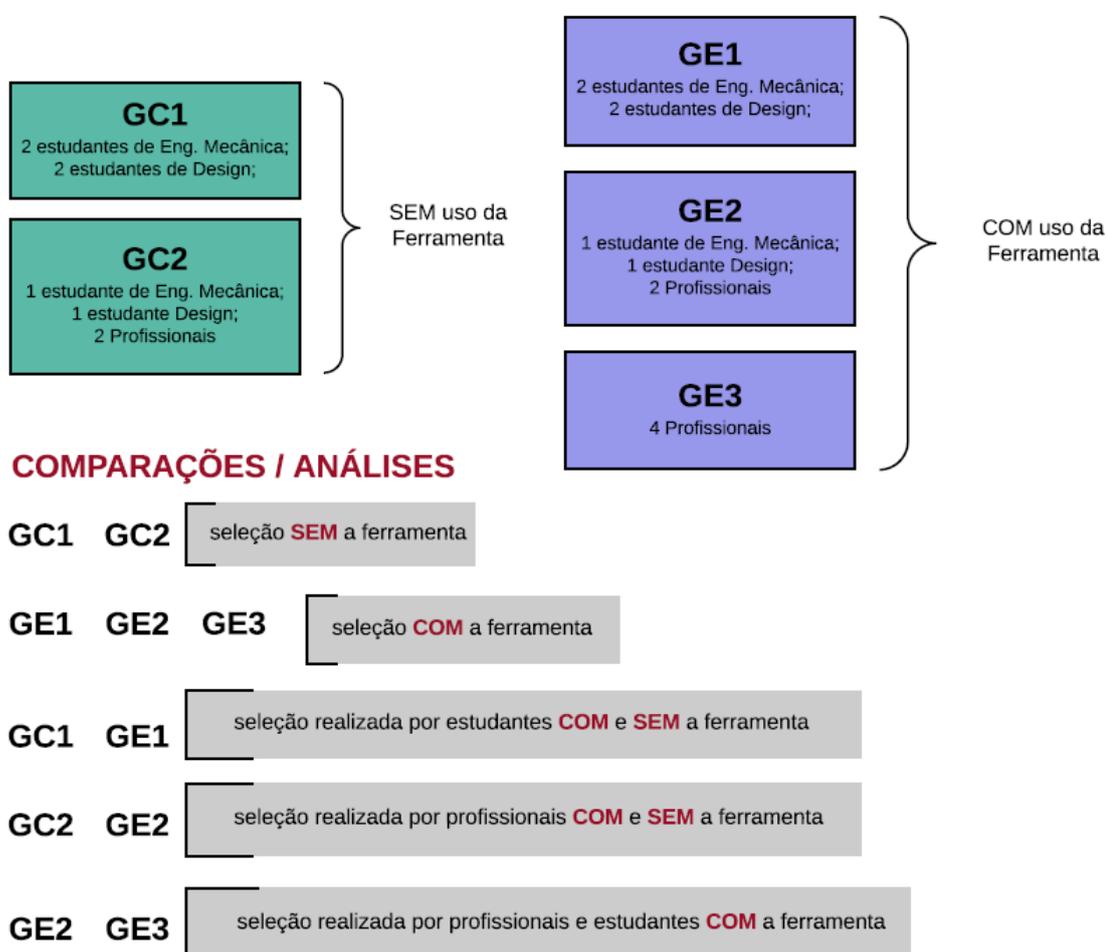


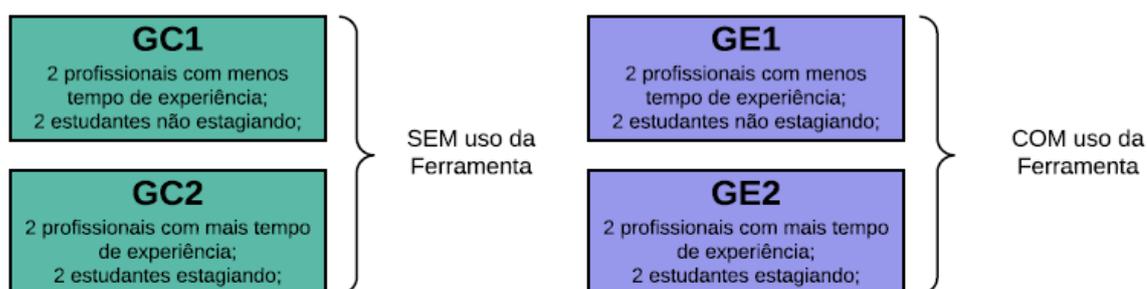
Figura 39 - Contexto para o Cenário 1

b) Cenário 2

Composto de quatro grupos com estudantes de Engenharia Mecânica e profissionais. Cada grupo com quatro participantes, num total de 16, sendo dois Grupos de Controle (GC1 e GC2) e dois Grupos Experimentais (GE1 e GE2).

Os quatro grupos são mistos e a composição é organizada em função do tempo de experiência dos participantes: i) estudantes não estagiando e profissionais com menor tempo de experiência; e ii) estudantes estagiando e profissionais com maior tempo de experiência.

As análises ocorrem entre os Grupos de Controle e Grupos Experimentais, bem como entre os Grupos de Controle e entre os Grupos Experimentais. A Figura 40 ilustra o cenário e as análises possíveis.



COMPARAÇÕES / ANÁLISES

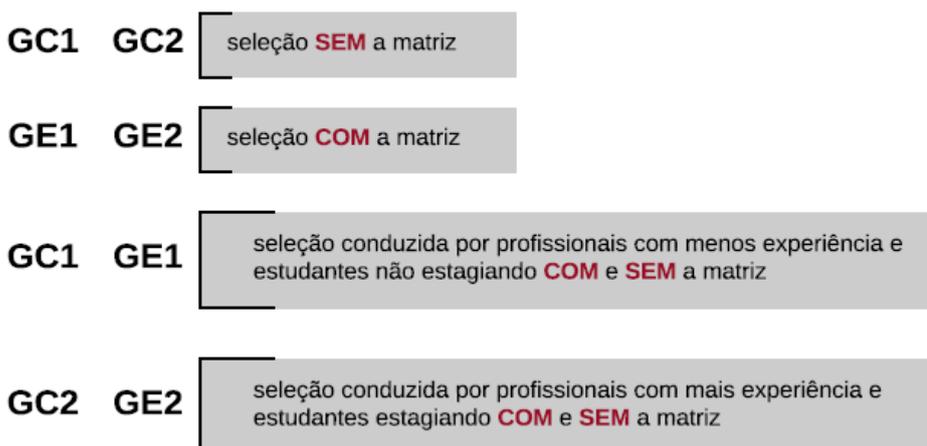


Figura 40 - Contexto para o Cenário 2

c) Cenário 3

Composto de cinco grupos com estudantes de Engenharia Mecânica e profissionais. Cada grupo com três participantes, num total de 15, sendo dois Grupos de Controle (GC1 e GC2) e três Grupos Experimentais (GE1, GE2 e GE3).

Neste cenário, não há composição de grupos mistos. Tanto os Grupos de Controle quanto os Grupos Experimentais são formados ou por estudantes ou por profissionais.

As análises ocorrem entre os Grupos de Controle e entre os Grupos Experimentais, bem como entre os Grupos de Controle e entre os Grupos Experimentais. A Figura 41 ilustra o cenário e as análises possíveis.



COMPARAÇÕES / ANÁLISES

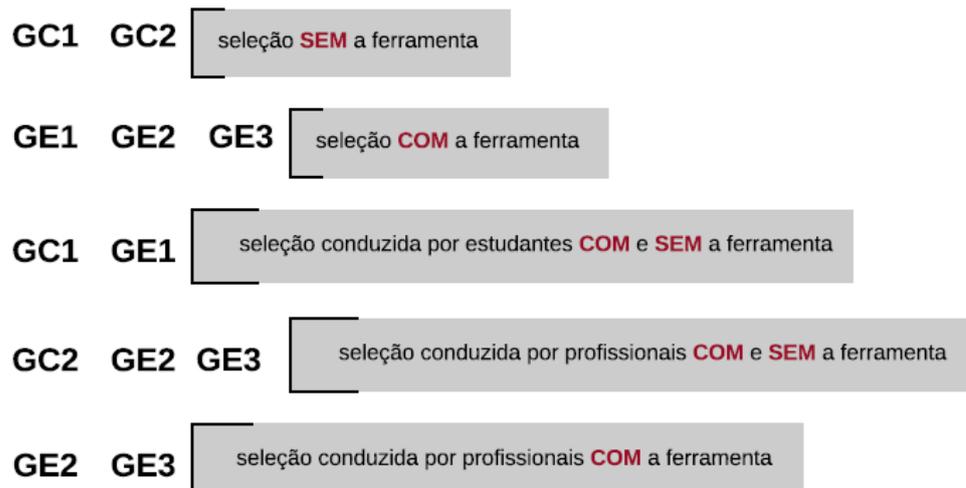
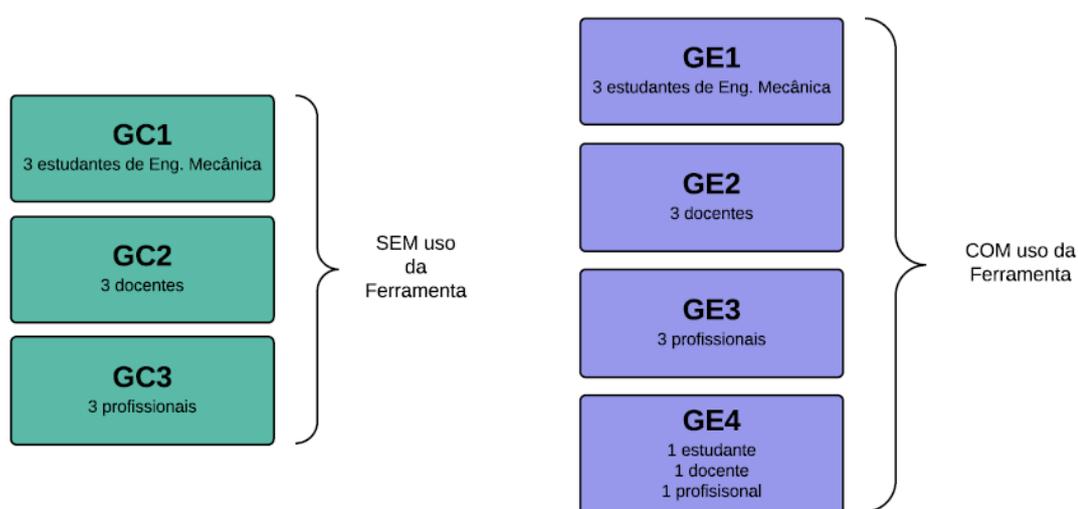


Figura 41 - Contexto para o Cenário 3

d) Cenário 4

Composto de sete grupos com estudantes de Engenharia Mecânica e profissionais. Neste caso, alguns dos profissionais convidados são conduzidos para um terceiro grupo: docentes. Cada grupo contém três participantes, num total de 21. São três Grupos de Controle (GC1, GC2 e GC3) e quatro Grupos Experimentais (GE1, GE2, GE3 e GE4). Neste cenário, há composição de apenas um grupo misto (um estudante, um docente e um profissional). Os demais grupos (tanto os de Controle quanto os Experimentais) são formados por estudantes ou docentes ou profissionais. As análises ocorrem entre os Grupos de Controle e entre os Grupos Experimentais. Também, é prevista análise entre Grupos de Controle com Grupos Experimentais. A Figura 42 ilustra o cenário e as análises possíveis.



COMPARAÇÕES / ANÁLISES

GC1 GC2 GC3 seleção SEM a ferramenta

GE1 GE2 GE3 GE4 seleção COM a ferramenta

GC1 GE1 seleção efetivada por estudantes SEM e COM a ferramenta

GC2 GE2 seleção efetivada por docentes SEM e COM a ferramenta

GC2 GE3 seleção efetivada por profissionais SEM e COM a ferramenta

GC1 GC2 GC3 GE4 seleção efetivada por estudantes, docentes e profissionais SEM a ferramenta e um grupo misto COM a ferramenta

Figura 42 - Contexto para o Cenário 4

A composição dos cenários descritos teve o intuito de orientar e antever possíveis formas de conduzir o experimento em questão, uma vez que era desconhecida a quantidade real de participantes que estariam efetivamente presentes para a realização da atividade.

6.2 OBJETO DE PROJETO CONCEITUAL

Para a realização do experimento foram utilizadas as alternativas conceituais reais de um produto existente no mercado há quase dez anos. As alternativas foram disponibilizadas pelo escritório de design que desenvolveu o projeto.

O projeto foi desenvolvido por um escritório de *design* atuante no mercado há mais de 15 anos e que segue as seguintes etapas no desenvolvimento de produto (TECDESIGN, 2016):

1. *Briefing*: enfoca o detalhamento do projeto (requisitos, *briefing* de design e objetivos do marketing e engenharia);
2. Análise do cenário empresarial: busca conhecer a empresa, produtos e mercados. Envolve análise de usabilidade, entrevista com usuários, estratégias e políticas organizacionais;
3. Conceito do produto: identifica tendências de mercado de modo a aproximar-se do produto ideal;
4. Desenvolvimento de alternativas: etapa desenvolvida em ambiente CAD e protótipos virtuais;
5. Verificação e seleção da alternativa: após a seleção da alternativa é realizado o detalhamento técnico do produto;
6. Implantação: desenvolvimento do projeto mecânico e acompanhamento da produção de protótipos finais e pré-série de produção.

Dentre as etapas descritas acima, é na Fase 4 (desenvolvimento de alternativas) que se concentra o foco do presente estudo. Esta fase envolve atividades como: i) técnicas de criatividade; ii) estudos ergonômicos; iii) modelagem CAD e Protótipos Virtuais; iv) *renderings*; v) *mock-ups* e modelos de apresentação; vi) estudo de cores e aplicações gráficas; e vii) apresentação formal do projeto aos *stakeholders* da empresa.

A seleção de alternativas é realizada por meio de reuniões da equipe de projeto com o cliente. São apresentadas de três a cinco alternativas conceituais modeladas em ambiente CAD 3D.

O produto selecionado para a aplicação no experimento foi um equipamento para profilaxia em consultórios odontológicos, com opções de ultrassom e jato de bicarbonato para a remoção de biofilme mineralizado, biofilme não mineralizado e cálculo dental.

Trata-se de um produto de uso específico (consultórios odontológicos) não cotidiano para a maioria das pessoas. Assim, minimizam-se as chances dos participantes conhecerem o produto que já está no mercado, o que poderia interferir no processo de avaliação e seleção das alternativas.

O equipamento para profilaxia deve ser previsto em cinco versões: i) Profi II US - ultra-som; ii) Profi II US AS - ultra-som com bomba peristáltica; iii) Profi II Ceramic - ultra-som e jato de bicarbonato; iv) Profi II AS Ceramic - ultra-som e jato de bicarbonato com bomba peristáltica; e v) Profi III Bios - ultra-som e jato de bicarbonato com bomba peristáltica e teclado de membrana.

O projeto do produto teve as seguintes diretrizes:

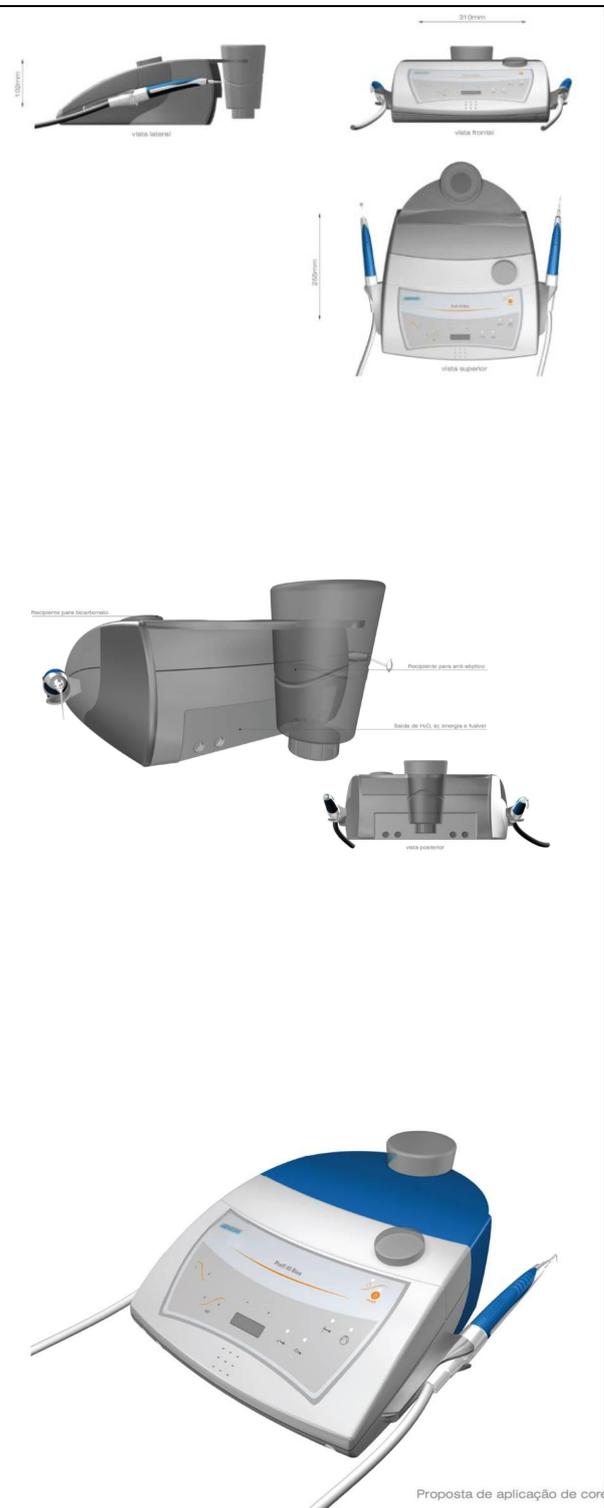
- a) Ser injetado em ABS com recurso de tampas diferenciadas ou posições no molde para as diferentes configurações;
- b) Moldes preferencialmente sem gavetas;
- c) A base deve ser compartilhada para todas as cinco versões;
- d) Prever uso de filme de policarbonato impresso para cada configuração;
- e) O desenho de corte do policarbonato e rebaixo na tampa devem ser os mesmos para todas as versões;
- f) A superfície das peças plásticas e policarbonato devem ser lisas para facilitar a limpeza;
- g) Deve prever hastes de apoio para as peças de mão e bomba peristáltica.

Foram disponibilizadas para este experimento três alternativas conceituais desenvolvidas em ambiente CAD 3D (Rhinoceros®) e renderizadas. Foram geradas imagens das vistas ortogonais e algumas perspectivas com indicações específicas para cada alternativa.

Os Quadros 19 a 21 apresentam as soluções com um breve descritivo de cada proposta conceitual incluída no experimento.

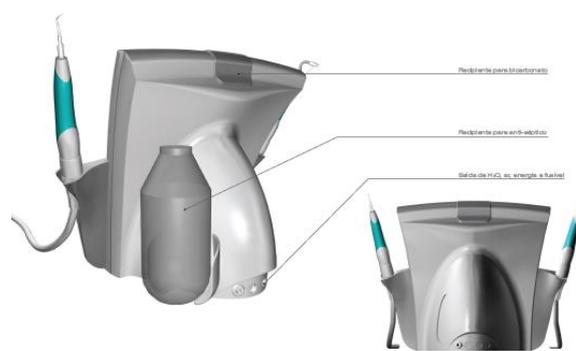
SOLUÇÃO 01

- Dimensões aproximadas: 310 x 255 x 102 mm;
- Os acessos de saída de H₂O, ar, energia e fusível estão acoplados na parte posterior e dispostos simetricamente em relação ao recipiente para antisséptico;
- O recipiente para bicarbonato tem capacidade para 25g, o que reduz a possibilidade de entupimento uma vez que a renovação do pó no reservatório é feita com maior frequência. Este reservatório encontra-se na parte anterior à direita do equipamento;
- Na parte posterior central está previsto espaço para acoplar o recipiente antisséptico;
- As hastes de apoio para as peças de mão (jato de bicarbonato e o jato de ultrassom) estão localizadas nas laterais (uma em cada lado) e dispostas quase que horizontalmente (apenas com uma pequena inclinação para frente) no equipamento;
- Display gráfico e membrana posicionados horizontalmente;
- Detalhes em cor no corpo do produto e nas peças de mão;
- Linha interna do jato de bicarbonato em aço inox: previne o rompimento da mangueira e vazamento do pó;
- Possui programação do momento certo para troca da bomba;
- Possui programação do jato de bicarbonato e da vazão do líquido irrigante;
- Todas as funções podem ser memorizadas.

**Quadro 19 - Solução conceitual 01**

SOLUÇÃO 02

- Dimensões aproximadas: 240 x 175 x 240 mm;
- Os acessos de saída de H₂O, ar, energia e fusível estão acoplados na parte posterior central do equipamento;
- O recipiente para bicarbonato tem capacidade para 25g, o que reduz a possibilidade de entupimento uma vez que a renovação do pó no reservatório é feita com maior frequência. Este reservatório encontra-se centralizado no topo do equipamento;
- Na parte posterior direita está previsto espaço para acoplar o recipiente antisséptico;
- As hastes de apoio para as peças de mão (jato de bicarbonato e o jato de ultrassom) estão localizadas nas laterais (uma em cada lado) e dispostas verticalmente no equipamento;
- Display gráfico e membrana posicionados verticalmente;
- Detalhes em cor nas peças de mão;
- Linha interna do jato de bicarbonato em aço inox: previne o rompimento da mangueira e vazamento do pó;
- Possui programação do momento certo para troca da bomba;
- Possui programação do jato de bicarbonato e da vazão do líquido irrigante;
- Todas as funções podem ser memorizadas.

