UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JÚLIO CÉSAR LEGRAMANTI NEVES

***Framework* para incorporação da biomimética e
propriedades da visão do produto como estratégia de
inovação**

São Carlos

2015

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JÚLIO CÉSAR LEGRAMANTI NEVES

***Framework* para incorporação da biomimética e
propriedades da visão do produto como estratégia de
inovação**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia
de São Carlos da Universidade de São Paulo para
a obtenção do título de mestre em Engenharia de
Produção.

Área de Concentração: Processos e Gestão de
Operações.

Orientador: Prof. Dr. Kléber Francisco Esposto

São Carlos

2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

N511f NEVES, JÚLIO CÉSAR LEGRAMANTI
Framework para incorporação da biomimética e propriedades da visão do produto como estratégia de inovação / JÚLIO CÉSAR LEGRAMANTI NEVES; orientador KLÉBER FRANCISCO ESPOSTO. São Carlos, 2015.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processos e Gestão de Operações -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2015.

1. BIOMIMÉTICA. 2. INOVAÇÃO. 3. FRAMEWORK. 4. TECNOLOGIAS. 5. PRODUTOS. 6. VISÃO DO PRODUTO. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Desenhista industrial **JULIO CESAR LEGRAMANTI NEVES**.

Título da dissertação: "Framework para incorporação da biomimética e propriedades da visão do produto como estratégia de inovação".

Data da defesa: 25/08/2015

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof. Dr. **Kleber Francisco Espôsto (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Aprovado

Prof. Dr. **Jorge Roberto Lopes dos Santos**
(Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro/PUC-Rio)

Aprovado

Prof. Associado **Daniel Capaldo Amaral**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

APROVADO

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção:

Profa. Associada **Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Associado **Paulo César Lima Segantine**

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Dr. Kléber Esposto, por ter compartilhado comigo sua experiência e sabedoria, pela confiança depositada em mim e pela competência e dedicação com que conduz suas pesquisas.

Aos Prof. Dr. Jorge Lopes e Prof. Dr. Daniel Amaral, pelas valiosas contribuições durante o exame de qualificação.

À minha esposa Elaine e meu filho Pedro Henrique, com amor, admiração e gratidão pela compreensão, carinho, presença e incansável apoio ao longo do período de elaboração deste trabalho.

Aos meus pais, Aparecida e Júlio, pela dedicação, amor incondicional e apoio à minha educação.

Aos meus amigos e familiares, pela compreensão nos finais de semana que estive ausente.

Aos colegas de mestrado pelo convívio e amizade construídos nesses dois anos.

Aos colegas de trabalho e todos aqueles que dentro da empresa me deram o apoio necessário à realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia de Produção da EESC pela dedicação de empenho, desde a limpeza até os serviços administrativos.

“O segredo da criatividade está em dormir bem e abrir a mente às possibilidades infinitas. O que é um homem sem sonhos?”

Albert Einstein

Resumo

NEVES, J. C. L. ***Framework* para incorporação da biomimética e propriedades da visão do produto como estratégia de inovação.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

Além do objetivo de disponibilizar uma ferramenta adequada para a construção de tecnologias e produtos inovadores esse trabalho também apresenta um caráter pioneiro e prático da transposição de conhecimentos da área da biomimética¹ aplicados às diversas áreas, tais como: engenharia, arquitetura, design, ciências, biologia, medicina entre outras. Nesse trabalho é proposto um *framework* referencial utilizando a biomimética para a construção da visão do produto e que compreende as seguintes características: um procedimento com a descrição dos passos para o uso da biomimética, um conjunto de ferramentas como formulários e templates para apoiadores do procedimento, a disponibilização um *checklist* de aderência das propriedades da visão do produto e a descrição de um caso real no qual todo o processo foi utilizado. Um dos fatores determinantes para o sucesso da utilização dessa ferramenta no desenvolvimento de novas soluções é a necessidade da participação de um grupo multidisciplinar, como interfaces complementares para a estruturação deste processo inovador. Através da condução de uma pesquisa-ação, a proposta do *framework* foi aplicada e aperfeiçoada à medida que os ciclos da pesquisa-ação foram conduzidos. Este trabalho de pesquisa ocorreu em uma empresa do setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos e que atua no segmento da venda direta, onde foi possível constatar a viabilidade da utilização da biomimética e do *framework* proposto.

Palavras-chave: biomimética, inovação, *framework*, tecnologias, produtos, visão do produto.

¹ “É uma nova ciência que estuda os modelos da natureza e depois imita-os ou inspira-se neles ou em seus processos para resolver os problemas humanos” (BENYUS, 1997, p.8).

Abstract

NEVES, J. C. L. **Framework for incorporation of biomimetics and product vision properties as innovation strategy.** Thesis (Masters) – São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, São Carlos, 2015.

In addition to the goal of providing a suitable tool for building innovative products and technologies this work also presents a pioneering and practical character of the transposition of knowledge from the biomimetic² area applied to diverse areas, such as engineering, architecture, design, science, biology, medicine, among others. This work proposes a reference framework using biomimetics for building the product vision and comprising the following characteristics: a procedure describing the steps for using biomimetics, a set of tools such as forms and templates in order to support the procedure, making available a checklist of adherence of the product vision properties and a description of a real case in which the whole process was used. One of the decisive factors for the successful use of this tool in developing new solutions is the necessity of the participation of a multidisciplinary team, as complementary interfaces to structure this innovative process. Through the implementation of an action research, the proposed framework was implemented and enhanced as the cycles of action research were conducted. This research occurred in a company in the personal care perfumery and cosmetics industry and which operates in the segment of direct sales, where it was established the feasibility of using biomimetics and the proposed framework.

Keywords: biomimetic, innovation, framework, technologies, products, product vision.

² "A new science that studies nature's models and then imitates or takes inspiration from these designs and processes to solve human problems" (BENYUS, 1997, p.8).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produto - O Velcro um dos exemplos mais conhecidos.	28
Figura 2 - Fases da DRM.....	36
Figura 3 - Ciclo da pesquisa-ação.	42
Figura 4 - Ciclo da Pesquisa-ação reformulado.....	43
Figura 5 - Espiral de Ciclo de Pesquisa-ação.	45
Figura 6 - Fases da pesquisa e atividades desenvolvidas.	46
Figura 7 - Transporte - O bico do Martim Pescador inspirando solução no trem bala.	54
Figura 8 - Arquitetura - Aprendendo com os cupins como criar Edifícios Sustentáveis.	55
Figura 9 - Produto - Tecnologia de display Mirasol TM	57
Figura 10 - Energia - Aprendendo com as baleias Jubarte, gerando energia eólica eficiente. .	59
Figura 11 - Limpeza natural – O efeito Lotus.	60
Figura 12 - Representativa do esquema dos resultados (elaborado pelo autor).	81
Figura 13 - Processos utilizados pela empresa para desenvolvimento de tecnologias e produtos.	84
Figura 14 - Proposta de <i>framework</i> inicial (elaborado pelo autor).....	87
Figura 15 - Ciclos da pesquisa-ação.	90
Figura 16 - Ciclo da Pesquisa-ação.	91
Figura 17 - Processo estruturado para implantação da biomimética na empresa.	92
Figura 18 - Fase de treinamentos com grupo de colaboradores e parceiros da empresa.....	93
Figura 19 - Fase de pesquisa com geração de relatórios a partir de demandas da empresa.	93
Figura 20 - Fase de aplicações com realização de <i>workshop</i> para desenvolvimento de novos produtos, contando com a participação de colaboradores e parceiros da empresa.....	94
Figura 21 - Estrutura e time do projeto.....	96
Figura 22 - Caderno de Diretrizes de Desenvolvimento de Embalagens da empresa.....	97
Figura 23 - Reunião presencial conduzida pelo parceiro de biomimética.....	98
Figura 24 - Discussão em um dos grupos, com a presença da bióloga sênior, Janine Benyus, co-fundadora do <i>Biomimicry</i> 3.8.	99
Figura 25- Resultado do trabalho da reunião presencial que levou ao entendimento da função.	100
Figura 26 - Parte do relatório de aplicações, o <i>Biomimicry Perspectives Report</i> , contendo estratégias naturais e potenciais indicações de aplicações.	101