**Quadro 20 - Solução conceitual 02**

SOLUÇÃO 03	
<ul style="list-style-type: none"> • Dimensões aproximadas: 275 x 250 x 105 mm; • Os acessos de saída de H₂O, ar, energia e fusível estão acoplados na parte posterior e dispostos abaixo do recipiente para antisséptico; • O recipiente para bicarbonato tem capacidade para 25g, o que reduz a possibilidade de entupimento uma vez que a renovação do pó no reservatório é feita com maior frequência. Este reservatório encontra-se na parte anterior à direita do equipamento; • O tanque para antisséptico é conectado ao produto (parte posterior central), não necessitando ser retirado. • As hastes de apoio para as peças de mão (jato de bicarbonato e o jato de ultrassom) estão localizadas nas laterais (uma em cada lado) e dispostas quase que horizontalmente (apenas com uma pequena inclinação para frente) no equipamento; • Display gráfico e membrana posicionados horizontalmente; • Detalhes em cor nas peças de mão. • Linha interna do jato de bicarbonato em aço inox: previne o rompimento da mangueira e vazamento do pó; • Possui programação do momento certo para troca da bomba; • Possui programação do jato de bicarbonato e da vazão do líquido irrigante; • Todas as funções podem ser memorizadas. 	

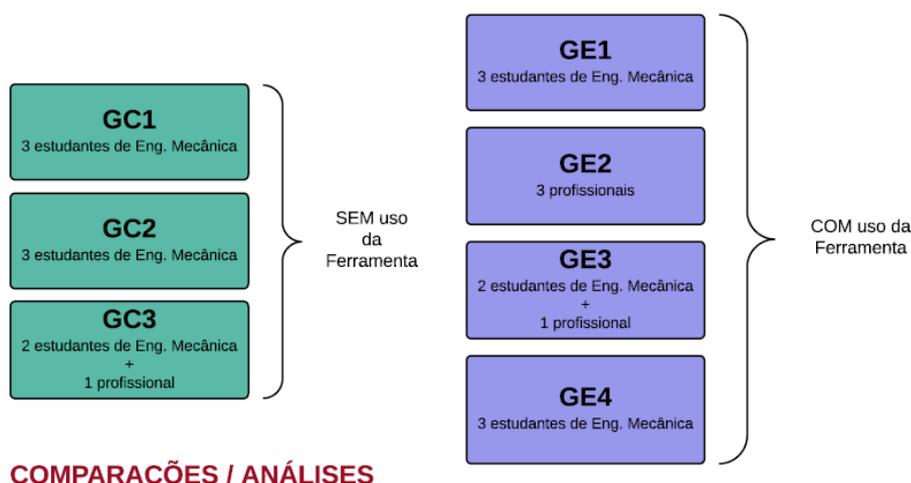
Quadro 21 - Solução conceitual 03

6.3 DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento ocorreu dia 11 de outubro de 2016 nas dependências do Câmpus Ecoville da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Foram utilizadas

três salas do Bloco M (EM 104, EM103 e EM206). O evento teve início às 18:45 e término às 20:20. Conforme descrito na seção 6.1, foram convidados 19 profissionais dos quais oito haviam confirmado presença. Entretanto, para o experimento, cinco efetivamente compareceram. Da turma da disciplina de Metodologia de Projeto do curso de Engenharia Mecânica, 16 estudantes participaram. Do curso de *Design*, não houve nenhuma participação.

Com um total de 21 participantes, foram compostos sete grupos com três integrantes cada: três Grupos de Controle (GC1, GC2 e GC3) e quatro Grupos Experimentais (GE1, GE2, GE3 e GE4). Foram organizados grupos de estudantes, profissionais e mistos (estudantes e profissionais). A Figura 43 ilustra o cenário utilizado para o experimento.



COMPARAÇÕES / ANÁLISES

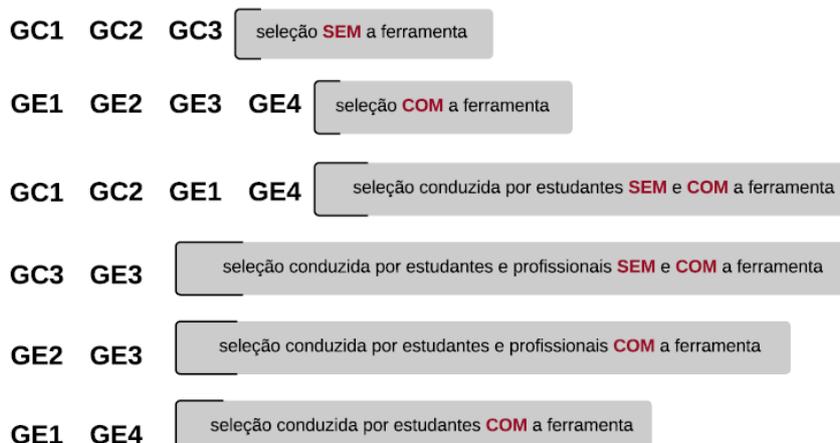


Figura 43 - Cenário para o experimento

A composição do cenário para as análises dependeu do número de participantes que efetivamente compareceu ao experimento. Sendo assim não corresponde, diretamente, a nenhum dos quatro cenários previstos (Figuras 37 a 40).

O que se procurou manter foi a composição de equipes formadas exclusivamente por profissionais, por estudantes e equipes mistas (profissionais e estudantes)

As análises buscaram reconhecer as seguintes situações: i) comparação entre os grupos que não tiveram acesso à ferramenta de modo a identificar como foi conduzido o processo de seleção; ii) comparação entre os grupos que tiveram acesso à ferramenta e iii) comparação entre os grupos que tiveram acesso à ferramenta com os que não tiveram, buscando agrupar por perfil (estudantes e profissionais). A partir deste arranjo foi possível determinar seis possibilidades de análises comparativas:

- a) grupos de controle (GC1/GC2/GC3);
- b) grupos experimentais (GE1/GE2/GE3/GE4);
- c) grupos de controle e os grupos experimentais compostos por estudantes (GC1/GC2/GE1/GE4);
- d) grupo de controle e grupo experimental misto (GC3/GE3);
- e) grupos experimentais compostos com no mínimo um profissional (GE2/GE3);
- f) grupos experimentais compostos por estudantes (GE1;GE4).

A configuração dos grupos ocorreu conforme ilustrado na Figura 36. O Quadro 22 apresenta um detalhamento dos participantes com relação à formação e experiência profissional.

Os nomes foram omitidos e, de acordo com o grupo, foi atribuída uma identificação composta pela sigla “ge” (grupo experimental) ou “gc” (grupo de controle) seguida da numeração atribuída para cada grupo e uma letra da alfabeto (a, b, c) que corresponde ao participante.

Grupo	Participante	Formação	Empresa	Tempo de experiência
GE1	ge1a	Estudante de Engenharia Mecânica	–	–
	ge1b	Estudante de Engenharia Mecânica	–	–
	ge1c	Estudante de Engenharia Mecânica	–	–
GE2	ge2a	<i>Designer</i> e Docente	Universidade Positivo	15 anos
	ge2b	Engenheiro Mecatrônico	Volvo	19 anos
	ge2c	<i>Designer</i> e Docente	UTFPR	30 anos
GE3	ge3a	Estudante de Engenharia Mecânica	–	–
	ge3b	Estudante de Engenharia Mecânica	–	–
	ge3c	<i>Designer</i>	Objetual Design	40 anos
GE4	ge4a	Estudante de Engenharia Mecânica	–	–
	ge4b	Estudante de Engenharia Mecânica	Faurencia	5 meses
	ge4c	Estudante de Engenharia Mecânica	GT Technologies	20 anos
GC1	gc1a	Estudante de Engenharia Mecânica	Volvo (estágio)	5 meses
	gc1b	Estudante de Engenharia Mecânica	UTFPR - NUEM	1 ano e 6 meses
	gc1c	Estudante de Engenharia Mecânica	Bosch (estágio)	9 meses
GC2	gc2a	Estudante de Engenharia Mecânica	UTFPR	1 ano
	gc2b	Estudante de Engenharia Mecânica	–	–
	gc2c	Estudante de Engenharia Mecânica	–	–
GC3	gc3a	Estudante de Engenharia Mecânica	–	–
	gc3b	<i>Designer</i>	KS Design	33 anos
	gc3c	Estudante de Engenharia Mecânica	Renault do Brasil	4 anos

Quadro 22 - Detalhamento dos participantes

O início do experimento ocorreu na sala EM 104 com uma breve explicação dos objetivos propostos e para apresentação das alternativas conceituais do produto para o qual foi realizada a avaliação e seleção da alternativa com maior potencial de inovação. No Apêndice E encontram-se os slides da apresentação.

Na sequência, os participantes que compuseram o grupo de controle foram encaminhados para a sala EM206, recebendo um documento impresso, no qual constava o escopo do projeto e a descrição de cada solução juntamente com as imagens correspondentes. Os grupos de controle foram orientados a selecionar a solução com maior potencial de inovação utilizando o método que julgassem pertinente. Todo o processo foi documentado no material impresso disponibilizado.

Os demais participantes permaneceram na sala EM104. A partir daí, a ferramenta proposta nesta tese, bem como sua utilização foi apresentada. Foram formados quatro grupos experimentais. Dois destes grupos foram encaminhados para a sala EM103 e os outros dois permaneceram na sala EM104. Para cada grupo experimental foi disponibilizado o mesmo material impresso do grupo de controle e um laptop com a matriz em Excel[®]. O material impresso disponibilizado para os grupos encontra-se no Apêndice F.

Tanto os grupos de controle quanto os experimentais foram dispostos nas salas em cantos opostos, de modo que um grupo não tivesse acesso ao que o outro estava discutindo durante o processo de seleção.

O processo de seleção teve uma duração total de 47 minutos com uma diferença de 17 minutos entre o primeiro e o último grupo a finalizar a avaliação. Na sequência, foi disponibilizado um questionário individual para que pudessem ser coletadas informações a respeito da percepção que cada participante teve do experimento.

Durante o experimento ocorreu a observação dos grupos (controle e experimental) com o intuito de verificar o modo como a presença ou ausência de uma ferramenta de avaliação de alternativas orientada ao potencial de inovação pode afetar o processo de tomada de decisão.

Os grupos foram orientados a não trocar informações entre si. Qualquer dúvida deveria ser reportada à pesquisadora que conduziu o experimento. A Figura 44 ilustra momentos do experimento.



Figura 44 - Ilustração do experimento

Na sequência, serão apresentados os resultados bem como as considerações pertinentes.

6.3.1 Apresentação e apontamentos realizados pelos grupos

Nesta seção, são apresentados os grupos, bem como algumas considerações apontadas durante a realização da tarefa.

Grupo de Controle 1 (GC1): grupo formado por estudantes de engenharia mecânica estagiando. Foi o quinto grupo a finalizar a avaliação. O grupo identificou a Solução 02 como sendo a de maior potencial de inovação.

Foram levantados três questionamentos relacionados à necessidade (ou não) de usar um método específico para seleção.

No relato descrito no documento elaborado pelo grupo, observou-se que este empregou o método intuitivo/ comparativo. Os itens destacados para a seleção foram os seguintes: “i) design mais atrativo; ii) reservatório destacável e não visível; iii) ergonomia pela posição vertical das hastes; iv) o espaço ocupado na mesa é menor; e v) melhor visualização do display vertical.”

Os três integrantes não apontaram problemas para a seleção de alternativas. Também, identificaram elementos relacionados à inovação o que, segundo o grupo, contribuiu para a definição da alternativa escolhida. Entretanto, estes elementos não aparecem destacados em nenhum momento.

Do mesmo modo, todos os três integrantes mostraram-se satisfeitos com o resultado obtido.

Grupo de Controle 2 (GC2): grupo formado por estudantes de engenharia mecânica sem experiência profissional. Foi o segundo grupo a finalizar a avaliação. O grupo identificou a Solução 03 como sendo a de maior potencial de inovação.

Foram levantados dois questionamentos: um relacionado ao modo como deveria ser redigido o relato do processo de seleção e outro relacionado à necessidade (ou não) de usar um método específico para seleção.

No relato descrito no documento elaborado pelo grupo, este declarou não ter utilizado nenhum método específico para a seleção. Para cada alternativa foram identificados os pontos positivos e negativos (não sendo necessariamente relacionados ao âmbito da inovação). Os itens destacados para a seleção foram os seguintes: “i) painel na horizontal facilita o pressionar dos botões, não ocorre o deslizamento do aparelho se pressionado muito forte; ii) aparência mais robusta,

passa mais segurança e resistência ao cliente; iii) recipiente mais difícil de vaziar; iv) não há necessidade de recipiente removível; e v) compacto.”

Os três integrantes não apontaram problemas para a seleção de alternativas. Entretanto, quando questionados sobre se houve algum método específico para a seleção e se este método foi efetivo, não houve unanimidade nas respostas. Enquanto “gc2a” relatou a existência de uma ferramenta e um método norteador para a seleção, “gc2b” e “gc2c” não atribuíram a aplicação de nenhuma ferramenta. Do mesmo modo, para “gc2c” não houve ferramenta, nem método específicos e não foram identificados elementos particulares ao campo da inovação que facilitaram a escolha.

Com relação ao resultado obtido, apenas o integrante “gc2c” discordou da solução selecionada pelo grupo. Apesar disto, concordou que esta é percebida com maior potencial inovador.

Grupo de Controle 3 (GC3): grupo formado por dois estudantes de engenharia mecânica (um estagiando e outro sem experiência profissional) e um profissional de design. Foi o sexto grupo a finalizar a avaliação. O grupo identificou a Solução 03 como sendo a de maior potencial de inovação.

Foram levantados três questionamentos: um relacionado ao modo como deveria ser redigido o processo de seleção e outros dois relacionados à possibilidade de sugerir uma quarta solução resultante da junção de elementos das alternativas apresentadas.

No relato descrito no documento elaborado pelo grupo, foi declarado que nenhum método específico para a seleção foi empregado. Os itens destacados para a seleção foram os seguintes: “i) recipientes acoplados facilitam a limpeza e manutenção; ii) display mais centralizado e botões mais intuitivos e visíveis; iii) aparenta maior estabilidade; iv) esteticamente mais atrativo; v) posição das hastes mais ergonômica (se comparado com as outras duas alternativas); e vi) fixação na parte posterior e frontal com boa visualização.”

Ainda assim, o grupo sugeriu uma solução híbrida que incorporasse 80% da solução 3 e 20% da solução 1. A justificativa foi a seguinte: “a solução 1 nos chamou a atenção pela forma arredondada na parte superior. Logo, sugerimos aumentar um pouco o raio de curvatura, mantendo ainda a forma retangular (*design clean*). Esta mudança iria proporcionar mais segurança no manuseio das hastes”.

Os três integrantes não apontaram problemas para a seleção de alternativas. Apenas “gc3b” não identificou a presença de elementos relacionados à inovação. Já, “gc3a” destacou a importância de unir funcionalidade e *design* em projetos que envolvem inovações.

Quanto à alternativa selecionada, apenas “gc3b” mostrou-se insatisfeito.

Grupo Experimental 1 (GE1): grupo formado por estudantes de engenharia mecânica sem experiência profissional. Foi o primeiro dos grupos a finalizar a avaliação. A ferramenta apontou a Solução 03 como sendo a de maior potencial de inovação, seguida pela Solução 02 e Solução 01.

No preenchimento da matriz foi observado que a maioria dos critérios teve ao menos uma célula preenchida (oito dentre nove critérios). A exceção foi o critério “Material”. O critério que obteve maior pontuação na solução selecionada foi “Função”.

Foram levantados dois questionamentos sendo um deles referente à necessidade (ou não) de preencher ao menos uma célula de cada critério. O outro estava relacionado ao modo de gravação do arquivo. Com relação ao uso da matriz e o tempo despendido para o preenchimento da mesma, os participantes não relataram impedimentos relevantes.

A maior dificuldade relatada diz respeito à definição dos critérios e dos subcritérios. Para o integrante “ge1a” houve dificuldade de assimilação dos conceitos dos critérios que, na sua visão, pareceram muito abstratos. Para “ge1b”, a ferramenta é válida, mas admitiu que a falta de informação sobre o produto prejudicou a avaliação. Para dois participantes deste grupo a ferramenta apresentada não apresenta de forma clara os conceitos relacionados à inovação para serem avaliados nesta etapa de projeto.

Entretanto, com relação à alternativa apontada pela matriz, todos os integrantes mostraram-se satisfeitos com o resultado obtido. Além disso, identificaram como tendo potencial inovador a alternativa selecionada.

Grupo Experimental 2 (GE2): grupo formado por profissionais, sendo dois *designers*/ docentes e um engenheiro. Foi o sétimo grupo a finalizar a avaliação. A ferramenta apontou a Solução 02 como sendo a de maior potencial de inovação, seguida pela Solução 01. A Solução 03 não obteve pontuação.

No preenchimento da matriz foi observado que não houve células preenchidas para a maioria dos critérios. Apenas “Forma” e “Mantenabilidade” foram

assinalados. O critério que obteve maior pontuação na solução selecionada foi “Mantenabilidade”.

Com relação ao uso da matriz e o tempo gasto para o preenchimento da mesma, os participantes não relataram dificuldades. Foram levantados quatro questionamentos: um referente à necessidade (ou não) de preencher ao menos uma célula de cada critério e os demais relacionados a ausência de maiores informações disponibilizadas no escopo do projeto.

A maior dificuldade encontrada pelo grupo foi relativa à falta de conhecimento prévio do produto avaliado (como produtos similares e maiores informações técnicas). Para “ge2a” e “ge2c” seria necessário contar com informações relacionadas à utilização do produto no ambiente de uso. Foi sugerida uma simulação com modelos em escala real, bem como uma perspectiva expandida para análise das soluções propostas. Para “ge2b” faltaram dados e subsídios para poder avaliar os produtos de forma mais real e abrangente. Além disso, a similaridade entre duas das soluções prejudicou a seleção.

Quanto à definição dos critérios e subcritérios não foram relatadas dificuldades no entendimento destes conceitos.

Entretanto, com relação à alternativa apontada pela matriz, dois integrantes mostram-se insatisfeitos com o resultado obtido. A principal causa, segundo relato dos participantes, relacionou-se à falta de maiores informações sobre o produto.

Grupo Experimental 3 (GE3): grupo formado por dois estudantes de engenharia mecânica e um profissional de *design*. Foi o terceiro grupo a finalizar a avaliação. A ferramenta apontou a Solução 02 como sendo a de maior potencial de inovação, seguida pela Solução 01 e Solução 03.

No preenchimento da matriz foi observado que a maioria dos critérios obteve ao menos uma célula preenchida (sete dentre nove critérios). A exceção foram os critérios “Sustentabilidade” e “Tecnologia”. O critério que obteve maior pontuação na solução selecionada foi “Função”.

Com relação ao uso da matriz e o tempo gasto para o preenchimento da mesma, os participantes não relataram dificuldades. Foram levantados três questionamentos: um relacionado ao modo de gravação do arquivo e dois relacionados à falta de conhecimento de produtos similares - fato este relatado pelos três integrantes. Para “ge3b” apesar desta dificuldade, a falta destas informações faz parte do próprio processo de seleção.

Quanto à definição dos critérios e subcritérios apenas “ge3c” destacou dificuldades no entendimento destes conceitos.

Acerca da alternativa apontada pela matriz, todos integrantes mostraram-se satisfeitos com o resultado obtido e identificaram como tendo potencial inovador a solução apontada pela matriz.

Grupo Experimental 4 (GE4): grupo formado por estudantes de engenharia mecânica: um sem experiência profissional, um estagiando e um com experiência profissional. Foi o quarto grupo a finalizar a avaliação. A ferramenta apontou a Solução 02 como sendo a de maior potencial de inovação, seguida pela Solução 01 e Solução 03. No preenchimento da matriz foi observado que a maioria dos critérios obteve ao menos uma célula preenchida (sete dentre nove critérios). A exceção foram os critérios “Função” e “Tecnologia”. O critério que obteve maior pontuação na solução selecionada foi “Mantenabilidade”.

Com relação ao uso da matriz os participantes não relataram dificuldades. Foram levantados dois questionamentos relacionados à finalização do arquivo. Quanto à definição dos critérios e subcritérios não foram relatadas dificuldades no entendimento destes conceitos. No que tange à alternativa apontada pela ferramenta, os três integrantes mostraram-se satisfeitos com o resultado obtido.

Após realizar a análise dos grupos de forma individual, é apresentado o comparativo estabelecido entre os grupos. Para tanto, foram desenvolvidos seis quadros-resumo (um para cada análise comparativa projetada) das opiniões emitidas pelos grupos.

6.4 ANÁLISES COMPARATIVAS ENTRE GRUPOS

Nesta seção são apresentados os resultados das análises comparativas realizadas entre os grupos. As análises partiram de três pressupostos que serviram de base para todas as demais análises resultantes do experimento:

a) Utilização: nos grupos experimentais está relacionado à utilização da ferramenta, a qual inclui facilidade de uso, tempo despendido para o preenchimento da mesma, quantidade de vezes que cada grupo solicitou auxílio à pesquisadora. No caso dos grupos de controle, está relacionado à facilidade do processo adotado pelo grupo para selecionar a alternativa;

b) **Compreensão:** nos grupos experimentais está relacionado à clareza com a qual os conceitos dos critérios bem como a definição de cada subcritério foram compreendidos pelos grupos. Nos grupos de controle está relacionado à identificação (ou não) de critérios norteadores ao âmbito da inovação;

c) **Seleção:** nos grupos experimentais está relacionado à solução que a matriz apontou. Nos grupos de controle, está relacionado à alternativa selecionada pelo grupo. Na sequência, são apresentadas as análises obtidas a partir das comparações estabelecidas entre os grupos. Todas as análises partiram dos pressupostos descritos anteriormente.

6.4.1 Comparativo entre GC1, GC2 e GC3

Neste contexto, foi conduzida a análise do processo de seleção dos grupos de controle e que não tiveram nenhuma informação a respeito da ferramenta proposta neste estudo. O Quadro 23 destaca os pressupostos utilizados como parâmetros para comparação.

Grupo	Perfil	Utilização	Compreensão	Seleção
GC1	Estudantes de engenharia mecânica estagiando	Utilizou método intuitivo/comparativo. Não apontou dificuldades no processo de seleção.	Grupo relatou uso de elementos pertinentes à inovação através da identificação de elementos para comparação.	<u>Solução 02</u> Grupo satisfeito com resultado obtido.
GC2	Estudantes de engenharia mecânica sem experiência profissional	Não utilizou nenhum método específico para avaliação. Não apontou dificuldades no processo de seleção.	Identificação de pontos positivos e negativos para cada alternativa. Grupo com variação de opiniões acerca do uso ou não de uma ferramenta que conduziu o processo de seleção.	<u>Solução 03</u> Dois integrantes do grupo mostraram-se satisfeitos com o resultado obtido.
GC3	Estudantes de engenharia mecânica com e sem experiência profissional e um profissional	Não utilizou nenhum método específico para avaliação. Não apontou dificuldades no processo de seleção.	Destacou pontos positivos que contribuíram para a seleção.	<u>Solução 03</u> Grupo propôs um híbrido da <u>Solução 03</u> com a <u>Solução 01</u> Dois integrantes do grupo mostraram-se satisfeitos com o resultado obtido.

Quadro 23 - Comparativo entre GC1, GC2 e GC3

Ao analisar os Grupos de Controle, foi possível verificar a ausência do uso de uma ferramenta específica para o processo de seleção de alternativas. Nos três grupos a seleção partiu de métodos comparativos, buscando enumerar as características das alternativas para daí sim fazer a seleção. Apesar desta constatação, os grupos relacionaram alguns elementos que serviram de suporte para a seleção e que podem ser enquadrados como critérios orientados à inovação. O grupo GC1 destacou os seguintes elementos na alternativa selecionada: i) “design mais atrativo” (relacionado à forma); ii) “reservatório destacável e não visível” (relacionado à função); iii) espaço ocupado na mesa é menor (relacionado ao modo de acondicionar); e iv) “ergonomia”. O grupo GC2 destacou os seguintes elementos na alternativa selecionada: i) “painel na horizontal facilita o pressionar dos botões” (relacionado à ergonomia); ii) “aparência mais robusta” (relacionado à forma); iii) não há necessidade de recipiente removível (relacionado à função); e iv) “compacto” (relacionado à forma). O grupo GC3 destacou os seguintes elementos na alternativa selecionada: i) “recipientes acoplados facilitam a limpeza e manutenção” (relacionado à manutenibilidade); ii) “*display* mais centralizado e botões mais intuitivos e visíveis” (relacionado à ergonomia); iii) “esteticamente mais atrativo” (relacionado à forma); e iv) “posição das hastes mais ergonômica”. A partir destas observações foi possível identificar alguns dos critérios existentes na ferramenta que os Grupos Experimentais utilizaram. Apesar destes grupos não terem feito uso de nenhuma ferramenta específica, todos não apontaram dificuldades para conduzir a avaliação. Do mesmo modo, as alternativas selecionadas pelos grupos satisfizeram a maioria dos integrantes. Apenas os participantes “gc2c” e “gc3b” mostraram-se insatisfeitos com o resultado da seleção, mas não justificaram o motivo. Não houve concordância entre os três grupos quanto à alternativa selecionada. Enquanto GC1 optou pela Solução 02, GC2 optou pela Solução 03 e GC3 optou por um híbrido entre as Soluções 03 e 01. Neste caso, o grupo apontou uma Solução 04, como sendo a alternativa eleita.

A não utilização de uma ferramenta específica para seleção de conceitos não inviabilizou o processo de seleção (apesar de não ter havido consenso entre os Grupos de Controle). Entretanto, é possível destacar que a definição dos “critérios” de seleção ocorreu de modo intuitivo, vinculado à experiência e formação acadêmica dos integrantes de cada grupo.

Neste caso, o uso da Ferramenta API_PC poderia fornecer maior suporte para a avaliação e seleção da alternativa, através de critérios orientados à inovação, os quais independem do repertório da equipe.

6.4.2 Comparativo entre GE1, GE2, GE3 e GE4

Neste contexto, foi conduzida a análise do processo de seleção dos grupos experimentais e que utilizaram a ferramenta proposta neste estudo. O Quadro 24 destaca os pressupostos utilizados como parâmetros para comparação.

Grupo	Perfil	Utilização	Compreensão	Seleção
GE1	Estudantes de engenharia mecânica sem experiência profissional	Não houve dificuldades no uso da ferramenta e no tempo despendido para o processo de seleção.	Dificuldades na assimilação dos conceitos e dos critérios.	<u>Solução 03</u> Grupo satisfeito com resultado obtido.
GE2	Profissionais	Não houve dificuldades no uso da ferramenta e no tempo despendido para o processo de seleção.	Não relatou dificuldades na assimilação dos conceitos e dos critérios. Entretanto, a falta de conhecimento prévio do produto avaliado prejudicou a avaliação.	<u>Solução 02</u> Um integrante do grupo mostrou-se satisfeito com o resultado obtido.
GE3	Estudantes de engenharia mecânica e um profissional	Não houve dificuldades no uso da ferramenta e no tempo despendido para o processo de seleção.	Um integrante do grupo relatou dificuldades na assimilação dos conceitos e dos critérios.	<u>Solução 02</u> Grupo satisfeito com resultado obtido.
GE4	Estudantes de engenharia mecânica com e sem experiência profissional	Não houve dificuldades no uso da ferramenta e no tempo despendido para o processo de seleção.	Não relatou dificuldades na assimilação dos conceitos e dos critérios.	<u>Solução 02</u> Grupo satisfeito com resultado obtido.

Quadro 24 - Comparativo entre GE1, GE2, GE3 e GE4

Ao analisar os Grupos Experimentais, a Solução 02 foi listada, pela maioria dos grupos, como a de maior potencial inovador. Assim, foi possível identificar que a Ferramenta API_PC reconheceu, em três, dos quatro grupos, a mesma solução como potencialmente inovadora.

Com relação ao preenchimento das células na ferramenta, a maioria dos critérios obteve ao menos uma célula preenchida. A única exceção é o grupo GE2 que apresentou apenas dois critérios preenchidos.

Para a alternativa selecionada na avaliação parcial (na qual se observa a pontuação por critério), “mantenabilidade” obteve o maior escore para GE2 e GE4; para GE3, este critério obteve o segundo maior escore.

Os grupos GE1 e GE2 relataram algumas dificuldades durante o preenchimento da matriz. Para GE1 a maior dificuldade foi na assimilação dos conceitos e critérios. É importante ressaltar que o perfil do grupo é composto por estudantes sem experiência profissional. Este fato pode ter influenciado na percepção dos conceitos e critérios, uma vez que o processo de projeto não faz parte da rotina destes participantes.

Já o grupo GE2, composto por profissionais, declarou ter encontrado dificuldades no entendimento do produto a ser avaliado. Ou seja, para um real parecer faltaram maiores subsídios como: funcionamento do produto, ambiente onde está inserido e disposição de modelos volumétricos e perspectivas expandidas que permitissem conhecer melhor o produto.

Contudo vale destacar que a equipe de projeto do escritório que desenvolveu o produto se utilizou das mesmas imagens disponibilizadas aos participantes, com as mesmas informações dispostas no escopo do projeto. Ou seja, a dificuldade no processo de seleção efetivamente ocorrido não difere muito daquela que os participantes do experimento tiveram.

Todavia, é certo que o projeto é melhor compreendido quando a equipe de projeto desenvolve as alternativas. Fato este não ocorrido no experimento, uma vez que as alternativas foram apresentadas prontas, em função da disponibilidade de participantes e de tempo. O que se propõe a discutir neste experimento é o grau de dificuldade que existe em selecionar alternativas conceituais com foco no potencial que estas têm de se converterem em um produto inovador.

Já os grupos GE3 e GE4 foram os que manifestaram menor dificuldade no entendimento dos critérios. Ambos os grupos também têm em seu perfil estudantes sem experiência profissional. Entretanto, os demais membros dos grupos possuem experiência – quer seja como profissional (GE3), quer seja como estagiário (GE4).

Com relação à alternativa apontada pela matriz, dois integrantes do grupo GE2 relataram insatisfação. Parte desta insatisfação está relacionada à ausência de maiores informações a respeito do funcionamento e aspectos técnicos do produto.

As análises conduzidas a partir das observações dos Grupos Experimentais permitem atestar que a Ferramenta API_PC contribui no processo de avaliação e

seleção de alternativas conceituais. Mesmo havendo algumas dificuldades relatadas pelos grupos (e.g. dificuldade em assimilar alguns critérios, carência de informações técnicas sobre o produto em questão), a definição de critérios pertencentes ao campo da inovação permite uma avaliação consistente e menos guiada pela intuição.

6.4.3 Comparativo entre GC1, GC2, GE1 e GE4

Neste contexto, foi conduzida a análise do processo de seleção por grupos formados unicamente por estudantes (com e sem experiência), sendo que dois destes grupos não utilizaram a ferramenta (GC1 e GC2) e dois a utilizaram (GE1 e GE4).

O Quadro 25 destaca os pressupostos utilizados como parâmetros para comparação.

Grupo	Perfil	Utilização	Compreensão	Seleção
GC1	Estudantes de engenharia mecânica estagiando	Utilizou método intuitivo/comparativo. Não apontou dificuldades no processo de seleção.	Grupo relatou uso de elementos pertinentes à inovação através da identificação de elementos para comparação.	<u>Solução 02</u> Grupo satisfeito com resultado obtido.
GC2	Estudantes de engenharia mecânica sem experiência profissional	Não utilizou nenhum método específico para avaliação. Não apontou dificuldades no processo de seleção.	Identificação de pontos positivos e negativos para cada alternativa. Grupo com variação de opiniões acerca do uso ou não de uma ferramenta que conduziu o processo de seleção.	<u>Solução 03</u> Dois integrantes do grupo mostraram-se satisfeitos com o resultado obtido.
GE1	Estudantes de engenharia mecânica sem experiência profissional	Não houve dificuldades no uso da ferramenta e no tempo despendido para o processo de seleção.	Dificuldades na assimilação dos conceitos e dos critérios.	<u>Solução 03</u> Grupo satisfeito com resultado obtido.
GE4	Estudantes de engenharia mecânica com e sem experiência profissional	Não houve dificuldades no uso da ferramenta e no tempo despendido para o processo de seleção.	Não relatou dificuldades na assimilação dos conceitos e dos critérios.	<u>Solução 02</u> Grupo satisfeito com resultado obtido.

Quadro 25 - Comparativo entre GC1, GC2, GE1 e GE4

Na análise deste contexto todos os participantes são estudantes de engenharia mecânica da UTFPR. Entretanto, procurou-se formar grupos de

estudantes com e sem experiência profissional. Do mesmo modo, estes grupos foram divididos entre os grupos de controle e os grupos experimentais.

O grupo GC1 reuniu estudantes com experiência e o grupo GC2, sem experiência. Ao analisar o processo de seleção das alternativas durante a atividade proposta, foi possível verificar que ambos os grupos não se utilizaram de nenhuma ferramenta específica para seleção de concepções. O grupo GC1 comparou as alternativas e enumerou itens que serviram de base para conduzir a escolha. Nos relatos do grupo, foi descrito que houve a identificação de elementos relacionados à inovação.

Entretanto, estes elementos não apareceram destacados em nenhum momento. Já, o grupo GC2 apontou pontos positivos e negativos das alternativas como forma de realizar a seleção.

Em ambos os casos, não foram mapeados critérios direcionados à inovação, mas sim, itens do projeto que foram identificados como elementos de diferenciação. Como não foi apresentada nenhuma ferramenta específica para seleção de alternativas conceituais com potencial de inovação, a escolha tendeu a ser aleatória e relacionada ao repertório de cada participante.

As soluções eleitas não foram as mesmas: Solução 02 para GC1 e Solução 03 para GC2.

O grupo GE1 reuniu estudantes sem experiência e o grupo GE4 teve a maioria dos participantes com experiência. Os dois grupos que fizeram uso da ferramenta relataram não ter encontrado dificuldades no uso da mesma.

Entretanto, para o grupo GE1 houve dificuldades na assimilação nos conceitos e critérios propostos pela ferramenta. O grupo considerou, inicialmente, que havia a necessidade de preencher ao menos uma célula para cada critério. Com o decorrer do experimento, foi esclarecido que não havia esta obrigatoriedade. Conforme descrito anteriormente, o fato de os participantes não possuírem experiência profissional pode ter tido relação com a dificuldade expressa neste requisito.

Assim como ocorreu com os grupos de controle, as soluções selecionadas não foram as mesmas: Solução 03 para GE1 e Solução 02 para GE4.

Os grupos formados por estudantes com algum grau de experiência selecionaram a Solução 02 e os grupos com estudantes sem experiência, a Solução

03. Neste caso é possível inferir que a experiência profissional pode ser um fator relevante na análise de soluções.

6.4.4 Comparativo entre GC3 e GE3

Já, neste caso, foi conduzido um comparativo entre os resultados alcançados por dois grupos compostos por dois estudantes e um profissional, sendo um grupo de controle (GC3) e um grupo experimental (GE3).

O Quadro 26 destaca os pressupostos utilizados como parâmetros para comparação.

Grupo	Perfil	Utilização	Compreensão	Seleção
GC3	Estudantes de engenharia mecânica com e sem experiência profissional e um profissional	Não utilizou nenhum método específico para avaliação. Não apontou dificuldades no processo de seleção.	Destacou pontos positivos que contribuíram para a seleção.	<u>Solução 03</u> Grupo propôs um híbrido da <u>Solução 03</u> com a <u>Solução 01</u> Dois integrantes do grupo mostraram-se satisfeitos com o resultado obtido.
GE3	Estudantes de engenharia mecânica e um profissional	Não houve dificuldades no uso da ferramenta e no tempo despendido para o processo de seleção.	Um integrante do grupo relatou dificuldades na assimilação dos conceitos e dos critérios.	<u>Solução 02</u> Grupo satisfeito com resultado obtido.

Quadro 26 - Comparativo entre GC3 e GE3

O grupo experimental GE3 composto por um profissional de *design* e dois estudantes (com e sem experiência profissional) não relatou impedimentos para utilizar a ferramenta proposta. O maior obstáculo, segundo o grupo, estava relacionado à falta de conhecimento prévio do produto em questão, por este não fazer parte do cotidiano da maioria das pessoas. Também, foi relatada dificuldade de assimilação de alguns critérios por parte de um dos integrantes do grupo. Apesar disso, a maioria dos critérios obteve ao menos uma célula preenchida. Do mesmo modo, todos os integrantes mostraram-se satisfeitos com o resultado apontado pela ferramenta. A solução selecionada pelo grupo experimental (GE3) foi a Solução 02.

O grupo de controle GC3 não fez uso de nenhuma ferramenta de projeto específica. Foram listadas características das soluções, as quais orientaram a seleção. O grupo sugeriu ainda uma quarta solução, híbrida da Solução 03 com a Solução 01.

O perfil dos participantes do contexto analisado é variado. O grupo de controle foi composto por um profissional de *design* e dois estudantes sem experiência. Pela observação do grupo durante a atividade, as opiniões discorridas pelo profissional foram acatadas pelos estudantes e, conseqüentemente, pode ter contribuído para o resultado, uma vez que um dos participantes (estudante) mostrou-se insatisfeito com o resultado final.

Na Ferramenta API_PC são apresentados critérios que norteiam o processo de avaliação e seleção, o que proporciona a ampliação de conceitos relacionados à inovação, independente da formação profissional dos integrantes da equipe de avaliação.

6.4.5 Comparativo entre GE2 e GE3

Neste caso, foi conduzida a análise do processo de seleção entre dois grupos experimentais que tenham pelo menos um profissional em seu perfil (GE2 e GE3).

Quadro 27 destaca os pressupostos utilizados como parâmetros para comparação.

Grupo	Perfil	Utilização	Compreensão	Seleção
GE2	Profissionais	Não houve dificuldades no uso da ferramenta e no tempo despendido para o processo de seleção.	Não relatou dificuldades na assimilação dos conceitos e dos critérios. Entretanto a falta de conhecimento prévio do produto avaliado prejudicou a avaliação.	<u>Solução 02</u> Um integrante do grupo mostrou-se satisfeito com o resultado obtido.
GE3	Estudantes de engenharia mecânica e um profissional	Não houve dificuldades no uso da ferramenta e no tempo despendido para o processo de seleção.	Um integrante do grupo relatou dificuldades na assimilação dos conceitos e dos critérios.	<u>Solução 02</u> Grupo satisfeito com resultado obtido.

Quadro 27 - Comparativo entre GE2 e GE3

A alternativa apontada pela ferramenta para ambos os grupos foi a Solução 02. Com relação ao entendimento dos conceitos e critérios da ferramenta, ambos os grupos mostraram-se satisfeitos.

Entretanto, vale ressaltar que, conforme já descrito, houve uma insatisfação por parte dos profissionais quanto à quantidade de informações disponibilizadas (referentes ao produto) para a realização da avaliação. Isso ocorreu tanto com GE2, formado somente por profissionais quanto com o profissional presente em GE3.

Este fato refletiu no grau de satisfação dos participantes quanto à alternativa selecionada. No grupo GE2, dois participantes manifestaram insatisfação com a alternativa selecionada apesar do grupo apontar a solução identificada como a potencialmente inovadora.

6.4.6 Comparativo entre GE1 e GE4

O último contexto analisado foi composto por dois grupos experimentais (GE1 e GE4), envolvendo somente estudantes (com e sem experiência).

Quadro 28 destaca os pressupostos utilizados como parâmetros para comparação.

Grupo	Perfil	Utilização	Compreensão	Seleção
GE1	Estudantes de engenharia mecânica <u>sem</u> experiência profissional	Não houve dificuldades no uso da ferramenta e no tempo despendido para o processo de seleção.	Dificuldades na assimilação dos conceitos e dos critérios.	<u>Solução 03</u> Grupo satisfeito com resultado obtido.
GE4	Estudantes de engenharia mecânica <u>com e sem</u> experiência profissional	Não houve dificuldades no uso da ferramenta e no tempo despendido para o processo de seleção.	Não relatou dificuldades na assimilação dos conceitos e dos critérios.	<u>Solução 02</u> Grupo satisfeito com resultado obtido.

Quadro 28 - Comparativo entre GE1 e GE4

Para estes grupos a ferramenta apontou soluções diferentes: Solução 03 para GE1 e Solução 02 para GE4. O grupo GE1 composto por estudantes sem experiência profissional relatou dificuldades acerca dos conceitos e critérios. O grupo GE4 formado por estudantes com e sem experiência profissional não demonstrou impedimentos para a assimilação dos conceitos e dos critérios e, do

mesmo modo que GE1 mostrou-se satisfeito com o resultado que a ferramenta direcionou.

Assim como foi destacado na seção 6.4.3 deste estudo, é possível relacionar o grau de experiência aos resultados obtidos nas análises das soluções. Independente disso, o uso da ferramenta é favorável uma vez que aponta critérios voltados a inovação como forma de estabelecer parâmetros de escolha.

6.4.7 Considerações gerais sobre as análises comparativas entre grupos

A partir das análises comparativas estabelecidas, foi possível apontar alguns pontos a serem considerados:

a) Nos grupos de controle (sem acesso à ferramenta) foram estabelecidos parâmetros que nortearam o processo de seleção. Foram identificados cinco critérios (acondicionamento, ergonomia, forma, função e manutenibilidade) dos nove propostos pela ferramenta de avaliação.

Estes critérios não foram mencionados de forma clara pelos grupos. A partir da descrição do processo de seleção, no documento escrito, a pesquisadora deste estudo identificou estes critérios. Desta forma, é possível constatar que o uso de uma ferramenta de projeto voltada ao âmbito da inovação permite que as equipes de projeto identifiquem de forma direta, quais elementos podem ser avaliados quando a busca está na alternativa que apresente maior potencial de inovação;

b) O processo de seleção pode ser facilitado quando as equipes desenvolvem as alternativas, uma vez que há maior proximidade da equipe de projeto com o produto em questão. Todavia, no experimento, o objetivo principal foi identificar como a ferramenta se comporta em uma situação que simule um projeto real. Neste caso, em função do tempo destinado ao experimento, seria inviável reproduzir uma situação mais realista na qual os participantes concebessem e selecionassem alternativas;

c) A Solução 01 não foi identificada com potencial de inovação por nenhum grupo. A Solução 02 foi selecionada por quatro grupos (um grupo de controle e três experimentais) e a Solução 03 foi selecionada por três grupos (dois de controle e um experimental);

d) A dificuldade de assimilação dos critérios, descrita por alguns dos participantes dos grupos experimentais, pode ser atribuída à expectativa de que todos os critérios deveriam contar com pelos menos uma célula preenchida. A não

ocorrência desta situação não inviabiliza a avaliação, pois este preenchimento está atrelado ao perfil do produto que está sendo avaliado.

Na situação real de projeto, a Solução 02 foi a alternativa eleita para ser desenvolvida. Neste caso, a opção de conectar o tanque para antisséptico ao produto (Solução 03) foi inserida na proposta final aprovada.

O produto utilizado para este experimento foi desenvolvido e está no mercado há quase dez anos. Em 2015 participou da Bienal Brasileira de Design em Florianópolis/SC.

A ferramenta proposta nesta tese possibilitou identificar em três grupos (dos quatro que a utilizaram) a solução que foi materializada em um produto final. Por meio de critérios e subcritérios voltados à inovação, a ferramenta orienta e conduz o processo de seleção de alternativas, tornando-o menos intuitivo e mais direcionado ao contexto definido.

6.5 ANÁLISES DOS QUESTIONÁRIOS

Os participantes foram conduzidos a responder um questionário individual *a posteriori*.

Da análise global dos 21 participantes percebe-se:

a) Com relação ao perfil profissional: 16 (76%) são estudantes e cinco (24%) são profissionais com formação acadêmica;

b) Com relação ao grau de experiência: 12 (57%) dos participantes possuem alguma experiência, quer seja como profissional formado, quer seja como estagiário, e nove (43%) são estudantes sem nenhuma experiência profissional;

c) Com relação à área de formação: 17 (81%) são da área de engenharia e quatro (19%) são da área de *design*.