Figura 27 - Aprofundamento do BPR e identificação de novas funções (palavras-chave)....	105
Figura 28 - Ilustra o início do processo, a partir do desafio identificado.	106
Figura 29 - Grupos de conceitos chave.	106
Figura 30 - Identificação de conceitos chaves extraídos a partir do relatório BPR.....	107
Figura 31 - Agrupamento de conceitos e identificação de novas estratégias naturais.	107
Figura 32 - Oportunidades para soluções em design e forma para projetos em design de embalagens.	108
Figura 33 - As doze demandas de design de embalagem representadas por ícones gráficos.	108
Figura 34 - O <i>framework</i> “macro” referente à etapa de “Identificação de Demanda”.	109
Figura 35 - Definição de como o BPR foi organizado.	113
Figura 36 - A tabela das estratégias naturais conforme as categorias que foram classificadas e as demandas de design de embalagem atendidas.	113
Figura 37 - Ficha descritiva da estratégia natural.....	114
Figura 38 - Comparativo entre os BPR’s, acima a ficha de estratégia natural do primeiro relatório, abaixo a ficha de estratégia natural do segundo relatório, mostra os ícones de demandas de design de embalagens e ilustrações dos princípios de design abstraídos.	115
Figura 39 - Processo de desenvolvimento de produtos da empresa.	117
Figura 40 - Posição dos projetos potenciais escolhidos no processo de desenvolvimento de produtos.	119
Figura 41 - Template de Contextualização de projetos potenciais.....	120
Figura 42 - Times de trabalho durante o <i>workshop</i> de desenvolvimento de novos produtos.	121
Figura 43 - Registro gráfico das atividades dos times de trabalho feita por facilitador gráfico.	121
Figura 44 - Pilares de embalagens.....	123
Figura 45 - Disposição das ideias geradas no brainstorm entre os pilares de embalagens.....	123
Figura 46 - Construção de protótipos nos times de trabalho.	124
Figura 47 - Representação gráfica da análise SWOT de um dos protótipos.	124
Figura 48 - Registro das opções criadas por um dos times de trabalho durante o <i>workshop</i>	125
Figura 49 - Proposta de <i>Framework</i> Final (elaborado pelo autor).	129
Figura 50 - Detalhe da Etapa 1 do <i>Framework</i>	130
Figura 51 - Detalhe da Etapa 2 do <i>Framework</i>	131
Figura 52 - Sugestão de incorporação do <i>framework</i> e do <i>checklist</i> no modelo proposto por ROZENFELD et. al. (2006) (adaptado pelo autor).	138

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação da ciência positivista e pesquisa-ação.....	40
Quadro 2 - Modalidades da pesquisa-ação e suas principais características.....	41
Quadro 3 - Métodos para uso da biomimética - Abordagem guiada pela Solução (elaborado pelo autor).....	63
Quadro 4 - Métodos para uso da biomimética - Abordagem guiada pelo Problema (elaborado pelo autor).....	64
Quadro 5 - Definições de Visão do Produto.....	68
Quadro 6 - Propriedades da Visão - Benassi (2013).	71
Quadro 7 - Correlação entre termos da definição e as propriedades da visão do produto.	72
Quadro 8 - Quadro do ViP - <i>Vision in Product</i> - The warm bath.....	76
Quadro 9 - Lista preliminar de artigos selecionados (elaborado pelo autor).....	146

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Proposta de <i>checklist</i> da Visão do Produto (elaborado pelo autor).....	79
Tabela 2 - Distribuição dos artigos na RBS	82
Tabela 3 - Publicações por ano e países das publicações da RBS.....	83
Tabela 4 - Lista de periódicos da RBS	84
Tabela 5 - Construção das <i>strings</i> de busca para RBS (elaborada pelo autor).....	148

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

RBS - Revisão Bibliográfica Sistemática

DRM - *Design Research Methodology*

B3.8 - *Biomimicry 3.8* (consultoria Americana de biomimética)

DANE - *Design by Analogy to Nature Engine*

TRIZ - Teoria da Solução Inventiva de Problemas

FW - *Future Workshops*

ViP - *Vision in Product Design*

VC - *Visionary Concepts*

VOI - *Vision-Oriented Innovative Product Process*

PMI - *Project Management Institute*

P & D - Pesquisa e Desenvolvimento

PVMM - *Product Vision Management Method*

SWOT - *Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats*

PESTE - Análise Política, Economica, Social e Tecnológica

BPR - *Biomimicry Perspectives Report*

BaDT - *Biologists at the Design Table* (treinamento em biomimética voltado para biólogos)

B+D - *Biomimicry plus Design* (treinamento em biomimética voltado para designers)

SUMÁRIO

1 Introdução.....	27
1.1 Contexto.....	27
1.2 Objetivo	30
1.3 Justificativa	30
1.4 Limitações do trabalho.....	32
1.5 Estrutura e Conteúdo do Trabalho	33
2 Método de Pesquisa	35
2.1 Natureza do objetivo	35
2.2 Abordagem Metodológica	36
2.2.1 Clarificação da Pesquisa.....	37
2.2.2 Estudo Descritivo I.....	37
2.2.3 Estudo Prescritivo	37
2.2.4 Estudo Descritivo II	38
2.3 Procedimento Técnico	38
2.4 Fases para realização da Pesquisa.....	46
2.4.1 Clarificação da Pesquisa – Definindo o problema	46
2.4.1.1 Definição de Objetivo e Métodos.....	47
2.4.2 Estudo Descritivo I – Fundamento Teórico	47
2.4.2.1 Realizar revisão bibliográfica inicial.....	47
2.4.2.2 Realizar revisão bibliográfica sistemática	47
2.4.3 Estudo Prescritivo – Elaboração Teórica	48
2.4.3.1 Elaboração da proposta de <i>framework</i> referencial	48
2.4.4 Estudo Descritivo II – Elaboração Empírica.....	48
2.4.4.1 Definir contexto e propósito	49
2.4.4.2 Construção	49

2.4.4.3 Planejar a ação	50
2.4.4.4 Implantar a ação.....	50
2.4.4.5 Avaliar a ação	51
3 Fundamentação Teórica	53
3.1 Biomimética.....	53
3.2 Conceito de Visão	66
3.3 Propriedades da Visão	69
3.4 Métodos para criação da Visão do Produto	73
3.4.1 <i>Product Vision Management Method</i> (PVMM).....	74
3.4.2 <i>Visionary Concepts</i> (VC)	74
3.4.3 <i>Vision in Product Design</i> (ViP)	75
3.5 Proposta de <i>Checklist</i> da Visão do Produto	77
4 Resultados	81
4.1 Elaboração Teórica da Proposta de <i>Framework</i> Inicial	81
4.1.1 Revisão bibliográfica sistemática.....	82
4.1.2 Proposta de <i>Framework</i> Inicial	84
4.2 Elaboração Empírica da Proposta de <i>Framework</i> Inicial	89
4.2.1 Contexto e Propósito	91
4.2.2 Primeiro Ciclo da Pesquisa-Ação – Aplicação da Etapa de Identificação da Demanda do <i>Framework</i>	94
4.2.2.1 A Construção	95
4.2.2.2 Planejar a ação	96
4.2.2.3 Implantar a ação.....	98
4.2.2.4 Avaliar a ação	102
4.2.3 Segundo Ciclo da Pesquisa-Ação – Aplicação da Etapa de Identificação da Demanda do <i>Framework</i>	103
4.2.3.1 Planejar a ação	103
4.2.3.2 Implantar a ação.....	104