Os questionários aplicados encontram-se no Apêndice G.

Para o questionário aplicado neste estudo, foi utilizada a escala tipo Likert de cinco pontos na qual para cada proposição, o respondente selecionou uma das opções: i) Discordo Totalmente (DT); ii) Discordo Parcialmente (DP); iii) Indiferente (I); iv) Concordo Parcialmente (CP); e v) Concordo Totalmente (CT). Na sequência, foram atribuídos valores (de 1 a 5) a estas opções.

Assim, são apresentados os resultados obtidos pela aplicação dos questionários.

Tendo em vista que as respostas ocorreram individualmente, os dados foram apresentados sem haver menção ao grupo do participante. A única distinção ocorre com relação aos grupos de controle e experimentais que, conforme descrito, responderam questionários diferenciados.

6.5.1 Questionário aplicado aos participantes dos grupos experimentais

O questionário aplicado aos participantes dos grupos experimentais foi composto por nove questões, distribuídas em três seções. Estes grupos utilizaram a ferramenta para a realização da tarefa.

As questões buscaram identificar a percepção de cada integrante com relação ao emprego de uma ferramenta de projeto que auxilie o processo de seleção de alternativas sob a perspectiva do potencial de inovação.

Para os grupos experimentais, formados por 12 participantes, a análise permite identificar:

a) Com relação ao perfil profissional: oito (67%) são estudantes e quatro (33%) são profissionais com formação acadêmica;

b) Com relação ao grau de experiência: seis (50%) dos participantes possuem alguma experiência, quer seja como profissional formado quer como estagiário, e seis (50%) são estudantes sem nenhuma experiência profissional;

c) Com relação à área de formação: nove (75%) são da área de engenharia e três (25%) são da área de *design*.

Por se tratar de uma avaliação individual, cada respondente recebeu uma sigla composta pela letra P (participante) seguida por um número (de 1 a 12).

A Tabela 16 apresenta as três seções, juntamente com as questões e a pontuação atribuída por cada participante.

As últimas cinco linhas apresentam as frequências das respostas conforme a escala de Likert.

As maiores frequências foram destacadas em negrito.

Tabela 16 - Frequência das respostas: participantes dos grupos experimentais.

Participante	UTILIZAÇÃO			COMPREENSÃO			SELEÇÃO		
	1. Com relação ao tempo e preenchimento da matriz:			2. Com relação à definição dos critérios/ subcritérios:			3. Com relação à alternativa selecionada:		
	1.1 A matriz é de fácil uso.	1.2 O tempo gasto para o preenchimento da matriz foi adequado.	1.3 A matriz dificulta o processo de seleção de alternativas. <i>(observar inversão nas pontuações)*</i>	2.1 A definição dos conceitos de cada critério foi de fácil assimilação.	2.2 A descrição dada a cada subcritério foi de fácil e rápida assimilação.	2.3 A matriz atende à busca por critérios orientados à inovação.	3.1 A alternativa apontada pela matriz corresponde às expectativas.	3.2 Houve consenso do grupo quanto à alternativa apontada pela matriz.	3.3 A alternativa apontada pela matriz é percebida com maior potencial inovador.
P1	3	3	2	2	1	2	5	5	5
P2	4	3	3	2	2	2	4	5	5
P3	5	4	3	4	4	3	4	3	4
P4	5	5	5	5	5	4	3	3	3
P5	5	4	5	4	4	5	1	1	1
P6	4	5	2	5	5	4	2	1	1
P7	5	4	1	5	5	4	5	5	4
P8	5	5	1	4	4	5	5	5	5
P9	3	5	4	2	3	2	5	5	4
P10	5	4	5	4	4	5	4	5	5
P11	5	5	5	4	4	4	5	5	5
P12	4	5	4	4	4	4	5	5	5
Frequencia das respostas									
CT	7	6	4	3	3	3	6	8	6
CP	3	4	2	6	6	5	3	0	3
I	2	2	2	0	1	1	1	2	1
DP	0	0	2	3	1	3	1	0	0
DT	0	0	2	0	1	0	1	2	2
CT concordo totalmente (5) / CP concordo parcialmente (4) / I indiferente (3) / DP discordo parcialmente (2) / DT discordo totalmente (1)									
* Na questão 1.3 houve inversão dos valores da escala, sendo CT concordo totalmente (1) / CP concordo parcialmente (2) / I indiferente (3) / DP discordo parcialmente (4) / DT discordo totalmente (5)									

Na sequência, foram examinados os dados, separados por seção, juntamente com as ponderações pertinentes.

1) Seção 1: as questões voltaram-se à utilização da ferramenta (e.g. facilidade de uso, tempo gasto no preenchimento da matriz).

Com relação à facilidade de uso da matriz (questão 1.1), sete participantes “concordam totalmente” com esta afirmação; três “concordam parcialmente” e dois se mostraram “indiferentes”.

Quanto ao tempo despendido para execução da tarefa estar adequado (questão 1.2), seis participantes assinalaram “concordo totalmente”; quatro indicaram “concordo parcialmente” e dois optaram por “indiferente”.

A questão 1.3 buscou utilizar uma proposição negativa com relação à ferramenta com o intuito de comparar as repostas com a questão 1.1. Enquanto que na questão 1.1 foi analisada a facilidade de uso da matriz; na questão 1.3 foi afirmado que a mesma dificulta o processo de seleção. Ou seja, o participante que assinalou “concordo totalmente” na questão 1.1, deveria marcar “discordo totalmente” na questão 1.3.

Deste modo, foi possível identificar a coesão das respostas às afirmações levantadas. No caso desta questão, a pontuação maior (5) foi atribuída à opção “discordo totalmente” e a menor pontuação (1) para a opção “concordo totalmente”. Sendo assim, quatro participantes assinalaram “discordo totalmente” para a questão 1.3.

Vale ressaltar que os mesmos também marcaram a opção “concordo totalmente” na questão 1.1 havendo, portanto, coerência nas respostas. Os participantes P7 e P8 assinalaram “concordo totalmente” na afirmação “a ferramenta é de fácil uso” e “a ferramenta dificulta o processo de seleção” demonstrando contradição em suas opções.

Por outro lado, P6 assinalou “concordo parcialmente” nestas duas proposições. Todas as demais opções tiveram duas marcações.

A partir dos resultados obtidos nas questões levantadas nesta seção, foi possível identificar que, com relação à facilidade de uso a matriz proposta alcançou uma boa pontuação uma vez que, em duas das três questões, a maioria dos participantes assinalou “concordo totalmente” com as afirmações propostas.

Apenas na questão 1.3 houve diferença no resultado. Entretanto, era esperada esta diferença uma vez que a questão buscou tratar com uma proposição contraditória com a intenção de identificar a coerência e a atenção dos participantes com relação ao preenchimento do questionário. É interessante notar que, apesar de haver contradições entre as proposições, nenhum participante enunciou questionamentos (tanto oralmente quanto por escrito).

2) Seção 2: as questões voltaram-se para a compreensão dos conceitos, critérios/subcritérios apresentados pela matriz.

Com relação à facilidade de compreensão na definição que foi dada a cada critério (questão 2.1), três participantes assinalaram a opção “concordo totalmente”; seis marcaram “concordo parcialmente” e três sinalizaram a opção “discordo parcialmente”.

No que diz respeito à facilidade e rapidez de assimilação na descrição de cada subcritério, três participantes marcaram “concordo totalmente”; seis indicaram “concordo parcialmente”. As demais opções tiveram uma marcação.

A questão 2.3 procurou identificar se, na opinião dos respondentes, a ferramenta atende a busca por critérios orientados à inovação. Dos participantes, três assinalaram “concordo totalmente”; cinco indicaram “concordo parcialmente”; um mostrou-se “indiferente” e três optaram por “discordo parcialmente”.

A partir dos resultados obtidos nas questões levantadas nesta seção, foi possível identificar que, com relação à compreensão dos conceitos propostos na ferramenta, a metade dos participantes optou por “concordo totalmente” em duas das três questões (questão 2.1 e 2.2). Do mesmo modo, na última questão, quase metade assinalou a mesma opção.

No espaço destinado a comentários e sugestões (final do questionário) um destes participantes alegou dificuldade na assimilação dos conceitos porque estes pareceram bastante abstratos. Outros dois alegaram necessitar de maiores informações sobre o projeto para compreender melhor os conceitos e realizar a avaliação.

A conceituação de cada critério teve por objetivo o seu nivelamento, uma vez que as equipes de projeto foram compostas por profissionais de diferentes áreas e experiências.

Já a definição dos subcritérios partiu da revisão de literatura em conjunto com a análise reversa. Em ambas as situações, o entendimento destes elementos está vinculado à formação profissional e à experiência de cada integrante da equipe de projeto.

Por se tratar de uma fase bastante abstrata do PDP, muitas das informações realmente ainda são incipientes. Portanto, contar com um mecanismo consistente de avaliação do potencial de inovação contribui para tornar este processo menos intuitivo, mapeável e direcionado na busca da alternativa que possua maior potencial inovador.

3) Seção 3: nesta seção as questões voltaram-se para a seleção da alternativa que a ferramenta apontou.

No que se refere à alternativa apontada pela matriz satisfazer às expectativas do respondente (questão 3.1), seis participantes assinalaram “concordo totalmente”; três optaram por “concordo parcialmente”. As demais opções tiveram uma marcação.

Com relação ao consenso do grupo quanto à alternativa apontada pela ferramenta (questão 3.2), oito participantes decidiram por “concordo totalmente”; dois assinalaram como “indiferente” e dois marcaram “discordo totalmente”.

No que concerne à percepção da alternativa apontada pela ferramenta ser de maior potencial de inovação (questão 3.3), seis participantes afirmaram “concordo totalmente”; três atribuíram a opção “concordo parcialmente”; um mostrou-se “indiferente” e dois assinalaram “discordo totalmente”.

A partir dos resultados obtidos nas questões levantadas nesta seção, foi possível identificar que, com relação à seleção da alternativa apontada pela ferramenta, nas três questões a maioria dos participantes apontou “concordo totalmente” com as afirmações propostas.

Entretanto, foi possível observar que nas três questões, entre um e dois dos participantes assinalou “discordo parcialmente” e “discordo totalmente” do resultado obtido pela matriz. Foi notado que estes participantes apesar de terem atribuído uma pontuação baixa na alternativa selecionada pela matriz, concederam uma pontuação alta no entendimento dos critérios/ subcritérios.

Do mesmo modo, os participantes que na seção anterior conferiram uma pontuação baixa para a compreensão dos critérios/subcritérios, nesta seção ofereceram uma pontuação elevada para o resultado apresentado pela matriz.

Neste caso, é possível inferir que, apesar de alguns participantes discordarem com relação à facilidade de assimilação dos critérios e subcritérios, ainda assim foi possível se utilizar da ferramenta proposta e o resultado obtido foi satisfatório.

Com base nos resultados obtidos e nas análises efetuadas, é possível identificar que a matriz apresenta um *layout* de fácil uso. Entretanto, a percepção dos conceitos e critérios ainda pode causar algumas dúvidas que podem interferir na seleção da alternativa apontada pela ferramenta.

Do mesmo modo, por se tratar de uma etapa na qual a quantidade de informações ainda é incipiente, dúvidas tendem a surgir.

Daí a relevância em se propor uma abordagem que conceda à equipe de projeto subsídios para realizar a avaliação e seleção das alternativas conceituais de modo estruturado.

6.5.2 Questionário aplicado aos participantes dos grupos de controle

O questionário aplicado aos participantes dos grupos de controle foi composto por nove questões, distribuídas em três seções. Como estes participantes não tiveram acesso à ferramenta de avaliação buscou-se identificar facilidades/dificuldades do processo de seleção de alternativas, bem como o reconhecimento (ou não) de elementos relacionados à inovação e que serviram se base para a realização da tarefa.

Para os grupos de controle, formados por nove participantes, tem-se:

a) Com relação ao perfil profissional: oito (89%) são estudantes e apenas um (11%) é profissional formado;

b) Com relação ao grau de experiência: cinco (67%) dos participantes possuem alguma experiência, quer seja como profissional formado, quer seja como estagiário, e três (33%) são estudantes sem nenhuma experiência profissional;

c) Com relação à área de formação: oito (89%) são da área de engenharia e um (11%) é da área de *design*.

Igualmente aos grupos experimentais, a avaliação foi realizada individualmente. Seguindo a sequência dos participantes dos grupos experimentais, cada respondente recebeu uma sigla com a letra P (participante) seguida por um número (de 13 a 21).

A Tabela 17 apresenta as três seções, juntamente com as questões e a pontuação recebida de cada participante.

As últimas cinco linhas apresentam as frequências das respostas conforme a escala de Likert.

As maiores frequências foram assinaladas em negrito.

Tabela 17 - Frequência das respostas: participantes dos grupos de controle.

Participante	UTILIZAÇÃO			COMPREENSÃO			SELEÇÃO		
	1. Com relação ao tempo gasto para seleção da alternativa:			2. Com relação ao método utilizado para selecionar a alternativa:			3. Com relação à alternativa selecionada:		
	1.1 O processo de seleção da alternativa com maior potencial inovador foi fácil.	1.2 O tempo gasto para a seleção da alternativa foi adequado.	1.3 Houve dificuldades durante o processo de seleção de alternativa. (observar inversão nas pontuações) *	2.1 O grupo utilizou alguma ferramenta de projeto para a seleção da alternativa.	2.2 O método utilizado para selecionar a alternativa contribuiu para o processo de seleção.	2.3 Para fazer a seleção da alternativa foram identificados elementos específicos no âmbito da inovação.	3.1 A alternativa selecionada através do método adotado pelo grupo corresponde às expectativas.	3.2 Houve consenso do grupo quanto à alternativa selecionada.	3.3 A alternativa apontada pelo grupo é percebida com maior potencial inovador.
P13	5	5	5	1	5	5	5	5	5
P14	4	5	2	1	3	4	4	5	5
P15	4	4	2	2	3	4	5	5	5
P16	4	4	2	5	5	5	5	5	5
P17	4	5	2	2	4	5	4	4	5
P18	4	5	4	1	1	2	2	5	5
P19	4	5	2	4	5	5	4	5	4
P20	4	4	3	4	3	2	2	4	2
P21	4	5	2	4	5	5	5	5	5
Frequência das respostas									
CT	1	6	1	1	4	5	4	7	7
CP	8	3	1	3	1	2	3	2	1
I	0	0	1	0	3	0	0	0	0
DP	0	0	6	2	0	2	2	0	1
DT	0	0	0	3	1	0	0	0	0
CT concordo totalmente (5) / CP concordo parcialmente (4) / I indiferente (3) / DP discordo parcialmente (2) / DT discordo totalmente (1)									
* Na questão 1.3 houve inversão dos valores da escala, sendo CT concordo totalmente (1) / CP concordo parcialmente (2) / I indiferente (3) / DP discordo parcialmente (4) / DT discordo totalmente (5)									

Na sequência, foram evidenciados os dados, separados por seção, juntamente com as ponderações pertinentes.

1) Seção 1: as questões voltaram-se à facilidade de utilização do processo de seleção de alternativas definido pelos participantes (e.g. facilidade no processo, tempo gasto na tarefa).

Com relação à facilidade no processo de seleção de alternativas (questão 1.1), um participante assinalou “concordo totalmente” com esta afirmação e oito participantes marcaram “concordo parcialmente”.

No que diz respeito ao tempo despendido para a realização da tarefa ser adequado (questão 1.2), seis participantes indicaram a opção “concordo totalmente” e três “concordo parcialmente”.

Assim como no questionário dos participantes dos grupos experimentais (seção 6.5.1), a questão 1.3 utilizou uma proposição negativa de modo a comparar as respostas com a questão 1.1. Neste caso, a proposição afirmou ter havido dificuldades no processo de seleção de alternativas.

Para esta questão, a pontuação maior (5) foi atribuída à opção “discordo totalmente” e a menor pontuação (1) para a opção “concordo totalmente”. Por conseguinte apenas um participante optou por “discordo totalmente”; um “discordo parcialmente”; um foi “indiferente” e seis assinalaram “concordo parcialmente”.

Ao comparar as respostas obtidas nas questões 1.1 e 1.3 foi possível identificar divergência nas respostas. Enquanto oito participantes declararam não encontrar dificuldades no processo de seleção de alternativas (questão 1.1), seis assinalaram ter encontrado dificuldades durante este processo (questão 1.3), considerando um total de nove participantes.

Apenas os participantes P13 e P18 mostraram concordância nas respostas, uma vez que marcaram “concordo totalmente” e “concordo parcialmente” na questão 1.1 e “discordo totalmente” e “discordo parcialmente” na questão 1.3.

2) Seção 2: as questões voltaram-se à compreensão do que se buscou como o experimento – selecionar a alternativa com maior potencial de inovação.

Com relação à utilização, durante a tarefa, de alguma ferramenta de projeto que pudesse orientar o processo de seleção (questão 2.1), um participante indicou “concorda totalmente”; três participantes assinalaram “concordo parcialmente”; dois optaram por “discordo parcialmente” e três marcaram “discordo totalmente”.

Com relação ao método utilizado contribuir para o processo de seleção (questão 2.2), quatro participantes apontaram a opção “concordo totalmente”; um indicou “concordo parcialmente”; três sinalizaram a opção “indiferente” e um optou por “discordo totalmente”.

A questão 2.3 buscou reconhecer se foram identificados critérios orientados especificamente à inovação no processo de seleção de alternativas. Dos

participantes, cinco marcaram “concordo totalmente”; dois afirmaram “concordo parcialmente” e dois “discordo parcialmente”.

Com base nos resultados apresentados nas questões levantadas nesta seção, foi permitido identificar, com relação à compreensão do proposto pelo experimento, que a maioria dos participantes não utilizou nenhuma ferramenta específica de projeto para auxiliar o processo de seleção de alternativa. Isso é notado ao verificar que três assinalaram “discordo totalmente” e dois apontaram para “discordo parcialmente” da utilização de alguma ferramenta que orientasse esse processo. Este contexto sinaliza que cinco dos nove participantes não reconheceram a utilização de uma ferramenta de projeto no processo de seleção das alternativas.

Dos nove participantes, quatro afirmaram ter usado alguma ferramenta de projeto (um participante assinalou “concordo totalmente” e três marcaram “concordo parcialmente”), não houve registro das ferramentas utilizadas. A seleção ocorreu por meio da comparação entre alternativas e identificação de pontos positivos e negativos.

Independentemente do método utilizado no processo de seleção, quatro dos nove participantes afirmou “concordo totalmente” que este contribuiu para a avaliação e seleção da alternativa. Vale ressaltar que houve três participantes se mostraram indiferentes ao método empregado para auxiliar na execução da tarefa e ainda dois indicaram que o método escolhido pelo grupo não contribuiu para o processo de seleção de alternativa (um optou por “discordo totalmente” e um marcou “discordo parcialmente”).

Com base nos relatos encontrados no documento recebido dos participantes, foi possível reconhecer a identificação de características apontadas nas soluções que podem ser endereçadas como critérios relacionados à inovação. Todavia não foram definidos quais são os critérios. Em uma nova situação de projeto durante a seleção de alternativas, todo o processo terá que ser refeito. Novas características devem ser identificadas para que o grupo possa concluir a análise. Neste caso, a existência de uma ferramenta de projeto que apresente critérios relacionados à inovação permite, através de um procedimento consistente, a identificação do potencial de inovação em soluções conceituais.

3) Seção 3: nesta seção as questões voltaram-se para a seleção da alternativa apontada pelo grupo.

Com relação à alternativa apontada pelo grupo corresponder às expectativas do respondente (questão 3.1), quatro participantes assinalaram “concordo totalmente”; três afirmaram “concordo parcialmente” e dois optaram por “discordo parcialmente”.

No que diz respeito ao consenso do grupo quanto à alternativa selecionada (questão 3.2), sete participantes indicaram a opção “concordo totalmente” e dois marcaram “concordo parcialmente”.

No que concerne à alternativa selecionada pelo grupo ser percebida com maior potencial inovador (questão 3.3), sete participantes sinalizaram “concordo totalmente”; um indicou “concordo parcialmente” e um afirmou “discordo parcialmente”.

A partir dos resultados apresentados nas questões levantadas nesta seção, a maioria dos participantes dos grupos de controle mostrou-se satisfeito com relação à alternativa selecionada.

Do mesmo modo, sete participantes afirmaram ter havido consenso entre o grupo no que diz respeito à alternativa escolhida.

Dentre as soluções apresentadas, oito participantes identificaram a alternativa selecionada como sendo a de maior potencial inovador (sete optaram por “concordo totalmente” e um participante marcou “concordo parcialmente”). Apenas um participante assinalou “discordo parcialmente” quanto ao potencial de inovação da alternativa selecionada.

6.5.3 Considerações gerais sobre os questionários

Como os grupos foram compostos por participantes de diferentes formações e experiências, a aplicação de um instrumento de coleta de dados individual permitiu evidenciar a impressão que cada participante teve do experimento e da abordagem proposta.

Com relação aos participantes que utilizaram a ferramenta, a maioria se mostrou totalmente satisfeita quanto ao uso da mesma. Já quanto à compreensão dos critérios e subcritérios, a maioria se mostrou parcialmente satisfeita. Algumas das dificuldades relatadas se referem às informações relacionadas ao projeto proposto (e.g. entendimento do funcionamento do produto, conhecimento de produtos similares). Além disso, apesar dos conceitos relacionados a cada critério serem apresentados, ainda assim, a formação e experiência profissional de cada

participante pode ter influenciado na compreensão destes elementos. Quanto à seleção apontada pela ferramenta, a maioria se mostrou totalmente satisfeita.

Com relação aos participantes que não utilizaram a abordagem proposta neste estudo, a maioria se mostrou parcialmente satisfeita quando questionados sobre a facilidade na escolha da alternativa. Já quanto à compreensão do método adotado para conduzir o processo de seleção, foi identificada variação de opiniões.

No que diz respeito ao emprego de alguma ferramenta de seleção de alternativas, a maioria dos participantes alegou não ter usado nenhuma. Entre os que relataram ter utilizado, nenhum especificou qual foi a ferramenta adotada. Alguns participantes relataram ter observado elementos relacionados à inovação. Entretanto, o que se constatou foi a nomeação de características para cada solução seguida de uma posterior comparação entre alternativas. Não houve a identificação de critérios gerais que poderiam servir de base para avaliação de todas as soluções.

Quanto à seleção da alternativa, a maioria dos participantes mostrou-se satisfeito.

Por meio dos questionários individuais foi possível constatar que a utilização da ferramenta proposta aponta, sistematicamente, para a solução com maior potencial de inovação. A não utilização da ferramenta não inviabilizou a seleção. Entretanto, a ausência de um mecanismo que oriente a seleção de alternativas, quando o foco é inovação, deixou o processo condicionado somente à interpretação dos participantes.

6.6 CONSIDERAÇÕES E CONTRIBUIÇÕES DO EXPERIMENTO

Neste capítulo, foram apresentadas as análises obtidas por meio da realização de um experimento, em ambiente controlado, que buscou simular uma situação real de projeto.

Através da apresentação de alternativas conceituais, grupos compostos por projetistas e estudantes realizaram o processo de seleção de alternativa. Quatro grupos utilizaram a abordagem proposta nesta tese para conduzir o processo de seleção de alternativas e três grupos o fizeram de forma livre, sem haver o direcionamento para nenhuma ferramenta específica.

Em seguida, foi conduzida uma análise comparativa entre os grupos, cujo objetivo foi verificar a assimilação da tarefa proposta, seja ela com ou sem o uso da ferramenta. Isto é, como os grupos perceberam o processo de seleção de alternativas quando a busca está na seleção da solução com maior potencial inovador.

O questionário aplicado individualmente *a posteriori* permitiu que cada participante envolvido no experimento emitisse seu parecer com relação processo de seleção de alternativas quando o foco está no potencial de inovação.

A utilização de um mecanismo robusto, que de forma consistente auxilie a equipe de projeto na seleção da alternativa com maior potencial inovador, torna este processo estruturado, uma vez que elementos comuns pertinentes ao âmbito da inovação são destacados e avaliados.

Assim, a ferramenta proposta nesta tese permite a identificação e valoração de critérios, convergindo o processo de decisão e permitindo a seleção da solução que apresente maior potencial de inovador.

O capítulo seguinte apresenta as conclusões da pesquisa, destacando os objetivos propostos no Capítulo 1.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são apresentadas as considerações acerca dos objetivos da presente pesquisa, seus resultados e contribuições bem como recomendações para trabalhos futuros.

7.1 CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO À PESQUISA

A presente tese partiu do pressuposto de que a existência de um mecanismo que possibilite avaliar e identificar a alternativa conceitual de maior potencial de inovação permite tornar este processo mais objetivo e direcionado.

O ponto de partida para o desenvolvimento da pesquisa foi a incorporação de novos critérios e subcritérios à Ferramenta API_PC (PADILHA, 2008). A ferramenta apresenta critérios e subcritérios orientados à inovação e auxilia o processo de seleção de alternativas. Por meio da revisão de literatura juntamente com o desenvolvimento de uma análise reversa complementar, foi possível implementar uma nova configuração à ferramenta existente.

A pesquisa teve início com a busca por referências que tratassem de questões relacionadas tanto à inovação quanto ao PDP, destacando conceitos, estratégias e metodologias que contemplam o ponto de vista da inovação em uma abordagem sistemática. Do mesmo modo, foi identificada, dentro das etapas que compõem o PDP, a etapa do Projeto Conceitual, destacando suas subfases e em específico, a fase da seleção de conceitos (Capítulo 2).

O Capítulo 3 investigou e analisou métodos e ferramentas de projeto, de modo a identificar como a inovação pode ser ponderada nas etapas que compõem o PDP. Foram analisadas ferramentas voltadas à gestão da inovação, bem como ferramentas direcionadas ao potencial de inovação. O Capítulo 4 apresentou o método utilizado para a ampliação da Ferramenta proposta, destacando as fases previstas na pesquisa.

Feito isso, as informações levantadas nos capítulos anteriores foram cruzadas com as obtidas por uma nova análise reversa. Isto possibilitou a expansão dos critérios e subcritérios apresentados na Ferramenta API_PC.

Por meio de um instrumento de coleta de dados utilizado no Capítulo 5, foi possível estabelecer novos pesos aos critérios e subcritérios propostos. Ainda foi definida, por meio de um instrumento de coleta de dados, uma nova configuração na valoração destes critérios (por meio da matriz de avaliação por comparação aos pares). O mesmo procedimento foi adotado aos subcritérios.

O produto final deste capítulo resultou na ferramenta juntamente com as diretrizes de uso da mesma e ações a serem adotadas em casos especiais no emprego da ferramenta proposta.

O Capítulo 6 buscou validar a ferramenta por meio da avaliação desta na simulação de uma situação de projeto. Foi desenvolvido um cenário com alternativas conceituais de um produto real, já presente no mercado.

Foram convidados projetistas e estudantes da área de projeto. Os participantes foram divididos em sete grupos, sendo quatro grupos experimentais (utilizaram a ferramenta proposta) e três grupos experimentais (sem contato algum com a ferramenta proposta).

Todos os grupos tiveram o mesmo objetivo: selecionar, dentre as soluções propostas, a que tivesse maior potencial de se configurar em produto inovador.

As respostas foram comparadas conforme o perfil estabelecido aos grupos (estudantes, profissionais, mistos). Foi aplicado um questionário individual *a posteriori*. Deste modo, foi possível verificar a percepção particular de cada participante com relação à tarefa proposta.

Por meio das comparações e respostas obtidas pelo experimento, foi possível identificar, nos grupos que não tiveram acesso à ferramenta, a necessidade de estabelecer parâmetros para realizar a avaliação das soluções. Muitos destes, relacionados aos critérios propostos na ferramenta. Do mesmo modo, os grupos que fizeram uso da ferramenta destacaram, em sua maioria, a relevância dos critérios apontados pela ferramenta como sendo norteadores no processo de escolha.

Sendo assim, a ampliação da Ferramenta API_PC permitiu robustecer a mesma, uma vez que novos critérios e subcritérios foram identificados e ponderados.

A partir de uma aplicação prática, foi possível verificar o quanto a ferramenta permite orientar a equipe de projeto na seleção de alternativas conceituais com foco no potencial de inovação.

7.2 RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES

A presente pesquisa possibilitou, por meio da revisão de literatura, juntamente com a análise reversa, o mapeamento de critérios e subcritérios orientados à inovação.

A principal contribuição advinda desta pesquisa está na identificação dos critérios e no seu desmembramento em subcritérios, bem como nas valorações atribuídas a estes elementos. Deste modo, foi possível identificar, classificar, organizar e mensurar critérios que servem como vetores no processo de seleção de alternativas conceituais.

A fase de Projeto Conceitual apresenta informações pouco detalhadas e muitas vezes abstratas a respeito das soluções apresentadas. Isto torna a escolha da alternativa guiada muitas vezes pela intuição. Este fato foi claramente percebido durante o experimento com os grupos que não utilizaram a ferramenta durante a tarefa proposta.

A literatura aponta elementos pertinentes ao campo da inovação, bem como a existência de ferramentas de projeto que auxiliam nesta etapa. Entretanto, apenas a Ferramenta API_PC apresentou critérios direcionados à inovação. Daí a importância de promover a continuidade da ferramenta por meio da ampliação dos critérios e subcritérios. Por meio da pesquisa em questão, é possível pontuar as seguintes contribuições:

1. Uma ampla revisão de literatura a qual abordou temas relacionados ao processo de inovação e a importância deste estar inserido nas etapas do PDP e em especial no Projeto Conceitual;

2. O desenvolvimento da análise reversa permitiu identificar em projetos reais muitos dos conceitos apresentados pela literatura. A confluência destas informações permitiu consolidar os critérios apresentados;

3. A valoração proposta por meio da matriz de avaliação aos pares propiciou a identificação de pesos que, para o contexto deste estudo, serviram de base para a formatação final da ferramenta;

4. As avaliações advindas do experimento permitiram identificar a importância de avaliar e selecionar alternativas conceituais com foco no potencial de inovação. A ferramenta proposta permitiu orientar o processo de seleção, dentro do contexto estabelecido pelo experimento;

5. Vale ressaltar que a Ferramenta API_PC não é excludente. Ou seja, seu uso não inviabiliza as demais ferramentas existentes. Pelo contrário, em determinados projetos, a ferramenta proposta pode ser utilizada como um *check list* voltado à inovação.

Por meio das contribuições apresentadas acima, torna-se possível afirmar que o presente trabalho veio a contribuir para ampliação dos conhecimentos relacionados à inovação, bem como à inserção desta na etapa do projeto conceitual, permitindo que a equipe de projeto avalie o potencial que as alternativas geradas têm de se converter em produto original e de valor agregado.

7.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Foi identificada a possibilidade de as matrizes propostas neste estudo serem aplicadas em um sistema computacional o qual permita a utilização da ferramenta proposta como um *software* ou aplicativo para pontuação e seleção de alternativas no projeto conceitual.

Recomenda-se a aplicação da ferramenta em uma situação na qual a equipe que está realizando a avaliação seja a mesma que desenvolveu as alternativas. Deste modo, evita-se que as informações relacionadas ao projeto do produto em questão gerem dúvidas à equipe, como o ocorrido e relatado por alguns grupos que participaram do experimento.

A Ferramenta API_PC pode ser aplicada a outros experimentos, buscando analisar os resultados obtidos por meio de comparações, com profissionais de formações diversas, como: i) grupos de *designers*; ii) grupos de engenheiros; e iii) grupos de tecnólogos. De forma análoga, podem ser formados grupos de estudantes com formação acadêmica distinta.

Ainda, é possível prever a divisão dos grupos conforme a experiência profissional (e.g. estudantes, profissionais atuantes no mercado e docentes). Em todos os casos enumerados, as comparações seguem os pressupostos identificados neste estudo: utilização, compreensão e seleção. Do mesmo modo, o objetivo continua a ser identificar o potencial de inovação em alternativas conceituais.

O procedimento adotado para o desenvolvimento da análise reversa pode ser reproduzido para outros produtos, podendo inclusive, ser direcionado a um setor

específico da indústria. Neste caso, é possível estruturar uma ferramenta voltada a um segmento em particular.

Para este estudo foram considerados os pesos obtidos por meio do instrumento de coleta de dados com os participantes que se dispuseram em preencher as tabelas de avaliação por comparação aos pares dos critérios e subcritérios.

Em determinados projetos, é possível prever uma nova pontuação, a partir do preenchimento das tabelas de avaliação por comparação aos pares. Estas tabelas são planilhas em Excel[®] vinculadas à outra planilha Excel[®], a qual contém o layout da Ferramenta API_PC.

Na medida em que são preenchidas as células das planilhas de avaliação por comparação aos pares, os pesos equivalentes são calculados na planilha da Ferramenta API_PC. Isto possibilita que a própria equipe de projeto preencha os dados de avaliação por comparação aos pares, configurando os pesos para os critérios conforme a orientação do projeto em questão.

Todos os valores calculados permanecem em células ocultas. A equipe de projeto tem acesso apenas ao resultado final.

Neste caso, a ferramenta proposta pode ser direcionada para segmentos da indústria como automobilística, embalagens, eletroeletrônicos, móveis, eletrodomésticos.

A Ferramenta API_PC não apresenta resultados absolutos. Novas análises reversas podem remeter à identificação de novos critérios. Novas valorações podem ser atribuídas aos critérios e subcritérios. Mas, a adoção de um mecanismo que permite avaliar e selecionar alternativas conceituais, potencialmente inovadoras, conduz o processo de seleção de alternativas e permite que a equipe de projeto enderece questões pertinentes ao âmbito da inovação nas fases iniciais do processo de desenvolvimento de produto.

PRODUÇÃO INTELECTUAL DURANTE O PERÍODO DE DOUTORADO

PADILHA, Juliane de Bassi; CZIULIK, Carlos; BELTRÃO, Paulo André de Camargo. Vectors of innovation definition for application during conceptual design stage of product development process. **Journal of Technology Management & Innovation**. V. 12, n. 1, p. 49-60, 2017.

PADILHA, Juliane de Bassi; CZIULIK, Carlos; BELTRÃO, Paulo André de Camargo. Innovation potential assessment of conceptual design alternatives during PDP. **Product: Management & Development**. V. 05, n. 1, p. 20-30, 2017

PADILHA, Juliane de Bassi; CZIULIK, Carlos; BELTRÃO, Paulo André de Camargo. Proposta de expansão da ferramenta API_PC (Avaliação do Potencial de Inovação no Projeto Conceitual): uma abordagem fundamentada em critérios orientados à inovação. Artigo aceito para apresentação em pôster no **11º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto**, realizado dias 04 e 05 de setembro de 2017, na Escola Politécnica da USP, São Paulo.

REFERÊNCIAS

BACK, Nelson; OGLIARI, André; DIAS, Acires; SILVA, Jonny Carlos da. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Manole, 2008.

BAGNO, Raoni Barros; LEIVA, Thaisa Lopes; OLIVEIRA, Luiz Gustavo Henrique de. Innovation management: lessons learned from innovation diagnostic tools. **Product: Management & Development**. V. 14, n. 1, p. 12-21, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/pmd.2016.005>> Acesso em 25 nov. 2016

BAUTISTA, Rocío Poveda; MELÓN, Mónica García; BELTRÁN, Pablo Aragonés; PASTOR-FERRANDO, Juan-Pascual. Guidelines for a decision support method adapted to NDP processes. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN,16, 2007, Paris. **Anais...Paris**. Disponível em <https://www.designsociety.org/publication/25324/guidelines_for_a_decision_support_method_adapted_to_npd_processes>. Acesso em 22 ago. 2015.

BIAGIO, Fernanda de. Só não é à prova de sucesso. **Plásticos em Revista**, São Paulo, n. 575, p. 56, out. 2011. Disponível em: <http://www.exportplastic.com/2009/downloads/clippings/2011/novembro/CleverPack_PlasticosEmRevista_575.pdf> Acesso em 25 mar. 2015

CAETANO, Mauro; KURUMOTO, Juliana Sayuri; AMARAL, Daniel Capaldo. Estratégia de integração entre tecnologia e produto: identificação de atividades críticas no processo de inovação. **Revista de Administração e Inovação**. V. 9, n. 2, p. 124-148, 2012. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5773/rai.v9i2.745>> Acesso em 21 nov. 2015.

CANTAMESSA, Marco; MONTAGNA, Francesca; CASCINI, Gaetano. Design for innovation – A methodology to engineer the innovation diffusion into the development process. **Computers in Industry**. V. 75, p. 46-57, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2015.10.013>> Acesso em 17 dezembro 2016.

CARPES Jr, Widomar P. **Introdução ao projeto de produtos**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

CARVALHO, Hélio Gomes de; REIS, Dálcio Roberto dos; CAVALCANTE, Márcia Beatriz. **Gestão da inovação**. Curitiba: Aymar, 2011.

CENTRO DE DESIGN PARANÁ. **Catálogo bienal brasileira de design 2010**. Curitiba, 2010. 384p.

CLEVER PACK. **Clever Caps: sustentabilidade posta em prática**. Disponível em: <<http://www.cleverpack.com.br/clever-caps/>> Acesso em 20 mar. 2015

CORAL, Elisa; OGLIARI, André; ABREU, Aline França de (Org.). **Gestão integrada da inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Atlas, 2008.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

CUNHA, Vitor P.; OLIVEIRA, Maicon G. de; ROZENFELD, Henrique. Planejamento da inovação: análise e identificação das suas principais fases. **Revista Produção Online**. V.13, n. 2, p. 737-758, 2013. Disponível em <<http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/1335>> Acesso em 05 dez. 2014.

DAVILA, Tony; EPSTEIN, Marc J.; SHELTON, Robert. **As regras da inovação: como gerenciar, como medir e como lucrar**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

DONG, Andy; LOVALLO, Dan; MOUNARATH, Ronny. The effect of abductive reasoning on concept selection decisions. **Design Studies**. V. 37, p. 37-58, 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2014.12.004>> Acesso em 05 jan. 2016.

FAYET, Eduardo Alves (Org.). **Gerenciar a inovação: um desafio para as empresas**. Curitiba: IEL-PR, 2010.

FERNANDES, Bruno Henrique Rocha; ROCHA, Angela da; SEIFERT, Rene Jr. Conquistando o mundo com o Trikke. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 31, 2007, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2007. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/EPQ-A2176.pdf>> Acesso em 19 mar. 2015

FREDERIKSEN, Marianne Harbo; KNUDSEN, Mette Praest. From creative ideas to innovation performance: the role of assessment criteria. **Creativity and Innovation Management**. V. 26, n. 1, p. 60-74, 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/caim.12204/full>> Acesso em 15 abril 2017

IBGE. **Pesquisa de Inovação: 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/pintec2011%20publicacao%20completa.pdf>> Acesso em 16 dez. 2014.

JUSTEL, Daniel Lozano; BARREÑA, E. Arriaga; NADAL, R. Vidal; JAUREGI, E. Val. Diseño de un metodo para la evaluacion del potencial innovador de un diseño conceptual. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE PROYECTOS, 10, 2006, Valência. **Anais...** Valência: AEIPRO, 2006. Disponível em: <http://www.aepro.com/files/congresos/2006valencia/ciip06_0929_0940.1108.pdf>. Acesso em 15 set. 2015

JUSTEL, Daniel Lozano; VIDAL, Rosario; ARRIAGA, Eñaut; FRANCO, Vicente; VAL-JAUREGI, Ester. Evaluation method for selecting innovative product concepts with

greater potential marketing success. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 16, 2007a, Paris. **Anais...** Paris. Disponível em: <https://www.designsociety.org/publication/25508/evaluation_method_for_selecting_innovative_product_concepts_with_greater_potential_marketing_success>. Acesso em 18 set 2015

JUSTEL, Daniel Lozano; BARTOLOMÉ, E. Pérez; NADAL, R. Vidal; FERNÁNDEZ, A. Gallo; JAUREGI, E. Val. Estudio de métodos de selección de conceptos. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE PROYECTOS, 16, 2007b. Lugo. **Anais...** Lugo: AEIPRO, 2007b. Disponível em <<http://www.aepro.com/index.php/es/repository/func-startdown/404/>>. Acesso em 22 set. 2015.

KAMIO, Guilherme. Cresce a redução. **Revista Embalagem Marca: design, materiais, produção, logística e estratégias para vender**, São Paulo: Bloco de Comunicação, ano XIII, n. 140, abr. 2011. Disponível em: <<http://issuu.com/embalagemmarca/docs/em140>> Acesso em 25 mar. 2015

KIROVA, Milena. Methods for evaluation of the innovation potential. **Journal of Entrepreneurship and Innovation**. V. 1, p. 30-40, 2009. Disponível em: <<http://jei.uni-ruse.bg/Issue-9-2009/3.pdf>> Acesso em 02 dez. 2015.

KO, Yao-Tsung. Modeling a hybrid-compact design matrix for new product innovation. **Computers & Industrial Engineering**. V. 94, p. 1-15, 2016. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2016.04.016>> Acesso em 21 jan. 2017.

KO, Yao-Tsung; YANG, Chih-Chieh; KUO, Ping-Hong. A problem-oriented design method for product innovation. **Concurrent Engineering: Research and Applications**. V. 19, n. 4, p. 335-344, 2011. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1177/1063293X11425091>> Acesso em 17 dez 2015.

KO, Yao-Tsung; KUO, Ping-Hong. Modeling concurrent design method for product variety. **Concurrent Engineering: Research and Applications**. V. 18, n. 3, p. 207-217, 2010.

KUBOTA, Flávio Issao; FERENHOF, Helio Aisenberg; FERREIRA, Marcelo Gitirana Gomes; FORCELLINI, Fernando Antônio; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Desenvolvimento de plataforma de produto e modularidade: uma análise bibliométrica. **Teoria e Prática em Administração**. V. 3, n. 2, p. 44-69, 2013.

KUDROWITZ, B. M.; WALLACE, D. Assessing the quality of ideas from prolific, early-stage product ideation. **Journal of Engineering Design**, V. 24, p. 120-139, 2013. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1080/09544828.2012.676633>> Acesso em 18 jan 2016.

LI, Wenqiang; LI Yan; WANG Jian; LIU, Xiaoying. The process model to aid innovation of products conceptual design. **Expert Systems with Applications**. V. 37, n. 5, p. 3574-3587, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417409009002>> Acesso em 22 fev. 2015.

LÖBACH, Bernd. **Design industrial**: bases para configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2001.

MA, Hongzhan; CHU, Xuening; XUE, Deyi; CHEN, Dongping. Systematic decision making approach for product conceptual design based on fuzzy morphological matrix. **Expert Systems with Applications**. V. 81, p. 444-456, 2017. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2017.03.074>> Acesso em 10 abril 2017.

MARINHO, Edicleide da Silva ; GONZÁLEZ Mario Orestes Aguirre; GALVÃO, Marcela Squires; ARAÚJO, Ana Cláudia Costa de; ROSA, Marcela Silva Cavalcanti; PEREIRA, José Raeudo. Relationship between creativity and product innovation: a literature review. **Product: Management & Development**. V. 14, n. 1, p. 32-37, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/pmd.2016.007>> Acesso em 15 nov. 2016.

MEIRELES, Manuel; SANCHES Cida; SORDI, José Osvaldo de; RIGONI, Jociane. Proposta de Método Para Quantificar Grau de Aderência Plena a um Tipo Sub-ideal. In: ENCONTRO DE ENSINO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE, 2, 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ANPAD, 2009. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnEPQ/enepq_2009/ENEPQ149.pdf>. Acesso em 20 out 2016.

NANTES, José Flávio Diniz; ABREU, Andréia de; LUCENTE, Adriano dos Reis. The role of technological innovation in the development of new products: a study in the food industries. **Product: Management & Development**. V. 4, n. 1, p. 45-52, 2006. Disponível em: <http://pmd.hostcentral.com.br/revistas/vol_04/nr_1/v4n1a41090.pdf> Acesso em 17 out. 2016.