4.2.3.3 Avaliar a ação	109
4.2.4 Terceiro Ciclo da Pesquisa-Ação – Aplicação da Etapa de Identificação da Demanda do <i>Framework</i>	110
4.2.4.1 Planejar a ação	111
4.2.4.2 Implantar a ação.....	112
4.2.4.3 Avaliar a ação	114
4.2.5 Quarto Ciclo da Pesquisa-Ação – Aplicação das Etapas de Desenvolvimento de Conceitos e Desenvolvimento de Novos Produtos do <i>Framework</i>	116
4.2.5.1 Planejar a ação	117
4.2.5.2 Implantar a ação.....	118
4.2.5.3 Avaliar a ação	126
4.2.6 Evolução do <i>Framework</i> durante a Pesquisa-Ação.....	127
4.2.7 Proposta de <i>Framework</i> Final	128
5 Conclusão	133
5.1 Discussão do Objetivo da Pesquisa	133
5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros	136
Referências	139
APÊNDICE A - Revisão Bibliográfica Sistemática	145
APÊNDICE B - Template de Identificação de Demanda	149
APÊNDICE C - Template de Contextualização	150
APÊNDICE D - Checklist da Visão do Produto.....	151

1 Introdução

Neste capítulo, primeiramente, é apresentado o contexto em que os temas principais da dissertação são contextualizados. Na sequência são apresentados a questão de pesquisa e os objetivos. A seguir, a justificativa é discutida, limitações do trabalho são relatadas e, por fim, a descrição do documento é detalhada.

1.1 Contexto

Biomimética (*bio* significa vida em grego, e *mimesis*, significa mimetizar, imitar) é um campo crescente que busca intercalar mecanismos biológicos naturais e estruturas em uma ampla gama de aplicações. O aumento do interesse em biomimética nos últimos anos proporcionou um terreno fértil para a inovação. Esta avaliação fornece uma análise com base no ecossistema de biomimetismo inspirando tecnologia e inovação de produtos (LURIE-LUKE, 2014).

O crescente interesse por biomimética tem sido impulsionado também pelo avanço tecnológico, principalmente nas áreas de tecnologias de imagem, de diagnóstico médico, de análise e observação. Atualmente a acessibilidade de informações na área da biologia é facilitada pela utilização de equipamentos tecnológicos e soluções de última geração, tais como: micro tomógrafos, microscópios de varredura eletrônica e processamentos matemáticos computacionais avançados, capazes de gerar uma qualidade dimensional, análise e o entendimento integral e também detalhado das estruturas naturais e suas respectivas funcionalidades.

Figura 1 - Produto - O Velcro um dos exemplos mais conhecidos.

Fonte: Asknature ³

A Figura 1 mostra detalhes do Velcro e sua inspiração. Depois de uma viagem de caça nos Alpes em 1941, o cachorro do engenheiro suíço George de Mestral estava coberto de carrapichos. Depois de anos de experimentação, ele inventou Velcro e obteve a patente (*US Patent* nº 2.717.437) em outubro de 1952. Este é provavelmente o exemplo mais conhecido e de maior sucesso comercial da biomimética.

Para Bar-Cohen (2006), Biomimética é o desenvolvimento de novas tecnologias através da destilação de princípios do estudo de sistemas biológicos. Tecnologias Biomiméticas surgem a partir de um fluxo de ideias das ciências biológicas em engenharia, beneficiando-se dos milhões de anos de esforços dos projetos realizados pela seleção natural em sistemas vivos.

Também pode ser definida como imitando ou inspirando-se em formas e processos da natureza para resolver os problemas para os seres humanos (BENYUS, 1997). O mesmo autor fornece um fundamento para esta disciplina emergente, argumentando para a necessidade de imitar a natureza para garantir um futuro mais sustentável. Ainda, Benyus (1997) enfatiza que, embora a forma seja um componente óbvio da natureza, imitar apenas a forma natural não seria suficiente. Em vez disso, El-Zeiny (2012, p. 503) argumenta que “uma emulação

³ Disponível em: <http://www.bloomberg.com/slideshow/2013-08-18/14-smart-inventions-inspired-by-nature-biomimicry.html#slide2>>. Acesso em: 16 out. 2015.

completa da natureza envolve pelo menos três níveis de mimetismo: forma, processo e ecossistema”.

“Biomimética é mais do que apenas reproduzir um objeto natural ou sistema. Nem é simplesmente projetar algo considerado "verde" ou sustentável. É primeiro um exame atento de um organismo ou ecossistema, em seguida, uma aplicação consciente dos princípios de design subjacentes encontrados na solução natural. Aprender sobre a natureza é uma coisa e aprendendo com a natureza é outra” (EL-ZEINY, 2012, p. 503).

Considerando que o aumento do interesse em biomimética vem proporcionando um amplo campo para a inovação, inspirando tecnologia e inovação de produtos (LURIE-LUKE, 2014, p. 1495) em várias empresas, muitos trabalhos nesta área citam o uso de analogias para fazer a tradução das estratégias naturais, ou seja, as analogias representam o tipo de semelhança na concepção biomimética pretendida, usando a estratégia do fenômeno biológico, ou seja, conceitos análogos podem propor soluções (SHU, 2011, p.5) e, assim, implementar a estratégia utilizada por fenômenos biológicos, inspirando tecnologias e inovação de produtos.

É possível verificar na biomimética a relação de analogia frequente com a natureza para encontrar soluções para resolução de problemas (SOARES, 2008). Analogias e metáforas podem ser compreendidas da seguinte maneira: as analogias estruturam-se no raciocínio analógico, são comparações explícitas entre dois domínios (SANTOS; FACHÍN-TÉLAN, 2012, p.2). Um exemplo seriam conceitos análogos que propõem soluções de sucção ou de absorção com base na estratégia utilizada por sanguessugas (SHU, 2011, p.5), já a metáfora se estrutura numa comparação entre dois domínios de forma implícita, sendo que muitas metáforas podem ser confundidas com analogias simples, no entanto, sempre a analogia define a característica de comparação, a metáfora não (SANTOS; FACHÍN-TÉLAN, 2012, p.2).

O uso de analogias facilita a sua compreensão por meio de construções de objetos análogos, tais como: o sistema hidráulico utilizado por Maxwell para compreensão da teoria sobre a força elétrica; a anatomia de alguns órgãos vegetais na árvore, utilizada por Darwin para explicar a ancestralidade comum e alguns elementos na teoria da Evolução (SANTOS; FACHÍN-TÉLAN, 2012).

Neste sentido, da mesma forma que a analogia auxilia a biomimética, na concepção de conceitos análogos que podem propor soluções (SHU, 2011, p.5) e assim implementar a estratégia utilizada por fenômenos biológicos, inspirando tecnologias e inovação de produtos, a analogia pode também contribuir para construção da visão do produto.