NIKANDER, Jan B.; LIIKKANEN, Lassi A.; LAAKSO, Miko. Naturally emerging decision criteria in product concept evaluation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 19, 2013, Seul. **Anais...** Seul, 2013. Disponível em <https://www.designsociety.org/publication/34590/naturally_emerging_decision_criteria_in_product_concept_evaluation>. Acesso em 17 out. 2016.

NIKANDER, Jan B.; LIIKKANEN, Lassi A.; LAAKSO, Miko. The preference effect in design concept evaluation. **Design Studies**. V. 35, p. 473-499, 2014. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2014.02.006>> Acesso em 15 março 2015.

OCDE; FINEP. **Manual de Oslo**: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed., 2005. Disponível em: <<http://download.finep.gov.br/imprensa/oslo2.pdf>> Acesso em 18 dez. 2014

PADILHA, Juliane de Bassi. **Ferramenta para avaliação de alternativas na etapa conceitual de desenvolvimento de produto**: uma abordagem baseada em critérios de inovação. 2008. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

PAHL, Gerhard; BEITZ, Wolfgang; FELDHUSEN, Jörg; GROTE, Karl-Heinrich. **Projeto na engenharia**: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações. São Paulo: E. Blücher, 2005.

REIS, Dálcio Roberto dos. **Gestão da inovação tecnológica**. Barueri: Manole, 2004.

REJEB, Helmi Bem; MOREL-GUIMARÃES, Laure ; BOLY Vincent; ASSIÉLOU, N'Doli Guillaume. Measuring innovation best practices: improvement of an innovation index integrating threshold and synergy effects. **Technovation**. V. 28, n. 12, p. 838–854, 2008. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497208001090>> Acesso em 15 jan. 2015

ROZENFELD, Henrique; FORCELLINI, Fernando Antônio; AMARAL, Daniel Capaldo; TOLEDO, José Carlos de; SILVA, Sérgio Luis da; ALLIPRANDINI, Dario Henrique; SCALICE, Régis Kovacs . **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

SABADKA, Dusan. Innovation potential metrics. **International Journal of Engineering**. V. 10, n. 3, p. 449-455, 2012. Disponível em <<http://annals.fih.upt.ro/pdf-full/2012/ANNALS-2012-3-79.pdf>>. Acesso em 24 jul. 2016.

SALGADO, Eduardo Gomes; SALOMON, Valério A. P.; MELLO, Carlos Henrique Pereira; FASS, Flávia Duque Marassi; XAVIER, Amanda Fernandes. Modelos de referência para desenvolvimento de produtos: classificação, análise e sugestões para pesquisas futuras. **Revista Produção Online**. V.10, n. 4, p. 886-911, 2010. Disponível em <http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/520>> Acesso em 15 jan. 2015.

SARKAR, Prabir; CHAKRABARTI, Amaresh. Assessing design creativity. **Design Studies**. V. 32, n 4, p. 348-383, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X11000111>> Acesso em 05 abril 2014.

SCHERER, Felipe Ost; CARLOMAGNO, Maximiliano Selistre. **Gestão da inovação na prática**: como aplicar conceitos e ferramentas para alavancar a inovação. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SHAH, J.J.; VARGAS-HERNANDEZ, N. Metrics for measuring ideation effectiveness. **Design Studies**, V. 24, p. 111–134, 2003. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0142-694X\(02\)00034-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0142-694X(02)00034-0)> Acesso em 15 dez 2014.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005.

SRINIVASAN, V.; CHAKRABARTI, Amaresh. SAPPHIRE – An approach to analysis and synthesis. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 17, 2009, Stanford. **Anais...** Stanford, 2009. Disponível em: <https://www.designsociety.org/publication/28604/sapphire_%E2%80%93_an_approach_to_analysis_and_synthesis>. Acesso em 10 mar. 2015

STARKEY, Elizabeth; TOH, Christine A.; MILLER, Scarlett R.. Abandoning creativity: the evolution of creative ideas in engineering design course projects. **Design Studies**. V. 47, p. 47-72, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2016.08.003>> Acesso em 10 dez. 2016

STEVANOVIĆ Milan; MARJANOVIĆ, Dorian; STORGA, Mario. Decision support system for idea selection. In: INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE, 12, 2012, Dubrovnik. **Anais...** Dubrovnik, 2012. Disponível em: <https://www.designsociety.org/publication/32163/decision_support_system_for_idea_selection>. Acesso em 22 out. 2015.

STEVANOVIĆ Milan; MARJANOVIĆ, Dorian; STORGA, Mario. Idea management in product innovation: the empirical research results. **Tehnički Vjesnik**. V. 23, n. 5, p. 1285-1294, 2016a. Disponível em: < <http://10.17559/TV-20150603223629>> Acesso em 25 novembro 2016.

STEVANOVIĆ Milan; MARJANOVIĆ, Dorian, STORGA, Mario. Idea assessment and selection in product innovation – the empirical research results. **Tehnički Vjesnik**. V. 23, n. 6, p. 1707-1716, 2016b. Disponível em: < <http://10.17559/TV-20151103120545>> Acesso em 09 dezembro 2016.

TAKAHASHI, Sérgio; TAKAHASHI, Vania Passarini. **Gestão da inovação de produtos: estratégia, processo, organização e conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

TECDESIGN. **Como fazemos design**. Disponível em: <<http://tecdesign.com.br>> Acesso em 15 set. 2016

TONDOLO, Rosana da Rosa Portella; COSTA, Carlos Alberto; TONDOLO, Vilmar Antonio Gonçalves. A interação da estratégia competitiva e custos no processo de desenvolvimento de produto. **Revista Espacios**. V. 33, n. 3, 2012. Disponível em <<http://www.revistaespacios.com/a12v33n03/12330371.html#aspecto>> Acesso em 15 jan. 2015

TOH, Christine A.; MILLER Scarlett R. How engineering teams select design concepts: A view through the lens of creativity. **Design Studies**. V. 38, p. 111-138, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X11000123>> Acesso em 04 março 2016.

TRIKKE. **Produtos**. Disponível em: <http://trikke.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=74> Acesso em 20 mar. 2015

UKKO, Juhani; SAUNILA Minna. The role of reflection in facilitating and assessing innovativeness. **Journal of Technology Management & Innovation**. V. 8, n 4, p. 170-176, 2013. Disponível em: <<http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/1396>> Acesso em 14 junho 2016.

ULRICH, Karl T.; EPPINGER, Steven D. **Product design and development**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

VICKERY, Shawnee K.; KOUFTEROS, Xenophon; DRÖGE, Cornelia; CALANTONE, Roger. Product modularity, process modularity, and new product introduction performance: does complexity matter? **Production and Operations Management**. V. 25, n. 4, p. 751-770, 2016. Disponível em: <<http://10.1111/poms.12495>> Acesso em: 30 nov. 2016.

WAP revoluciona mercado de higienização com nova lavadora à base de Ozônio. **Revista geração sustentável**, Curitiba, 29 nov. 2009. Disponível em <<http://revistageracaosustentavel.blogspot.com.br/2009/11/wap-revoluciona-mercado-de-higienizacao.html>> Acesso em 25 mar. 2015

XIE, Xuemei et al. How does knowledge inertia affect firms product innovation? **Journal of Business Research**. V. 69, n 5, p. 1615-1620, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296315004506>> Acesso em 30 maio 2016.

YILMAZ, Seda; SEIFERT, Colleen. Creativity through design heuristics: A case study of expert product design. **Design Studies**. V. 32, n 4, p. 384-415, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X11000123>> Acesso em 14 abril 2014.

YILMAZ, Seda; SEIFERT, Colleen; DALY, Shanna R.; GONZALEZ, Richard. Design heuristics in innovative products. **Journal of Mechanical Design**. V. 138, p. 19-31, 2016. Disponível em: <<http://10.1115/1.4032219>> Acesso em 16 dez. 2016.

ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, Jon Mikel. New product development in traditional industries: decision-making revised. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 7, n 1, p. 31-5, 2012. Disponível em: < <http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/art234/671>> Acesso em 20 junho 2016.

ZAWISLAK, Paulo Antônio; BORGES, Mauro; WEGNER, Douglas; SANTOS, André; CASTRO-LUCAS, Cristina. Towards the innovation function. **Journal of Technology Management & Innovation**. V. 3, n 4, p. 17-30, 2008. Disponível em: < <http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/art94> > Acesso em 25 junho 2016.

APÊNDICE A

SLIDES UTILIZADOS PARA AS ENTREVISTAS

Este Apêndice contém os slides utilizados no instrumento de coleta de dados, conforme descrito na seção 5.4 da presente tese.

APÊNDICE B

QUADROS PARA AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS

Este Apêndice contém os quadros com as avaliações por comparação aos pares, utilizados no instrumento de coleta de dados, conforme descrito na seção 5.5.1 da presente tese.

Nome completo:		
Formação:		
Tempo de experiência profissional:		
Tempo de experiência na empresa:		
Empresa:		
CRITÉRIOS GERAIS		
Acondicionamento	Ergonomia	ACONDICIONAMENTO <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atributo que se refere ao modo de transportar/acondicionar a solução</i>
Acondicionamento	Forma	
Acondicionamento	Função	
Acondicionamento	Mantenabilidade	
Acondicionamento	Manufatura	ERGONOMIA <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atributo que se refere à interação entre a solução e o usuário</i>
Acondicionamento	Materiais	
Acondicionamento	Sustentabilidade	
Acondicionamento	Tecnologia	
Ergonomia	Forma	FORMA <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atributo que se refere à estética da solução</i>
Ergonomia	Função	
Ergonomia	Mantenabilidade	
Ergonomia	Manufatura	
Ergonomia	Materiais	FUNÇÃO <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atributo que se refere ao uso da solução</i>
Ergonomia	Sustentabilidade	
Ergonomia	Tecnologia	
Forma	Função	
Forma	Mantenabilidade	MANTENABILIDADE <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atributo que se refere à facilidade de manutenção da solução</i>
Forma	Manufatura	
Forma	Materiais	
Forma	Sustentabilidade	
Forma	Tecnologia	MANUFATURA <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atributo que se refere à produção da solução</i>
Função	Mantenabilidade	
Função	Manufatura	
Função	Materiais	
Função	Sustentabilidade	MATERIAIS <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atributo que se refere à seleção/previsão de materiais para a solução</i>
Função	Tecnologia	
Mantenabilidade	Manufatura	
Mantenabilidade	Materiais	
Mantenabilidade	Sustentabilidade	SUSTENTABILIDADE <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atributo que se refere ao uso racional de recursos/processos para a solução</i>
Mantenabilidade	Tecnologia	
Manufatura	Materiais	
Manufatura	Sustentabilidade	
Manufatura	Tecnologia	TECNOLOGIA <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atributo que se refere ao uso de tecnologias na solução</i>
Materiais	Sustentabilidade	
Materiais	Tecnologia	
Sustentabilidade	Tecnologia	

Figura 46 - Ilustração do quadro referente aos critérios gerais

ACONDICIONAMENTO - subcritérios		
A solução apresenta um novo modo de condicionar o produto em relação aos similares		A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos produtos similares
A solução apresenta um novo modo de condicionar o produto em relação aos similares		A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos produtos similares
A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos produtos similares		A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos produtos similares
ERGONOMIA - subcritérios		
A solução possui uma nova concepção ergonômica (pega, um novo modo de interagir com o produto)		A solução poderá ser adaptada para usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação em versões futuras
A solução possui uma nova concepção ergonômica (pega, um novo modo de interagir com o produto)		A solução possui algum tipo de regulagem que permite adaptações a usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação na mesma solução
A solução possui uma nova concepção ergonômica (pega, um novo modo de interagir com o produto)		A solução prevê facilidade na montagem/ desmontagem pelo usuário
A solução poderá ser adaptada para usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação em versões futuras		A solução possui algum tipo de regulagem que permite adaptações a usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação na mesma solução
A solução poderá ser adaptada para usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação em versões futuras		A solução prevê facilidade na montagem/ desmontagem pelo usuário
A solução possui algum tipo de regulagem que permite adaptações a usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação na mesma solução		A solução prevê facilidade na montagem/ desmontagem pelo usuário
FORMA - subcritérios		
A solução, esteticamente, se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes		A solução possui alguma característica que a torne particular (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros)
A solução, esteticamente, se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes		A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas)
A solução, esteticamente, se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes		A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto
A solução, esteticamente, se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes		A solução permite diferentes arranjos a partir da repetição e/ou inversão de um mesmo elemento formal
A solução, esteticamente, se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes		A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores
A solução possui alguma característica que a torne particular (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros)		A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas)
A solução possui alguma característica que a torne particular (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros)		A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto
A solução possui alguma característica que a torne particular (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros)		A solução permite diferentes arranjos a partir da repetição e/ou inversão de um mesmo elemento formal
A solução possui alguma característica que a torne particular (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros)		A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores
A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas)		A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto
A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas)		A solução permite diferentes arranjos a partir da repetição e/ou inversão de um mesmo elemento formal
A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas)		A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores
A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto		A solução permite diferentes arranjos a partir da repetição e/ou inversão de um mesmo elemento formal
A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto		A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores
A solução permite diferentes arranjos a partir da repetição e/ou inversão de um mesmo elemento formal		A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores

Figura 47 - Ilustração do quadro referente aos subcritérios (acionamento, ergonomia e forma)

FUNÇÃO - subcritérios		
A solução implementa alguma função completamente nova		A solução implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares
A solução implementa alguma função completamente nova		A solução implementa a mesma função que os produtos similares , mas de um modo significativamente diferente
A solução implementa alguma função completamente nova		A solução prevê a atribuição de mais de uma função na mesma concepção
A solução implementa alguma função completamente nova		A solução prevê um novo arranjo dos elementos funcionais de modo a estabelecer novas formas de uso
A solução implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares		A solução implementa a mesma função que os produtos similares , mas de um modo significativamente diferente
A solução implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares		A solução prevê a atribuição de mais de uma função na mesma concepção
A solução implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares		A solução prevê um novo arranjo dos elementos funcionais de modo a estabelecer novas formas de uso
A solução implementa a mesma função que os produtos similares , mas de um modo significativamente diferente		A solução prevê a atribuição de mais de uma função na mesma concepção
A solução implementa a mesma função que os produtos similares , mas de um modo significativamente diferente		A solução prevê um novo arranjo dos elementos funcionais de modo a estabelecer novas formas de uso
A solução prevê a atribuição de mais de uma função na mesma concepção		A solução prevê um novo arranjo dos elementos funcionais de modo a estabelecer novas formas de uso
MANTENABILIDADE - subcritérios		
A solução prevê elementos que facilitam a manutenção executada pelo usuário		A solução prevê elementos que facilitam a manutenção a ser realizada por uma equipe técnica
MANUFATURA - subcritérios		
A solução visa simplificar ou melhorar significativamente o processo de manufatura do futuro produto.		A solução prevê redução no número de componentes/partes do produto sem haver prejuízo no mesmo
A solução visa simplificar ou melhorar significativamente o processo de manufatura do futuro produto.		A solução prevê uma melhora significativa no processo de montagem na produção
A solução prevê redução no número de componentes/partes do produto sem haver prejuízo no mesmo		A solução prevê uma melhora significativa no processo de montagem na produção
MATERIAIS - subcritérios		
A solução prevê o emprego de um material conhecido , mas jamais utilizado para o fim proposto		A solução prevê o emprego de um material novo , jamais utilizado antes
SUSTENTABILIDADE - subcritérios		
A solução apresenta alguma possibilidade de reciclagem		A solução utiliza algum material/processo limpo
A solução apresenta alguma possibilidade de reciclagem		A solução prevê como será feito o descarte do produto
A solução utiliza algum material/processo limpo		A solução prevê como será feito o descarte do produto
TECNOLOGIA - subcritérios		
A solução possui algum atributo tecnológico que a diferencia significativamente dos produtos similares		A solução utiliza uma tecnologia já conhecida , mas jamais utilizada para este fim
A solução possui algum atributo tecnológico que a diferencia significativamente dos produtos similares		A solução utiliza uma tecnologia completamente nova
A solução utiliza uma tecnologia já conhecida , mas jamais utilizada para este fim		A solução utiliza uma tecnologia completamente nova

Figura 48 - Ilustração do quadro referente aos subcritérios (função, manutenibilidade, manufatura, material, sustentabilidade e tecnologia)

APÊNDICE C

MATRIZES DE AVALIAÇÃO AOS PARES – CRITÉRIOS GERAIS E SUBCRITÉRIOS

Este Apêndice contém as matrizes de avaliação por comparação aos pares dos critérios e subcritérios, conforme descrito na seção 5.5.1 da presente tese.

Tabela 18 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – critérios gerais

CRITÉRIOS	Acondicionamento	Ergonomia	Forma	Função	Mantenabilidade	Manufatura	Materiais	Sustentabilidade	Tecnologia	Soma das linhas	Peso relativo
Acondicionamento										0	#DIV/0!
Ergonomia										0	#DIV/0!
Forma										0	#DIV/0!
Função										0	#DIV/0!
Mantenabilidade										0	#DIV/0!
Manufatura										0	#DIV/0!
Materiais										0	#DIV/0!
Sustentabilidade										0	#DIV/0!
Tecnologia										0	#DIV/0!
Total										0	

Tabela 19 - Matriz de avaliação por comparação aos pares - acondicionamento

ACONDICIONAMENTO - subcritérios	A solução apresenta um novo modo de acondicionar o produto em relação aos similares.	A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos similares.	A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos similares.	Soma das linhas	Peso relativo
A solução apresenta um novo modo de acondicionar o produto em relação aos similares.				0	#DIV/0!
A solução apresenta um novo modo de transportar o produto em relação aos similares.				0	#DIV/0!
A solução apresenta um novo modo de distribuir o produto em relação aos similares.				0	#DIV/0!
Total				0	

Tabela 20 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – ergonomia

ERGNOMIA - subcritérios	A solução possui uma nova concepção ergonômica (pega, um novo modo de interagir com o produto)				Soma das linhas	Peso relativo
	A solução pode ser adaptada para usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação em versões futuras					
A solução possui algum tipo de regulagem que permite adaptações a usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação na mesma solução pelo usuário						
A solução possui uma nova concepção ergonômica (pega, um novo modo de interagir com o produto)					0	#DIV/0!
A solução pode ser adaptada para usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação em versões futuras					0	#DIV/0!
A solução possui algum tipo de regulagem que permite adaptações a usuários distintos (diferenças de altura, peso, destro/canhoto). Previsão de adaptação na mesma solução					0	#DIV/0!
A solução prevê facilidade na montagem/ desmontagem pelo usuário					0	#DIV/0!
Total					0	

Tabela 21 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – forma

FORMA - subcritérios	A solução esteticamente se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes.				Soma das linhas	Peso relativo
	A solução possui alguma característica que a torne peculiar (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros).					
A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas).						
A solução esteticamente se diferencia de modo significativo dos demais produtos existentes.					0	#DIV/0!
A solução possui alguma característica que a torne peculiar (ex. uso de elementos culturais, analogia com elementos da natureza, outros).					0	#DIV/0!
A solução possui algum nível de personalização (cores, composições, texturas).					0	#DIV/0!
A solução é modular podendo estar prevista a adição de novos componentes em edições posteriores do produto.					0	#DIV/0!
A solução permite diferentes arranjos a partir da repetição e/ou inversão de um mesmo elemento formal					0	#DIV/0!
A solução prevê a criação de uma família de produtos em edições posteriores					0	#DIV/0!
Total					0	

Tabela 22 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – função

FUNÇÃO - subcritérios	A solução implementa alguma função completamente nova.	A solução implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares.	A solução implementa a mesma função que os produtos similares, mas de um modo significativamente diferente.	A solução prevê a atribuição de mais de uma função na mesma concepção	A solução prevê um novo arranjo dos elementos funcionais de modo a estabelecer novas formas de uso	Soma das linhas	Peso relativo
	A solução implementa alguma função completamente nova.						0
A solução implementa funções adicionais, inexistentes nos produtos similares.						0	#DIV/0!
A solução implementa a mesma função que os produtos similares, mas de um modo significativamente diferente.						0	#DIV/0!
A solução prevê a atribuição de mais de uma função na mesma concepção						0	#DIV/0!
A solução prevê um novo arranjo dos elementos funcionais de modo a estabelecer novas formas de uso						0	#DIV/0!