Porém, há um ponto importante a destacar: as analogias biológicas que mais inspiram estão sujeitas ao desconhecimento dos *designers*, que neste caso deveriam estar familiarizados com o problema a resolver, antes de buscar soluções na biologia (CHOU; SHU, 2015, p.141).

Considerando-se o contexto apresentado, no tópico a seguir será apresentado o objetivo deste trabalho visando à utilização da biomimética para a construção da visão do produto, considerando suas propriedades.

1.2 Objetivo

O objetivo geral deste trabalho consiste em propor um *framework* referencial utilizando a biomimética para a construção da visão do produto, no desenvolvimento de produtos inovadores, compreendendo as seguintes características:

- a. Um procedimento com a descrição dos passos para o uso da biomimética;
- b. Um conjunto de ferramentas como formulários e templates para apoiar o procedimento;
- c. Apresentar e descrever um caso real de aplicação;
- d. Um *checklist* de aderência das propriedades da visão do produto.

1.3 Justificativa

O grande desafio do uso da Biomimética é como ela pode auxiliar na resolução de problemas, a partir da sua abordagem, visando encontrar na natureza soluções inspiradoras que possam ser aplicadas a produtos ou serviços.

A construção da visão do produto e o uso de suas propriedades poderão auxiliar na estruturação do produto ou serviço que poderá vir a atender a necessidade identificada na demanda proposta para a utilização da Biomimética.

Os processos estruturados para desenvolvimento de produtos são essenciais para obtenção de resultados estabelecidos no início do projeto, bem como facilitam o seu monitoramento durante a execução, estabelecendo atividades e responsabilidades claras entre as equipes de projeto multidisciplinar. Incorporar a Biomimética neste processo de desenvolvimento de forma estruturada é uma oportunidade enorme para geração de produtos diferenciados (NEVES; FRANCKE, 2012).

Tendo em vista o objetivo geral deste trabalho, a contribuição pretendida consiste em um *framework* “referencial” utilizando a biomimética para a construção da visão do produto, no desenvolvimento de produtos inovadores.

O procedimento retratado entre diversos *frameworks*, segundo alguns autores, deve ser claro o suficiente para seu uso e esse procedimento pode contar com ferramentas para melhor apoiá-lo (NAPPI, 2014, p.28).

Entre alguns dos métodos e processos para aplicação da biomimética, que variam de acordo com a sua abordagem, seja a abordagem pela solução biológica ou a abordagem pelo problema (HELMS et al., 2009), incluem etapas de identificação do desafio ou problemas, pesquisar e identificar soluções, avaliar estratégias naturais, emular e testar soluções, avaliar os resultados, porém em nenhum observa-se de forma clara e estruturada a construção da visão de produto. É neste sentido que este trabalho propõe utilizar a biomimética para a construção da visão do produto.

Existe então uma oportunidade de se propor um *framework* que compreenda: a utilização da biomimética para a construção da visão do produto, no desenvolvimento de produtos inovadores; procedimento do passo-a-passo e ferramentas de apoio; e a avaliação da nova proposta em um caso prático.

Assim, um *framework* que auxilie neste processo, além de auxiliar na construção da visão do produto, considerando as suas propriedades (BENASSI, 2013), poderá ser útil e contribuir para um entendimento mais claro, da tecnologia ou do produto a ser desenvolvido.

Portanto, a proposta a ser desenvolvida neste trabalho busca trazer uma contribuição para a biomimética, aproveitando um constructo, um conceito já existente que são os conceitos das propriedades da visão do produto e com isso apresentar uma solução para incorporação da biomimética dentro dos processos de desenvolvimento de produtos inovadores.

1.4 Limitações do trabalho

Este trabalho segue uma pesquisa ação, sua contribuição é mostrar a viabilidade de se evoluir na proposta tradicional de se definir um modelo de referência e implementar a mudança após uma análise da diferença da situação inicial e a situação desejada (*framework* referencial). Seus resultados devem ser avaliados como uma experiência que pode ser influenciada por fatores intrínsecos da empresa em questão. Porém, as experiências geradas durante o trabalho e na repetição dos ciclos da pesquisa-ação poderão indicar a validade mais geral da proposta deste trabalho.

Outro ponto de limitação deste trabalho é o conteúdo da revisão bibliográfica. Devido à amplitude da utilização da biomimética em várias áreas do conhecimento, dimensões, como atividades, métodos, ferramentas, organização, cultura, entre outros. A simples busca por biomimética leva a um número extremamente alto de publicações em diferentes publicações científicas (LURIE-LUKE, 2014, p. 1495). O mesmo autor realizou a coleta de dados através de empresa especializada, tornando possível acessar diferentes fontes de dados e criar um conjunto de referências de dados significativos para realizar o objetivo desta revisão - inovação inspirada na biomimética, ou seja, uma tradução da investigação numa aplicação de produto, olhando para diferentes estágios de desenvolvimentos relevantes em biomimética - a partir de um estágio de ideia até um produto comercializado.

Porém, esse trabalho visa mostrar essa visão ampla para a utilização da biomimética. Assim, optou-se focar por levantar tópicos mais amplos relacionados a processos de aplicação da biomimética em casos de desenvolvimento de produtos e/ou tecnologias.

Ressalta-se também que neste trabalho o termo biomimética será adotado, e não biônica ou outros sinônimos, visto que biomimética apresenta vários sinônimos e conceitos

tais como biônica, biognosis e engenharia biônica criativa, além de outras disciplinas que se delimitam com a biomimética usando nomes semelhantes, como, por exemplo, biomecânica e biofísica (VOLSTAD; BOKS, 2008).

1.5 Estrutura e Conteúdo do Trabalho

O documento está organizado e seguindo a seguinte estrutura de capítulos:

- Capítulo 1 Introdução: apresenta o contexto, o objetivo e a justificativa da pesquisa.
- Capítulo 2 Método de Pesquisa: apresenta a natureza do objetivo, descreve a abordagem metodológica adotada, descreve também os procedimentos técnicos que são empregados e detalha as fases para realização da pesquisa.
- Capítulo 3 Fundamentação Teórica: apresenta o estado da arte da literatura sobre o principal tema, a biomimética e sua aplicação.
- Capítulo 4 Resultados: apresenta os resultados da pesquisa com a elaboração teórica e a elaboração empírica do *framework*.
- Capítulo 5 Conclusão: apresenta as conclusões a partir da discussão do objetivo da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

2 Método de Pesquisa

A pesquisa científica tem como objetivo a criação e o desenvolvimento de conhecimento e o seu resultado é uma contribuição ao conhecimento pré-existente (KARLSSON, 2009, p.21). A presente pesquisa está inserida no contexto da área de Inovação, Pesquisa e Desenvolvimento, objetivando gerar conhecimento para as áreas acadêmica e profissional. Esta pesquisa procura resolver um problema encontrado no mundo real (KARLSSON, 2009, p.52), sendo assim uma pesquisa de natureza aplicada.

A seguir, as seções apresentam a classificação da pesquisa segundo a natureza do seu objetivo, abordagem metodológica, procedimento técnico adotado e, por fim, a descrição das etapas da pesquisa.

2.1 Natureza do objetivo

Um ponto importante sobre a pesquisa a ser realizada é entender o quão útil esta pesquisa será para a sua organização e para outras pessoas (COGHLAN, BRANNICK, 2010, p.3). Seu papel pode ser definido como a geração e o desenvolvimento de novos conhecimentos e o seu valor é determinado pela contribuição que ela proporciona (KARLSSON, 2009, p.14 *apud* NAPPI, 2014, p.31). Deste modo, as contribuições geradas para o conhecimento existente permitem que o campo de conhecimento se expanda e aumente o seu nível de maturidade. Assim, o desenvolvimento de conhecimentos em uma área pode passar por diferentes fases dependendo do volume e da maturidade do conhecimento existente (NAPPI, 2014, p.31).

Tendo pouca base para se apoiar o desenvolvimento teórico, as pesquisas tendem a apresentar um caráter mais exploratório. Após vários estudos exploratórios com diferentes perspectivas e abordagens, acaba surgindo uma base que identifica os componentes do campo de pesquisa. Assim melhores descrições do campo de pesquisa são criadas por meio de estudos mais sistemáticos. Uma maior cobertura do campo de pesquisa emerge e pode-se dizer que a pesquisa entrou na fase descritiva. Pesquisas descritivas tipicamente identificam componentes, padrões, sistemas e estruturas (KARLSSON (2009) *apud* NAPPI (2014)).

Assim, pesquisas descritivas podem criar uma boa fundamentação para pesquisas analíticas e bons modelos analíticos auxiliam no entendimento de como uma condição ou variável irá causar um determinado efeito. A habilidade de sintetizar se desenvolve à medida que análises causais sugerem o que causa o quê (NAPPI, 2014, p.31). Podem ser gerados modelos normativos, que proporcionem a previsão de diferentes efeitos e desenvolver manuais com check-lists e outras ferramentas para implantar os conceitos na prática (KARLSSON (2009) *apud* NAPPI (2014)).

O objetivo desta pesquisa representa uma proposição de uma solução direta ao problema apresentado, isto é, prescreve um *framework* referencial, possibilitando indicações de como implantar os conceitos na prática.

2.2 Abordagem Metodológica

Uma importante decisão a ser tomada consiste na escolha da abordagem metodológica (KARLSSON (2009) *apud* NAPPI (2014)), que no caso deste trabalho será adotado o método de pesquisa *Design Research Methodology* (DRM) (BLESSING; CHAKRABARTI (2009) *apud* NAPPI (2014)).

O método de apresenta quatro fases, sendo a Clarificação da Pesquisa, o Estudo Descritivo I, o Estudo Prescritivo e Estudo Descritivo II, conforme indicado na Figura 2.

Figura 2 - Fases da DRM.

Fonte: (BLESSING; CHAKRABARTI (2009) *apud* NAPPI (2014)).

O ponto de partida da pesquisa pode estar em qualquer uma dessas fases e ainda a pesquisa pode concentrar em uma ou mais delas. Apesar das fases aparecem no método em sequência linear, elas apresentam caráter iterativo e simultaneidade. A seguir uma breve descrição das fases.

2.2.1 Clarificação da Pesquisa

Busca de provas ou indícios que apoiam as suposições sobre a realidade e o problema que se deseja resolver. Procura descrever a situação atual e a situação desejada.

2.2.2 Estudo Descritivo I

O principal objetivo é realizar a fundamentação teórica do trabalho, através do tema que vai direcionar a revisão da literatura, com base no objetivo definido na fase anterior. Seus resultados são apresentados na fundamentação teórica.

Porém, quando não é possível encontrar evidências suficientes na literatura, pode-se optar por observar e analisar dados empíricos de caráter exploratório, para que se obtenha uma melhor compreensão da situação existente, resultando no entendimento do problema (NAPPI, 2014). Há também a possibilidade de revisitar a fase de Clarificação da Pesquisa e realizar iterações de modo a melhorar a descrição do problema, sempre que necessário.

2.2.3 Estudo Prescritivo

Uma vez tendo o entendimento do problema é possível iniciar a elaboração de uma proposta, ou seja, todos os meios que possam melhorar o processo, como estratégias, metodologias, procedimentos, métodos, técnicas, ferramentas, entre outros (BLESSING; CHAKRABARTI, 2009 *apud* NAPPI, 2014), na busca pela resolução do problema. Nesta etapa, o conhecimento dos pesquisadores, contribui para o aperfeiçoamento da situação atual

e propõe as melhorias que serão representadas na situação desejada. A ocorrência de ciclos para a elaboração da proposta torna possível revisitar as fases anteriores a fim de melhorar sua elaboração.

2.2.4 Estudo Descritivo II

Verifica o impacto da proposta e da sua capacidade em tornar real a situação desejada. É executado para validar o método ou ferramenta. Executam-se dois estudos empíricos para que se obtenha uma compreensão do uso real da proposta. Sobre os estudos, o primeiro é utilizado para avaliar a aplicabilidade da proposta e se esta pode ser usada para apoiar a definição do problema com base no que foi desenvolvido nas fases anteriores. A proposta também pode ser melhorada durante esta fase. Já no segundo estudo é avaliada a utilidade que considera o sucesso da proposta em resolver o problema, entende-se aqui o *framework* referencial.

Há a possibilidade da proposta não atender à resolução do problema e os pesquisadores devem entender o motivo e rever as fases anteriores. Para essa fase, o procedimento técnico adotado consiste na pesquisa-ação, pois ela garante o caráter de identificação e melhoria de forma iterativa (NAPPI, 2014).

Sendo a proposta apresentada no Estudo Prescritivo I, inicial e ainda incompleta para sua aplicação, o procedimento técnico adotado para a fase do Estudo Descritivo II é a pesquisa-ação, englobando dos estudos empíricos descritos anteriormente.

Ao final pretende-se avaliar após a realização dos ciclos iterativos, a efetividade do uso do *framework* referencial para a resolução do problema, fechando assim o segundo estudo empírico.

2.3 Procedimento Técnico

A pesquisa-ação é o procedimento técnico adotado neste trabalho. É uma abordagem que objetiva tanto a tomada de ação quanto a criação de conhecimento ou teoria sobre tal ação

e que pode ser definida como um processo de investigação emergente em que o conhecimento científico aplicado é integrado ao conhecimento organizacional existente e utilizado para resolver os reais problemas organizacionais (COUGHLAN; COGHLAN, 2009, p.239).

Trata-se de uma abordagem aplicada na pesquisa social, em que o pesquisador e um cliente colaboram no desenvolvimento de um diagnóstico e uma solução científica de um problema, garantindo que isso irá contribuir para o estoque de conhecimento em um domínio particular (BRYMAN, 1989 *apud* NAPPI, 2014).

Os participantes do sistema estudado, pesquisador e cliente, atuam ativamente nos ciclos da pesquisa (planejamento, tomada de ação, avaliação e planejamento do novo ciclo), o que contrasta com a pesquisa tradicional em que os membros do sistema são os objetos de estudo. Há que se destacar como características e requisitos para o pesquisador, a capacidade de se adaptar a eventos imprevisíveis e contingências do sistema estudado, o que demanda deste pesquisador a atuação como trabalhador neste sistema. Dentro deste contexto, administradores têm aderido a programas acadêmicos e atuado como pesquisadores, somando às suas atividades regulares a atividade de pesquisa-ação (COUGHLAN; COGHLAN, 2009).

O mesmo autor compara ainda as diferenças entre a ciência positivista e a pesquisa-ação considerando perspectivas de objetivo da pesquisa, tipo de conhecimento adquirido, natureza da validação dos dados, papel do pesquisador e relacionamento do pesquisador podem ser observadas no Quadro 1.

Vale ressaltar também os papéis do pesquisador na ciência positivista e na pesquisa-ação são bem diferentes, considerando que no primeiro caso o pesquisador normalmente desempenha uma função de observador apenas, e que na pesquisa-ação se posiciona como um ator e agente de mudança.