Tabela 23 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – manutenibilidade

MANTENABILIDADE - subcritérios	A solução prevê elementos que facilitam a manutenção executada pelo usuário	A solução prevê elementos que facilitam a manutenção a ser realizada por uma equipe técnica	Soma das linhas	Peso relativo
	A solução prevê elementos que facilitam a manutenção executada pelo usuário			0
A solução prevê elementos que facilitam a manutenção a ser realizada por uma equipe técnica			0	#DIV/0!
Total			0	

Tabela 24 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – manufatura

MANUFATURA - subcritérios	A solução visa simplificar ou melhorar significativamente o processo de manufatura do futuro produto.	A solução prevê redução no número de componentes/partes do produto sem haver prejuízo no mesmo	A solução prevê uma melhora significativa no processo de montagem na produção	Soma das linhas	Peso relativo
	A solução visa simplificar ou melhorar significativamente o processo de manufatura do futuro produto.				0
A solução prevê redução no número de componentes/partes do produto sem haver prejuízo no mesmo				0	#DIV/0!
A solução prevê uma melhora significativa no processo de montagem na produção				0	#DIV/0!
Total				0	

Tabela 25 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – material

MATERIAIS - subcritérios	A solução prevê o emprego de um material conhecido, mas jamais utilizado para o fim proposto.	A solução prevê o emprego de um material novo, jamais utilizado antes.	Soma das linhas	Peso relativo
	A solução prevê o emprego de um material conhecido, mas jamais utilizado para o fim proposto.			0
A solução prevê o emprego de um material novo, jamais utilizado antes.			0	#DIV/0!
Total			0	

Tabela 26 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – sustentabilidade

SUSTENTABILIDADE - subcritérios	A solução apresenta alguma possibilidade de reciclagem	A solução utiliza algum material/processo limpo	A solução prevê como será feito o descarte do produto	Soma das linhas	Peso relativo
	A solução apresenta alguma possibilidade de reciclagem				0
A solução utiliza algum material/processo limpo				0	#DIV/0!
A solução prevê como será feito o descarte do produto				0	#DIV/0!
Total				0	

Tabela 27 - Matriz de avaliação por comparação aos pares – tecnologia

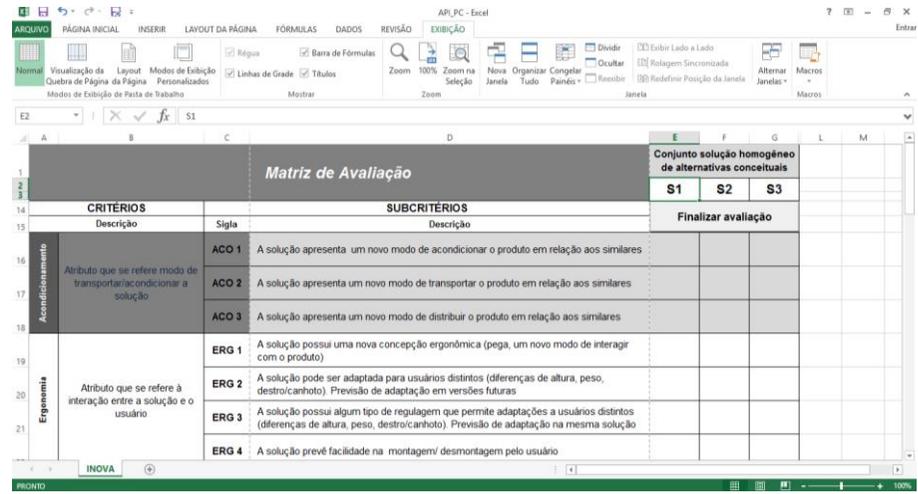
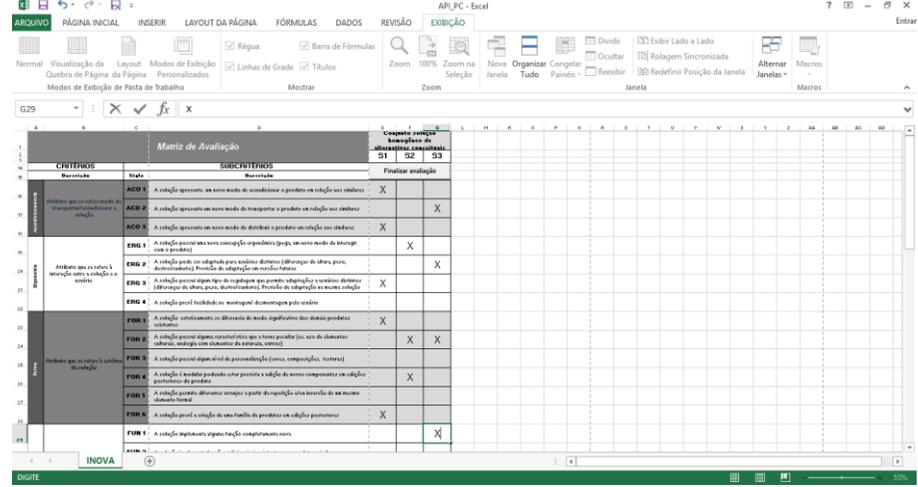
TECNOLOGIA - subcritérios	A solução possui algum atributo tecnológico que a diferencia significativamente dos produtos similares.	A solução utiliza uma tecnologia já conhecida, mas jamais utilizada para este fim	A solução utiliza uma tecnologia completamente nova	Soma das linhas	Peso relativo
	A solução possui algum atributo tecnológico que a diferencia significativamente dos produtos similares.				0
A solução utiliza uma tecnologia já conhecida, mas jamais utilizada para este fim				0	#DIV/0!
A solução utiliza uma tecnologia completamente nova				0	#DIV/0!
Total				0	

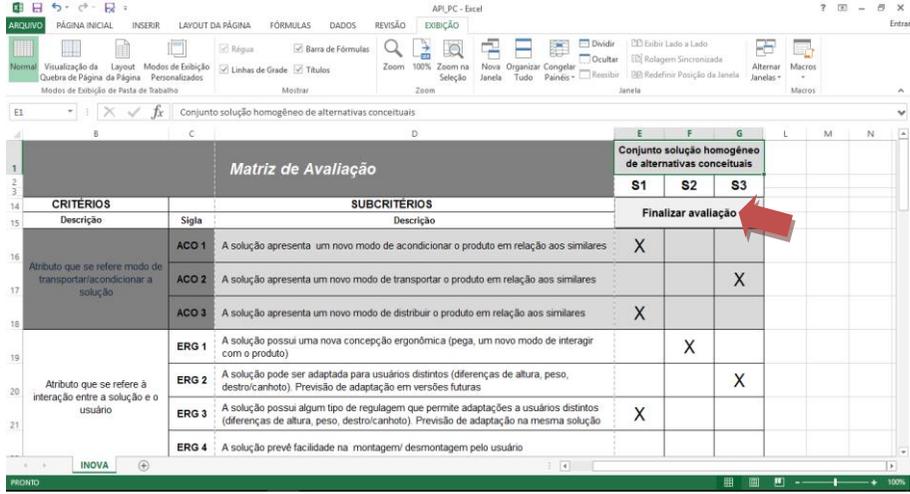
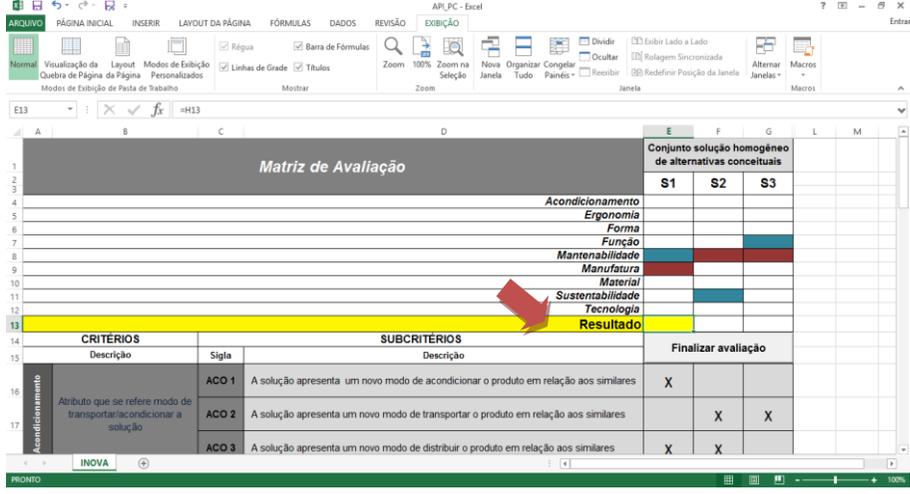
APÊNDICE D

MANUAL DE USO DA FERRAMENTA API_PC

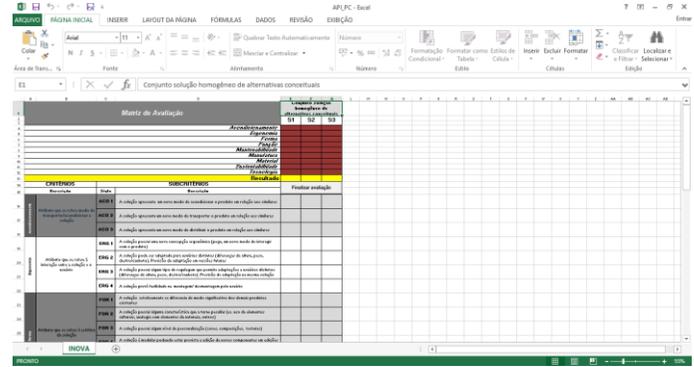
Este Apêndice contém manual de uso da Ferramenta API_PC, conforme descrito na seção 5.6 da presente tese.

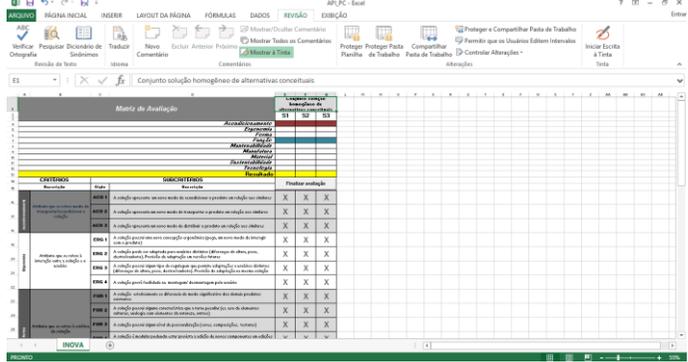
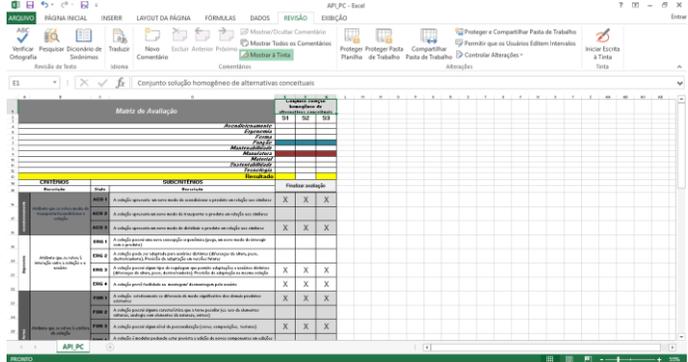
MANUAL DE USO FERRAMENTA API_PC – Avaliação do Potencial de Inovação em Alternativas Conceituais

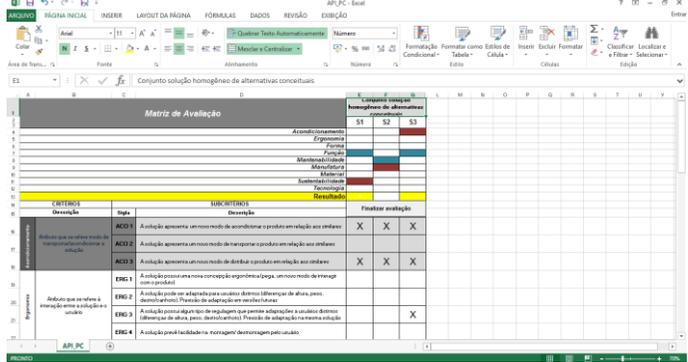
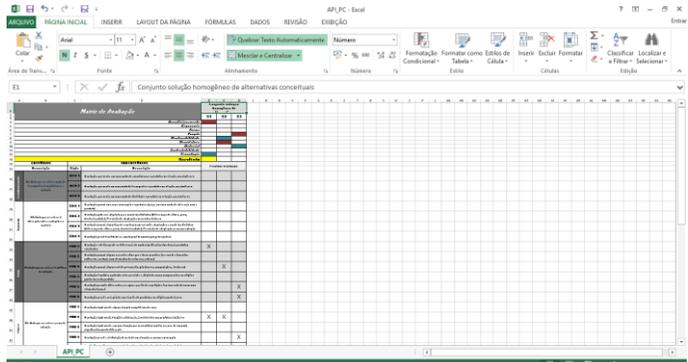
	API_PC	Imagem	Observação
1	<p>A partir de um conjunto solução homogêneo inserir a identificação das soluções na planilha (S1, S2, S3), nas últimas colunas.</p>	 <p>The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'API_PC - Excel'. The main content is a table titled 'Matriz de Avaliação'. The table has columns for 'CRITÉRIOS' (Criteria), 'SUBCRITÉRIOS' (Sub-criteria), and 'Finalizar avaliação' (Finalize evaluation). The 'Finalizar avaliação' section has three columns labeled S1, S2, and S3. The criteria listed are 'Acondicionamento' (ACO 1, ACO 2, ACO 3) and 'Ergonomia' (ERG 1, ERG 2, ERG 3, ERG 4). The sub-criteria are described in the 'Descrição' column.</p>	<p>O conjunto solução deve ser homogêneo em nível de representação. <i>Exemplo: todas as alternativas modeladas em software 3d ou todas as alternativas desenhadas à mão.</i></p>
2	<p>Verificar se a alternativa avaliada contempla (ou não) o critério/subcritério em questão; Caso sim, a célula correspondente é assinalada com um "X"; Caso não, a célula correspondente não é preenchida.</p>	 <p>The screenshot shows the same 'Matriz de Avaliação' spreadsheet, but now with 'X' marks in the evaluation cells. The 'X' marks are present in the cells corresponding to the following criteria and sub-criteria: ACO 1, ACO 2, ACO 3, ERG 1, ERG 2, ERG 3, ERG 4, FOR 1, FOR 2, FOR 3, FOR 4, and FOR 5. The 'Finalizar avaliação' section (S1, S2, S3) is still empty.</p>	<p>A avaliação deve ser conduzida uma solução por vez, buscando preencher a coluna referente à solução, para na sequencia iniciar o preenchimento da próxima coluna referente à outra solução.</p>

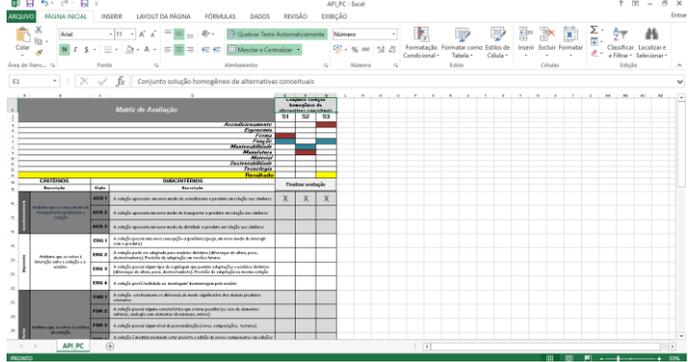
<p>3</p>	<p>Ao finalizar a avaliação de todas as alternativas submetidas à Ferramenta API_PC, acionar o botão “Finalizar avaliação”.</p>		<p>Ao acionar o botão “Finalizar avaliação”, a planilha é travada e protegida, impossibilitando qualquer alteração na avaliação realizada.</p> <p>*Neste momento, são exibidas as linhas 4 a 13 as quais estavam ocultas.</p>
<p>4</p>	<p>A alternativa conceitual de maior potencial inovador é assinalada na linha “Resultado”.</p> <p>Para realizar uma <u>avaliação parcial</u>, as células referentes a cada critério são disponibilizadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • As células em <u>verde</u> correspondem aos <u>critérios</u> que obtiveram a <u>maior pontuação</u> para cada solução avaliada; • As células em <u>vermelho</u> correspondem aos <u>critérios</u> que obtiveram a <u>menor pontuação</u> para cada solução avaliada. 		<p>Caso haja empate na avaliação das soluções, observar recomendações em “Casos Especiais”</p>

Quadro 29 - Manual de uso da Ferramenta API_PC

CASOS ESPECIAIS – FERRAMENTA API_PC			
Ocorrido	Constatação	Recomendação	Exemplo
Nenhuma célula é preenchida	As alternativas existentes no espaço solução em questão não incorporam critérios que as contemplem como inovadoras.	<u>Interromper o processo de seleção</u> de alternativas e retornar à fase de geração das mesmas.	

<p>Todas as células são preenchidas em todas as alternativas</p>	<p>Todas as alternativas do espaço solução apresentam potencial inovador</p>	<p>Submeter as alternativas à outra ferramenta de avaliação de soluções conceituais. Quando estas alternativas forem submetidas à outras ferramentas, o requisito inovação já terá sido examinado.</p>	
<p>Empate entre alternativas com o preenchimento das mesmas células</p>	<p>A ferramenta indicou que existe mais de uma alternativa do espaço solução com potencial inovador.</p>	<p>Submeter as alternativas à outra ferramenta de avaliação de soluções conceituais.</p>	

<p><u>Empate</u> entre alternativas com o preenchimento de <u>diferentes células</u></p>	<p>Observação da pontuação parcial dos critérios.</p>	<p>A alternativa que apresentar maior pontuação no critério de maior peso será a selecionada. Se, ainda assim, houver empate, deve-se observar o segundo critério de maior peso e assim sucessivamente, de modo a obter uma alternativa selecionada.</p>	
<p><u>Não</u> preenchimento das células de um ou mais <u>critérios</u></p>	<p>O critério não apresenta relevância significativa dentro do contexto do projeto em questão, caso ele não esteja devidamente endereçado nas especificações de projeto.</p>	<p>Se o critério não preenchido estiver claramente presente nas especificações de projeto, a equipe deverá rever as alternativas geradas com o intuito de incorporar aspectos deste critério no processo de geração de alternativas. O conjunto solução desconsiderou um aspecto importante das especificações do projeto.</p>	

<p><u>Preenchimento</u> das células de apenas <u>um</u> <u>critério</u></p>	<p>A equipe deverá verificar, nas especificações de projeto, a inexistência de menções aos demais critérios abordados na ferramenta.</p>	<p>Caso positivo é dada sequência ao processo de seleção. Caso negativo, a equipe deverá interromper o processo e rever as alternativas geradas.</p>	
---	--	--	---

Quadro 30 - Manual de uso da Ferramenta API_PC – casos especiais

APÊNDICE E

SLIDES UTILIZADOS PARA O EXPERIMENTO

Este Apêndice contém os slides utilizados no experimento, conforme descrito na seção 6.3 da presente tese.


 UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
 CAMPUS CURITIBA
 DEPARTAMENTO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA E DE MATERIAIS - PPOEM

AValiação de Alternativas Conceituais no Projeto de Produto Baseada em Parâmetros Vinculados à Inovação

Autora: Juliane de Bassi Padilha
 Orientador: Prof. Paulo Cesar Beltrão, Ph.D.

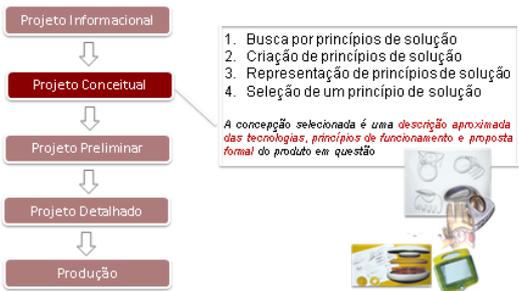
Experimento

1. Contextualização do estudo;
2. Apresentação *case*;
3. Avaliação;
4. Discussão.

Inovação

"Inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas" (OCDE; FINEP, 2005, p. 55).

Projeto Conceitual



1. Busca por princípios de solução
2. Criação de princípios de solução
3. Representação de princípios de solução
4. Seleção de um princípio de solução

Questão Central

É possível identificar potencial de inovação na etapa conceitual de projeto?



Projeto: Equipamento para profilaxia

Produto para profilaxia em consultórios dentários, com opções de ultra som e jato de bicarbonato para a remoção de biofilme mineralizado, biofilme não mineralizado e cálculo dental.

Estão previstas **5 versões para o produto**: i) ultra-som; ii) ultra-som com bomba peristáltica; iii) ultra-som e jato de bicarbonato; iv) ultra-som e jato de bicarbonato com bomba peristáltica e v) jato de bicarbonato com bomba peristáltica e teclado de membrana.

Projeto: Equipamento para profilaxia

O projeto do produto tem as seguintes diretrizes:

1. Ser injetado em ABS com recurso de tampas diferenciadas ou posições no molde para as diferentes configurações;
2. Moldes preferencialmente sem gavetas;
3. A base deve ser compartilhada para todas as 5 versões;
4. Prever uso de filme de policarbonato impresso para cada configuração;

Projeto: Equipamento para profilaxia

5. O desenho de corte do policarbonato e rebaixo na tampa devem ser os mesmos para todas as versões;
6. A superfície das peças plásticas e policarbonato devem ser lisas para facilitar a limpeza;
7. Deve prever hastes de apoio para as peças de mão e bomba peristáltica.

Figura 49 - Imagens dos slides utilizados no experimento (slides de 1 a 8)



Figura 50 - Imagens dos slides utilizados no experimento (slides de 9 a 13)

APÊNDICE F

DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS - EXPERIMENTO

Este Apêndice contém a descrição detalhada das alternativas conceituais submetidas ao experimento, conforme descrito na seção 6.3 da presente tese.



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
E DE MATERIAIS - PPGEM

PROJETO EQUIPAMENTO DE PROFILAXIA

Seleção do conceito com maior potencial inovador

Produto para profilaxia em consultórios dentários, com opções de ultra som e jato de bicarbonato para a remoção de biofilme mineralizado, biofilme não mineralizado e cálculo dental.