	Ciência Positivista	Pesquisa-ação
Objetivo da pesquisa	Conhecimento universal Construção e teste de teoria	Conhecimento em ação Construção e teste de teoria em ação
Tipo de conhecimento adquirido	Leis universais	Contexto particular Prática
Natureza da validação dos dados	Livre de contexto Lógica, medição Consistência de predição e controle	Dependente do contexto
Papel do pesquisador	Observador	Ator, agente de mudança
Relacionamento do pesquisador	Imparcial, neutro	Imerso

Quadro 1 - Comparação da ciência positivista e pesquisa-ação.

Fonte: (COUGHLAN; COGHLAN, 2009, p.243).

Observa-se que o objetivo da pesquisa-ação tem como base a construção do conhecimento em ação, através da resolução de problemas, deste modo construindo e/ou testando teorias. Assim, a proposta de um *framework* para utilização da biomimética para a construção da visão do produto e sua aplicação prática, está de acordo com o objetivo da pesquisa-ação em testar teorias. O tipo de conhecimento adquirido é de um contexto particular e a validação dos dados, os resultados obtidos são dependentes do contexto da pesquisa-ação.

Na pesquisa-ação, os pesquisadores fazem mais do que observar, entram em ação, desempenhando um papel e interagindo com o objeto de estudo. Deste modo, a pesquisa-ação pode ser classificada em três modalidades principais, conforme o papel do observador, objetivos e relacionamento entre pesquisador e participantes (ZUBER-SKERRIT, PERRY, 2002), sendo:

- Técnica,
- Prática e;
- Emancipatória.

A seguir o Quadro 2 descreve as três modalidades de pesquisa-ação (ZUBER-SKERRIT, PERRY, 2002; TRIPP, 2005 *apud* TURRIONI, MELLO, 2012 *apud* NAPPI, 2014).

Tipo de pesquisa-ação	Objetivos	Papel do Pesquisador	Relacionamento entre pesquisador e participantes
1. Técnica	Eficácia/ eficiência da prática profissional Desenvolvimento profissional	Especialista externo Toma uma prática existente de algum outro lugar e a implanta em sua própria esfera de prática para realizar uma melhora (age de forma mecânica)	Co-opção (dos praticantes que dependem do pesquisador)
2. Prática	Compreensão dos praticantes Transformação da consciência dos praticantes Além dos objetivos do tipo 1	Papel socrático, encorajando a participação e a autorreflexão Escolhe ou projeta as mudanças feitas	Cooperação (“consultoria” do processo)
3. Emancipatória	Emancipação dos participantes das regras de tradição, auto decepção e coerção Sua crítica da sistematização da burocracia Transformação da organização e seus sistemas Além dos objetivos tipos 1 e 2	Moderador do processo (responsabilidade compartilhada igualmente com os participantes)	Colaboração (comunicação sistemática)

Quadro 2 - Modalidades da pesquisa-ação e suas principais características.

Fonte: Adaptado de (ZUBER-SKERRIT, PERRY, 2002; TRIPP, 2005 *apud* TURRIONI, MELLO, 2012 *apud* NAPPI, 2014).

Pelo exposto anteriormente, o presente trabalho pode ser classificado como uma pesquisa-ação prática, considerando o relacionamento entre o pesquisador e os participantes, mantendo uma cooperação. O pesquisador dentro do processo mantém a argumentação através de contínuas perguntas e questionamento das respostas, de modo a encorajar a participação e a autorreflexão, caracterizando assim a pesquisa-ação conduzida. Desta forma, cabe aos participantes aplicar o *framework* referencial, com o acompanhamento e orientação do pesquisador, de modo a garantir o funcionamento das atividades e recomendações. Isso permite ao pesquisador identificar oportunidades de melhorias que poderão contribuir para os ajustes e adequações do *framework* final.

Faz-se necessário que o pesquisador localize a pesquisa relacionando os seus objetivos e as necessidades da organização, antes mesmo de dar início à pesquisa-ação (COUGHLAN; COUGHLAN, 2009, p.243), que como mencionado anteriormente, será conduzida na fase de Estudo Descritivo II.

O ciclo utilizado neste trabalho caracteriza-se pelos seguintes passos (Figura 3):

- Contexto e propósito;
- Diagnosticar situação problemática;
- Planejar ação;
- Implantar ação; e
- Avaliar ação.

Figura 3 - Ciclo da pesquisa-ação.

Fonte: Adaptado de (COUGHAN; COGHLAN, 2009, p.247).

Este ciclo, porém, na última revisão feita pelos autores, sofre uma substituição do termo “diagnosticar situação problemática” por “construção”. A reformulação deste primeiro passo do ciclo de pesquisa-ação como sendo uma atividade dialógica, permite que o início do ciclo não seja apenas a partir de um diagnóstico elaborado pelo pesquisador, mas sim a partir do debate e da interação entre o pesquisador e as partes interessadas do projeto, permitindo o envolvimento de todos no entendimento e construção de quais são os problemas, e assim planejar as ações necessárias. Como esta etapa dialógica envolve a articulação dos fundamentos práticos e teóricos da ação, ela precisa ser feita com cuidado e profundidade (COGHLAN; BRANNICK, 2010).

Esta construção pode mudar em iterações posteriores do ciclo de pesquisa-ação, quaisquer alterações na construção devem ser registradas e articuladas de forma clara,

mostrando como os eventos levaram a um significado alternativo e mostrando as provas e justificativa para os novos significados compartilhados em que outra ação é baseada.

Segundo Coghlan e Brannick (2010) é importante que a etapa de construção seja:

- Uma iniciativa de colaboração;
- O pesquisador-ação envolva outras pessoas relevantes no processo de construção (“*stakeholders*”) e;
- O pesquisador-ação não seja o especialista que decida tudo, além de outros.

Deste modo, o ciclo da pesquisa-ação fica como descrito na Figura 4 a seguir:

Figura 4 - Ciclo da Pesquisa-ação reformulado.

Fonte: (COGHLAN; BRANNICK, 2010, p.8).

No passo preliminar do ciclo iterativo de pesquisa-ação, o “contexto e propósito”, descrito na Figura 4 anterior, possui como pré-requisito o conhecimento da organização, ajudando a responder qual a razão que leva a demanda, tendo ainda pontos importantes que devem ser identificados, como:

- Determinar a necessidade de mudança;
- Definição do futuro Estado;
- Avaliar o presente em termos do futuro para determinar o trabalho a ser feito;
- Gerir a transição.

No primeiro passo do ciclo, a construção, problemas e a situação atual da empresa são relatados. Um aspecto crítico neste passo é que este deve ser colaborativo. Esse passo é caracterizado por duas perguntas: qual é a razão para a ação? Qual a razão para a pesquisa?

Trata-se de uma atividade dialógica em que as partes interessadas do projeto se envolvem na construção de quais são os problemas, no entanto provisoriamente, como tema de trabalho, com base em qual ação deve ser planejada e tomada. Como esta etapa dialógica envolve a articulação dos fundamentos práticos e teóricos da ação, ele precisa ser feito com cuidado e profundidade (COGHLAN; BRANNICK, 2010, p.9).

O passo de “planejar a ação” surge na sequência a partir da exploração do contexto e propósito do projeto, da questão construtiva, e é consistente com isso. Pode ser que este planejamento de ação se concentre em um primeiro passo ou uma série de primeiros passos e pode ser caracterizado pelas perguntas:

- O que necessita mudanças?
- Em quais partes da organização?
- Quais tipos de mudanças são necessários?
- Quem deve apoiar essas mudanças?
- Como estabelecer o comprometimento?
- Como gerenciar as incertezas?

No passo de “implantar a ação”, os planos são implementados com base nas informações obtidas nos passos anteriores e as intervenções são feitas de forma colaborativa, com a participação dos membros-chaves da organização e os participantes.

Por fim, o passo de “avaliar ação” consiste na avaliação dos resultados das ações tomadas visando à revisão do processo para o próximo ciclo, considerando se:

- A construção original foi executada?
- As ações tomadas corresponderam com a Construção?
- A ação foi executada de forma adequada?
- O que alimenta o próximo ciclo de construção, planejamento e ação? Quais as lições aprendidas? (COGHLAN, D.; BRANNICK, T., 2010, p.10)

Figura 5 - Espiral de Ciclo de Pesquisa-ação.

Fonte: (COGHLAN; BRANNICK, 2010, p.10).

A Figura 5 anterior mostra os ciclos de pesquisa-ação que ocorrem ciclicamente e como não se conhece inicialmente o número de iterações, o número de iterações ocorrerá de acordo com a necessidade.

Importante salientar que todos os passos na pesquisa-ação devem envolver a articulação do entendimento do problema e dos fatores atuantes e que fazem a ligação do problema ao sucesso da pesquisa para que se possa compreender o uso da proposta na realidade. Assim, faz-se necessária a integração entre a pesquisa-ação como sendo o procedimento técnico adotado e o método de pesquisa da DRM como abordagem metodológica.

Por isso, a seguir são apresentadas as fases da pesquisa, em que o procedimento técnico e a abordagem metodológica são integrados, delineando-se também as atividades.

2.4 Fases para realização da Pesquisa

A Figura 6 representa as atividades definidas para este trabalho, bem como suas respectivas fases da pesquisa. Nos retângulos maiores estão representadas as quatro fases do método de pesquisa DRM (BLESSING; CHAKRABARTI, 2009), apresentadas anteriormente.

Os retângulos menores representam atividades especificadas por um verbo no infinitivo e um complemento. As setas por sua vez que interligam os retângulos, representam a sequência lógica entre as atividades. A seta circular representa o ciclo da pesquisa-ação.

Figura 6 - Fases da pesquisa e atividades desenvolvidas.

Fonte: Figura adaptada de NAPPI (2014)

2.4.1 Clarificação da Pesquisa – Definindo o problema

A fase de Clarificação da Pesquisa busca estabelecer a definição do problema (BLESSING; CHAKRABARTI, 2009), compreendendo o objetivo, a abordagem metodológica e o procedimento técnico a serem utilizados, bem como instrumentos de

pesquisa e definição das fases e atividades da pesquisa, sendo que a definição do objetivo e métodos caracteriza-se como a principal atividade desta fase.

2.4.1.1 Definição de Objetivo e Métodos

Nesta atividade será descrita a situação atual e a situação desejada, com base na busca de provas, informações ou indícios que apoiam as suposições sobre a realidade e o problema que se deseja resolver.

2.4.2 Estudo Descritivo I – Fundamento Teórico

O principal objetivo é realizar a fundamentação teórica do trabalho, através do tema que vai direcionar a revisão da literatura, com base no objetivo definido na fase anterior. Seus resultados serão apresentados na fundamentação teórica.

2.4.2.1 Realizar revisão bibliográfica inicial

É definido o tema principal que irá para direcionar a revisão da bibliografia: biomimética. Observando os processos de utilização da biomimética no desenvolvimento de produtos e tecnologias, bem como sua incorporação para a construção da visão do produto.

Os resultados dessa atividade são apresentados na fundamentação teórica.

2.4.2.2 Realizar revisão bibliográfica sistemática

O objetivo será levantar informações específicas dos processos de utilização da biomimética no desenvolvimento de produtos e tecnologias.

2.4.3 Estudo Prescritivo – Elaboração Teórica

Nesta fase tem início o desenvolvimento da proposta para resolução do problema, trazendo as informações obtidas na fundamentação teórica, de modo a elaborar a proposta inicial do *framework* referencial.

2.4.3.1 Elaboração da proposta de *framework* referencial

Com base nas informações e entendimentos da fundamentação teórica, a proposta de *framework* referencial é elaborada. É um processo iterativo e deve descrever orientações e possíveis recomendações para a pesquisa-ação, a ser executada na próxima fase. Esta etapa poderá ser revista, para alterações e melhorias no *framework* referencial proposto, com base nas avaliações a serem feitas ao ciclo da pesquisa-ação, durante a etapa de “avaliar a ação”.

Nesta etapa, o conhecimento dos pesquisadores, contribui para o aperfeiçoamento da situação atual e propõe as melhorias que serão representadas na situação desejada. A ocorrência de ciclos para a elaboração da proposta torna possível revisitar as fases anteriores a fim de melhorar sua elaboração.

2.4.4 Estudo Descritivo II – Elaboração Empírica

O objetivo desta fase é a condução da pesquisa-ação e suas atividades são características da pesquisa-ação. Possuem um caráter cíclico e como número de iterações ainda é desconhecido, trataremos este como número de iterações como “n”, conforme já indicado anteriormente.

2.4.4.1 Definir contexto e propósito

O objetivo dessa atividade é responder a duas perguntas: qual é a razão para a ação e qual a razão para a pesquisa? Nesse sentido, a empresa selecionada é uma indústria de cosméticos, localizada em Cajamar, especificamente na sua área de inovação (Pesquisa e Desenvolvimento).

O problema a ser solucionado na empresa consiste na necessidade de entender como através de um *framework* referencial utilizando a biomimética para a construção da visão do produto, poderá contribuir com o desenvolvimento de tecnologias e produtos, e na tomada de decisão para os investimentos em novos projetos, sejam da área de desenvolvimento ou de pesquisa,

A contribuição pretendida é entender a efetividade da aplicação no desenvolvimento de produtos e serviços da biomimética, bem como esta poderá contribuir para a criação da visão do produto, auxiliando nas tomadas de decisão para aprovação em investimentos para a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias e produtos para a empresa. Já a contribuição pretendida para a academia compreende a proposta de um *framework* referencial aplicado e aprimorado pela prática, com melhorias consistentes ao contexto da empresa.

Como parte dessa atividade, o acesso a documentos e às pessoas relevantes deve ser proporcionado para realização do trabalho.

2.4.4.2 Construção

Essa atividade corresponde ao relato dos problemas identificados na empresa, ou seja, a situação atual. Esta construção atende ao primeiro ciclo da pesquisa-ação e com o decorrer de demais ciclos, as informações levantadas em construídas em colaboração com participantes do estudo e *stakeholders* da empresa, podem gerar uma mudança ou adequação desta construção, que por sua vez terá impacto na proposta do *framework* referencial. Trata-se de uma atividade dialógica em que as partes interessadas do projeto se envolvem na construção de quais são os problemas, no entanto provisoriamente, como tema de trabalho, com base em qual ação deve ser planejada e tomada. Essa atividade possui dois momentos distintos.

O entendimento de como ocorre a aplicação da biomimética na empresa, o levantamento das ações necessárias, visando a definição dos ciclos de pesquisa-ação e consequentemente a aplicação das informações na proposta do *framework* referencial.

2.4.4.3 Planejar a ação

O objetivo é a elaboração de um planejamento das ações, sendo que o ciclo inicial da pesquisa-ação, o plano de ação estrutura a utilização da proposta de *framework* referencial inicial. Para os ciclos subsequentes, os resultados obtidos na avaliação das servirão de base para retornar a fase de Estudos Prescritivo - elaboração teórica, pretende-se que ao final que dá ciclo novas informações surjam de modo a aprimorar o *framework* referencial inicial.