Possui 5 versões:

- 1) Profi II US - ultra-som
- 2) Profi II US AS - ultra-som com bomba peristáltica
- 3) Profi II Ceramic - ultra-som e jato de bicarbonato
- 4) Profi II AS Ceramic - ultra-som e jato de bicarbonato com bomba peristáltica
- 5) Profi III Bios - ultra-som e jato de bicarbonato com bomba peristáltica e teclado de membrana

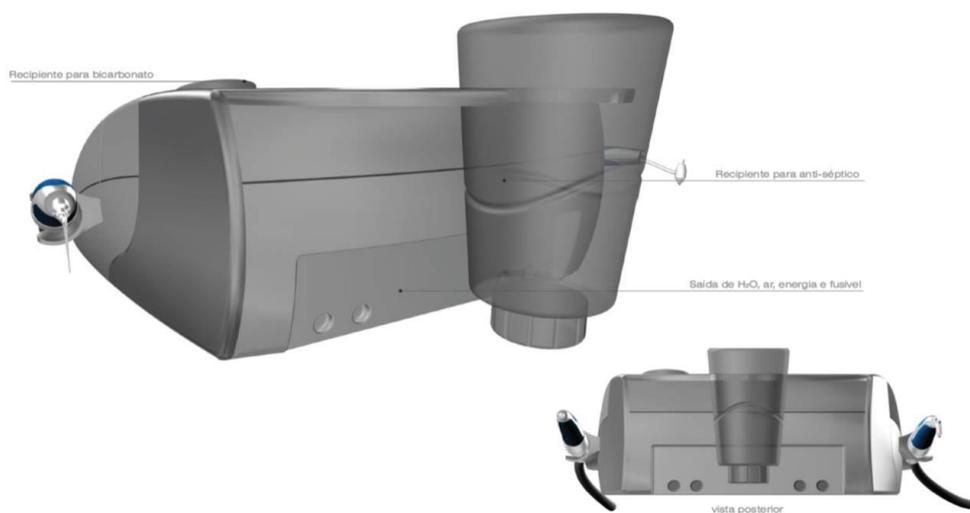
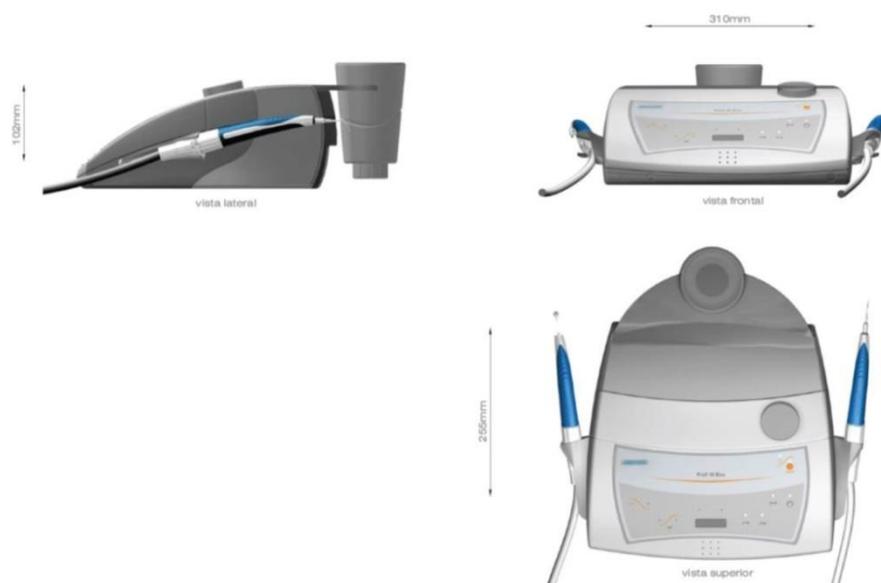
O projeto do produto tem as seguintes diretrizes:

- 1) Ser injetado em Abs com recurso de tampas diferenciadas ou postigos no molde para as diferentes configurações;
- 2) Moldes preferencialmente sem gavetas;
- 3) A base deve ser compartilhada para todas as 5 versões;
- 4) Prever uso de filme de policarbonato impresso para cada configuração;
- 5) O desenho de corte do policarbonato e rebaixo na tampa devem ser os mesmos para todas as versões;
- 6) A superfície das peças plásticas e policarbonato devem ser lisas para facilitar a limpeza;
- 7) Deve prever hastes de apoio para as peças de mão e bomba peristáltica.

SOLUÇÃO 1

- Dimensões aproximadas: 310 x 255 x 102 mm.
- Os acessos de saída de H₂O, ar, energia e fusível estão acoplados na parte posterior e dispostos simetricamente em relação ao recipiente para antisséptico.
- O recipiente para bicarbonato tem capacidade para 25g, o que reduz a possibilidade de entupimento uma vez que a renovação do pó no reservatório é feita com maior frequência. Este reservatório encontra-se na parte anterior à direita do equipamento.
- Na parte posterior central está previsto espaço para acoplar o recipiente antisséptico.
- As hastes de apoio para as peças de mão (jato de bicarbonato e o jato de ultrassom) estão localizadas nas laterais (uma em cada lado) e dispostas quase que horizontalmente (apenas com uma pequena inclinação para frente) no equipamento.
- Display gráfico e membrana posicionados mais horizontalmente.
- Detalhes em cor no corpo do produto e nas peças de mão.
- Linha interna do jato de bicarbonato em aço inox: previne o rompimento da mangueira e vazamento do pó.
- Possui programação do momento certo para troca da bomba.
- Possui programação do jato de bicarbonato e da vazão do líquido irrigante.
- Todas as funções podem ser memorizadas.

SOLUÇÃO 1

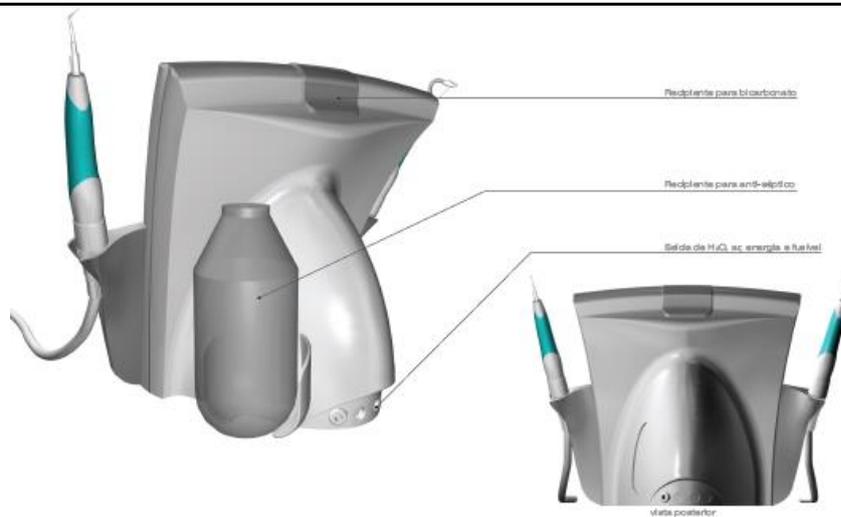
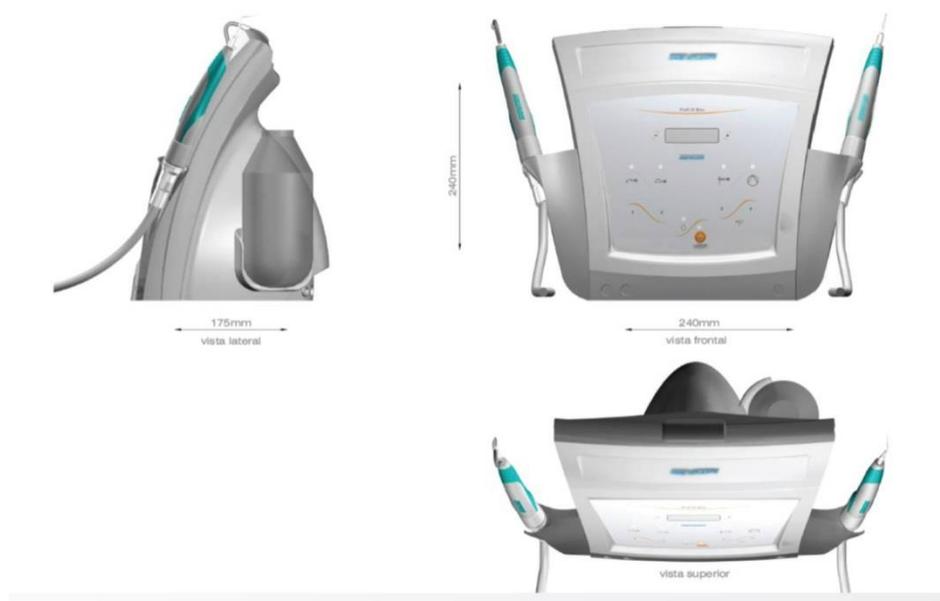


Proposta de aplicação de cores

SOLUÇÃO 2

- Dimensões aproximadas: 240 x 175 x 240 mm
- Os acessos de saída de H₂O, ar, energia e fusível estão acoplados na parte posterior central do equipamento.
- O recipiente para bicarbonato tem capacidade para 25g, o que reduz a possibilidade de entupimento uma vez que a renovação do pó no reservatório é feita com maior frequência. Este reservatório encontra-se centralizado no topo do equipamento.
- Na parte posterior direita está previsto espaço para acoplar o recipiente antisséptico.
- As hastes de apoio para as peças de mão (jato de bicarbonato e o jato de ultrassom) estão localizadas nas laterais (uma em cada lado) e dispostas verticalmente no equipamento.
- Display gráfico e membrana posicionados mais verticalmente.
- Detalhes em cor nas peças de mão.
- Linha interna do jato de bicarbonato em aço inox: previne o rompimento da mangueira e vazamento do pó.
- Possui programação do momento certo para troca da bomba.
- Possui programação do jato de bicarbonato e da vazão do líquido irrigante.
- Todas as funções podem ser memorizadas.

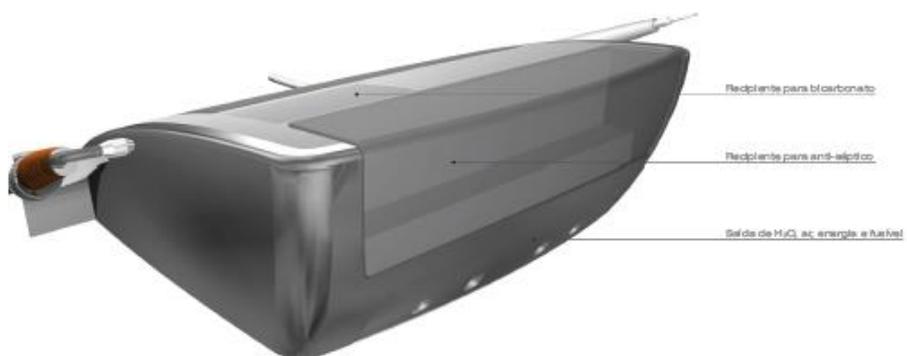
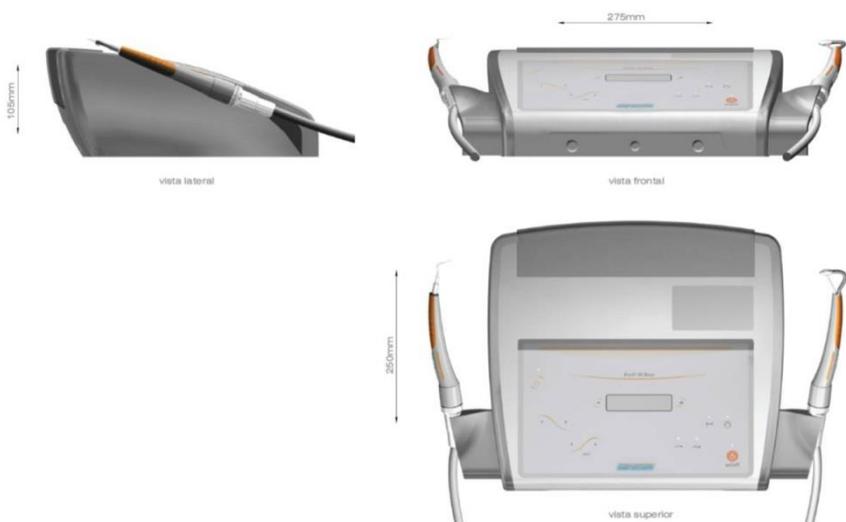
SOLUÇÃO 2



SOLUÇÃO 3

- Dimensões aproximadas: 275 x 250 x 105 mm
- Os acessos de saída de H₂O, ar, energia e fusível estão acoplados na parte posterior e dispostos abaixo do recipiente para antisséptico.
- O recipiente para bicarbonato tem capacidade para 25g, o que reduz a possibilidade de entupimento uma vez que a renovação do pó no reservatório é feita com maior frequência. Este reservatório encontra-se na parte anterior à direita do equipamento.
- O tanque para antisséptico é conectado ao produto (parte posterior central), não necessitando ser retirado.
- As hastes de apoio para as peças de mão (jato de bicarbonato e o jato de ultrassom) estão localizadas nas laterais (uma em cada lado) e dispostas quase que horizontalmente (apenas com uma pequena inclinação para frente) no equipamento.
- Display gráfico e membrana posicionados mais horizontalmente.
- Detalhes em cor nas peças de mão.
- Linha interna do jato de bicarbonato em aço inox: previne o rompimento da mangueira e vazamento do pó.
- Possui programação do momento certo para troca da bomba.
- Possui programação do jato de bicarbonato e da vazão do líquido irrigante.
- Todas as funções podem ser memorizadas.

SOLUÇÃO 3



APÊNDICE G

QUESTIONÁRIOS – GRUPO EXPERIMENTAL E GRUPO DE CONTROLE

Este Apêndice contém os questionários aplicados aos participantes do experimento, conforme descrito na seção 6.5 da presente tese.



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
E DE MATERIAIS - PPGEM

PROJETO EQUIPAMENTO DE PROFILAXIA

Seleção do conceito com maior potencial inovador

Questionário para coleta de dados

Grupo:

Participante:

Formação:

Empresa:

Tempo de experiência profissional:

1. Com relação ao tempo e preenchimento da matriz:

1.1 A matriz é de fácil uso.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

1.2 O tempo gasto para o preenchimento da matriz foi adequado.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

1.3 A matriz dificulta o processo de seleção de alternativas.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

2. Com relação à definição dos critérios/ subcritérios:

2.1 A definição dos conceitos de cada critério foi de fácil assimilação.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
E DE MATERIAIS - PPGEM

PROJETO EQUIPAMENTO DE PROFILAXIA

Seleção do conceito com maior potencial inovador

Questionário para coleta de dados

Grupo:

Participante:

Formação:

Empresa:

Tempo de experiência profissional:

1. Com relação ao tempo gasto para seleção da alternativa:

1.1 O processo de seleção da alternativa com maior potencial inovador foi fácil.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

2.

3.

1.2 O tempo gasto para a seleção da alternativa foi adequado.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

1.3 Houve dificuldades durante o processo de seleção de alternativa.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

2. Com relação ao método utilizado para selecionar a alternativa:

2.1 O grupo utilizou alguma ferramenta de projeto para a seleção da alternativa.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

ANEXO 1

METODOLOGIA DE CÁLCULO PARA OS INDICADORES DE ESFORÇOS PARA INOVAR – IEI E RESULTADOS DESSES ESFORÇOS - IRI

Este anexo contém a metodologia para o cálculo dos indicadores utilizados no Diagnóstico GIT (Gestão da Inovação Tecnológica) descrito na seção 4.1.1 da presente tese.

ANEXO 1

**METODOLOGIA DE CÁLCULO PARA OS INDICADORES DE
ESFORÇOS PARA INOVAR – IEI E RESULTADOS DESSES ESFORÇOS – IRI**

INDICADORES DE ESFORÇOS PARA INOVAR – IEI

O IEI, cujo valor máximo é 1, é calculado pela fórmula:

$$IEI = IRI + IPD + TIR + COI + EFI + CUL + PGT + GMI$$

Onde

IRH = Recursos Humanos dedicados à P&D&I. (Peso 0,1)

IPD = Investimento Financeiro em P&D&I (Peso 0,4)

TIR = Tipo do Investimento Realizado (Peso 0,1)

COI = Configuração Organizacional favorável à Inovação (Peso 0,05)

EFI = Estrutura Física da Empresa destinada à P&D&I (Peso 0,05)

CUL = Cultura Organizacional voltada para a Inovação (Peso 0,1)

PGT = Práticas de Gestão de Tecnologia e Inovação (Peso 0,1)

GMI = Grau de Maturidade nos Processos de Inovação (Peso 0,1)

INDICADORES DE SEGUNDO NÍVEL PARA O INDICADOR IEI

O IRH = Recursos Humanos dedicados à P&D&I, cujo valor máximo é 1 (um), é calculado por:

$$IRH = Dout + Mest + Esp + Grad + Tecn + Apoio$$

Onde:

Dout = Número de doutores em P&D&I / Número Total de Funcionários (Peso 1)

Mest = Número de mestres em P&D&I / Número Total de Funcionários (Peso 0,8)

Esp = Número de especialistas em P&D&I / Número Total de Funcionários (Peso 0,6)

Grad = Número de graduados em P&D&I / Número Total de Funcionários (Peso 0,6)

Tecn = Número de técnicos em P&D&I / Número Total de Funcionários (Peso 0,4)

Apoio = Número de funcionários de apoio administrativo para P&D&I / Número Total de Funcionários (Peso 0,2)

O IPD = Investimento Financeiro em P&D&I, cujo valor máximo é 1, é definido por:
Investimentos em P&D&I iguais ou maiores do que 6% do faturamento resultam em IPD = 1.

Investimentos em P&D&I entre 4,0% e 5,9% do faturamento resulta em IPD = 0,8.

Investimentos em P&D&I entre 2,0% e 3,9% do faturamento resulta em IPD = 0,6.

Investimentos em P&D&I entre 1,0% e 1,9% do faturamento resulta em IPD = 0,4.

Investimentos em P&D&I entre 0% e 0,9% do faturamento resulta em IPD = 0,0.

O TIR = Tipo do Investimento Realizado, cujo valor máximo é 1, é calculado por:

A realização de cada tipo de investimento é ponderada segundo os seguintes pesos:

Em compra de máquinas e equipamentos (Peso 0,1)

Em treinamento de funcionários para a inovação (Peso 0,15)

Em projetos industriais voltados para a inovação (Peso 0,1)

Em compra de serviços tecnológicos (Peso 0,05)

Em aquisição de tecnologia externa (Peso 0,05)

Em Pesquisa e Desenvolvimento próprio (Peso 0,25)

Em desenvolvimento experimental. (Peso 0,15)

Em engenharia não rotineira. (Peso 0,15)

O COI = Configuração Organizacional favorável à Inovação, cujo valor máximo é 1, é definido por:

As questões relativas à P&D&I tratadas em nível de Diretoria define COI = 1.

As questões relativas à P&D&I tratadas em nível de Gerência define COI = 0,7.

As questões relativas à P&D&I tratadas em nível de Departamento define COI = 0,5.

As questões relativas à P&D&I tratadas em nível de Divisão define COI = 0,3.

Não existir na estrutura organizacional define COI = 0.

O EFI = Estrutura Física da Empresa destinada a P&D&I, cujo valor máximo é 1 (um) será definido por:

A relação entre a área exclusiva para P&D&I e a área total resultando $\geq 0,1$ define o EFI = 1

A relação entre a área exclusiva para P&D&I e a área total resultando $\geq 0,05$ e $< 0,1$ define o EFI = 0,9

A relação entre a área exclusiva para P&D&I e a área total resultando $\geq 0,025$ e $< 0,05$ define o EFI = 0,8

A relação entre a área exclusiva para P&D&I e a área total resultando $\geq 0,012$ e $< 0,025$ define o EFI = 0,7

A relação entre a área exclusiva para P&D&I e a área total resultando $\geq 0,006$ e $< 0,012$ define o EFI = 0,6

A relação entre a área exclusiva para P&D&I e a área total resultando $< 0,006$ define o EFI = 0.

O CUL = Cultura Organizacional voltada para a Inovação. cujo valor máximo é 1, é calculado por:

Cada uma das 24 atitudes recebe,

Respostas na coluna S – SEMPRE têm o peso 1/24

Respostas na coluna F – FREQUENTEMENTE têm o peso 0,7/24

Respostas na coluna R – RARAMENTE têm o peso 0,5/24

Respostas na coluna N – NUNCA têm o peso 0,2/24

Respostas na coluna NA – NÃO SE APLICA têm peso 0/24.

O PGT = Práticas de Gestão de Tecnologia e Inovação, cujo valor máximo é 1, é calculado por:

Cada uma das 25 práticas recebe:

Quanto ao nível de conhecimento

Resposta na coluna CONHECE BEM tem peso 0,5/25.

Resposta na coluna CONHECE POUCO tem peso 0,3/25

Resposta na coluna NÃO CONHECE tem peso 0/25

Quanto ao nível de experiência

Resposta na coluna UTILIZA MUITO tem peso 0,5/25

Resposta na coluna UTILIZA POUCO tem peso 0,3/25

Resposta na coluna NÃO UTILIZA tem peso 0/25

O GMI = Grau de Maturidade nos Processos de Inovação, cujo valor máximo é 1, é calculado por:

Cada opção de resposta equivale ao seguinte peso:

Discordo Totalmente – DT = 0

Discordo – D = 0,3

Concordo – C = 0,7

Concordo Totalmente – CT = 1

Cada afirmação, por sua vez, corresponde a um peso distinto, sendo:

Afirmação 1.1 – peso 0,24;

Afirmação 1.2 – peso 0,23;

Afirmação 1.3 – peso 0,25;

Afirmação 1.4 – peso 0,28;

Afirmação 2.1 – peso 0,035;

Afirmação 2.2 – peso 0,125;

Afirmação 2.3a – peso 0,13 ;

Afirmação 2.3b – peso 0,11;

Afirmação 2.3c – peso 0,11;

Afirmação 2.4 – peso 0,125;

Afirmação 2.5 – peso 0,125;

Afirmação 2.6 – peso 0,12;

Afirmação 2.7 – peso 0,12;

Afirmação 3.1 – peso 0,08;

Afirmação 3.2 – peso 0,08;

Afirmação 3.3 – peso 0,075;

Afirmação 3.4 – peso 0,054;

Afirmação 3.5 – peso 0,08;

Afirmação 3.6a – peso 0,072;

Afirmação 3.6b – peso 0,075;

Afirmação 3.6c – peso 0,075;

Afirmação 3.6d – peso 0,072;

Afirmação 3.6e – peso 0,075;

Afirmação 3.6f – peso 0,065;

Afirmação 3.6g – peso 0,059;

Afirmação 3.7 – peso 0,063;

Afirmação 3.8 – peso 0,075;

Afirmação 4.1 – peso 0,116;

Afirmação 4.2 – peso 0,113;

Afirmação 4.3 – peso 0,112;

Afirmação 4.4 – peso 0,113;

Afirmação 4.5 – peso 0,11;

Afirmação 4.6 – peso 0,111;

Afirmação 4.7 – peso 0,11;

Afirmação 4.8 – peso 0,103;

Afirmação 4.9 – peso 0,112;

Afirmação 5.1 – peso 0,105;

Afirmação 5.2 – peso 0,091;

Afirmação 5.3 – peso 0,106;

Afirmação 5.4a – peso 0,104;

Afirmação 5.4b – peso 0,1;

Afirmação 5.4c – peso 0,103;