Serão identificadas pessoas chave que poderão contribuir com o trabalho de pesquisa, auxiliando na construção das etapas do *framework* referencial, bem como apoiando todo o processo durante a execução do trabalho. Teremos ainda pessoas ligadas à alta direção, bem como gerentes de pesquisa e de desenvolvimento, bem como coordenadores, sendo todos ligados a desenvolvimentos de projetos de tecnologia e produtos, bem como por terem e participam diretamente no processo de planejamento estratégico.

Em cada ciclo, os participantes selecionados poderão contribuir com aprimoramento das etapas do *framework* referencial, que deverão ser executadas e as respectivas lições e aprendizados, contribuindo para de forma relevante para a empresa.

2.4.4.4 Implantar a ação

O plano de ação é, então, colocado em prática. Para essa atividade, o instrumento de pesquisa consiste na manutenção de um controle das atividades, onde teremos cronogramas e descrição das atividades realizadas, podendo assim ser controladas e relatadas. Cabe ao pesquisador ter o registro de suas observações, aprendizados e experiências durante todos os ciclos, de modo que possa incorporá-los no trabalho.

2.4.4.5 Avaliar a ação

Esta atividade faz a reflexão e análise dos resultados das ações tomadas e da revisão do processo para o próximo ciclo, considerando mudanças e melhorias, bem como identificar as lições e aprendizados (empresa e academia) já pensando na preparação para o próximo ciclo da pesquisa-ação. Todas as informações relevantes poderão então ser incorporadas ao *framework* referencial, de acordo com o julgamento do pesquisador.

3 Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica para a condução do presente trabalho. Inicialmente, o primeiro tema abordado refere-se à biomimética, compreendendo seu conceito, áreas de aplicação e processos para sua utilização. Na sequência, de modo mais superficial, será abordada a visão do produto, compreendendo seu conceito, propriedades e alguns métodos para sua criação. Com isso, pretende-se incorporar conceitos fundamentais para a construção da proposta.

3.1 Biomimética

Segundo Volstad e Boks (2008, p.1), uma das principais razões pelas quais a biomimética está mais latente, pode ser pelo simples fato de que, pela primeira vez na história, temos os recursos intelectuais e ferramentas cada vez mais sofisticadas para analisar a natureza e aprender com seus 3,8 bilhões anos de pesquisa e desenvolvimento.

Para Bar-Cohen (2006), biomimética é o desenvolvimento de novas tecnologias através da destilação de princípios do estudo de sistemas biológicos. Tecnologias biomiméticas surgem a partir de um fluxo de ideias das ciências biológicas em áreas diversas, como engenharia, arquitetura, design, ciências, biologia, medicina, artes e outras beneficiando-se dos milhões de anos de esforços dos projetos realizados pela seleção natural em sistemas vivos.

Biomimética (*bio* significa vida em grego, e *mimesis*, significa, mimetizar, imitar) é um campo crescente que busca intercalar mecanismos biológicos naturais e estruturas em uma ampla gama de aplicações. O aumento do interesse em biomimética nos últimos anos proporcionou um terreno fértil para a inovação. Esta avaliação fornece uma análise com base ecossistema de biomimetismo inspirando tecnologia e inovação de produtos (LURIE-LUKE, 2014, p.1494).

Também pode ser definida como imitando ou inspirando-se em formas e processos da natureza para resolver os problemas para os seres humanos (BENYUS, 1997). O mesmo autor fornece um fundamento para esta disciplina emergente, argumentando para a necessidade de

imitar a natureza para garantir um futuro mais sustentável. Ainda Benyus (1997) enfatiza que, embora a forma seja um componente óbvio da natureza, imitar apenas a forma natural não seria suficiente. Em vez disso, El-Zeiny (2012, p. 503), argumenta que “uma emulação completa da natureza envolve pelo menos três níveis de mimetismo: forma, processo e ecossistema”.

Figura 7 - Transporte - O bico do Martim Pescador inspirando solução no trem bala.

Fonte: Asknature ⁴

Na Figura 7, o trem bala japonês, *Shinkansen*, da companhia ferroviária *West Japan* é o trem mais rápido do mundo, viajando a 200 milhas por hora. O barulho gerado quando o trem sai dos túneis era um problema a ser resolvido. Modelando a frente do trem a partir do *design* bico do Martim pescador, que quase não respinga água ao mergulhar para capturar peixes, resultou não somente na solução de um trem silencioso, mas também numa redução de 15% no consumo de eletricidade, como também no tempo das viagens, sendo 10% mais rápidas.

BENYUS (1997) realizou uma ampla busca de iniciativas ligadas a pesquisas que visavam à descoberta e o desenvolvimento de novas tecnologias mais sustentáveis, como também materiais e produtos, a partir dos conhecimentos adquiridos da investigação detalhada de processos biológicos e ecológicos.

⁴ Disponível em: <http://biomimicry.net/about/biomimicry/case-examples/transportation/>>. Acesso em: 16 out. 2015.

O mesmo autor define a abordagem biomimética, considerando a Natureza como modelo, medida e mentora, descrita a seguir:

“Natureza como modelo. Biomimética é uma nova ciência que estuda os modelos da natureza e, em seguida, os imita ou se inspira nestes projetos e processos para resolver problemas humanos” (BENYUS, 1997, p.8).

“Natureza como uma medida. Biomimética usa um padrão ecológico para julgar o “acerto” das nossas inovações. Após 3,8 Bilhões de anos de evolução, a natureza aprendeu: O que funciona. O que é apropriado. O que dura.” (BENYUS, 1997, p.8).

“Natureza como um mentor. Biomimética é uma nova forma de ver e valorizar a natureza. Ele introduz uma era baseada não no que podemos extrair do mundo natural, mas sobre o que podemos aprender com ele.” (BENYUS, 1997, p.8).

Biomimética é mais do que apenas reproduzir um objeto natural ou sistema. Nem é simplesmente projetar algo considerado "verde" ou sustentável. É primeiro um exame atento de um organismo ou ecossistema, em seguida, uma aplicação consciente dos princípios de design subjacentes encontrados na solução natural. Aprender sobre a natureza é uma coisa e aprendendo com a natureza é outra (EL-ZEINY, 2012, p. 503).

Figura 8 - Arquitetura - Aprendendo com os cupins como criar Edifícios Sustentáveis.

Fonte: Asknature ⁵

⁵ Disponível em: <http://biomimicry.net/about/biomimicry/case-examples/architecture/>> e <http://www.asknature.org/strategy/8a16bdfdd27387cd2a3a995525ea08b3#.VB52Ry5dUa0>> Acesso em: 16 out. 2015.

Na Figura 8, um exemplo de biomimética, aplicado a arquitetura. O edifício Eastgate, um complexo de escritórios em Harare, Zimbábue, tem um sistema de ar condicionado baseado em torres de auto refrigeração, inspirado na estratégia dos cupins macrotermítine que mantem a temperatura interno de seus ninhos no deserto. Estes cupins mantem a homeostase do ninho, através de túneis, chaminés e uso de do vento criando campos de pressão, enquanto as temperaturas exteriores variam de 42°C durante o dia e 3°C a noite.

Pode-se concluir que há um vasto campo de investigação do conhecimento existente na natureza, considerando ainda o uso da biomimética como ferramenta para a geração de alternativas, durante a fase de projeto conceitual (DETANICO; TEIXEIRA; SILVA, 2010, p.101).

“Um desenvolvimento do produto começa com um conceito inicial definindo os benefícios chave de desempenho, e a biomimética oferece as experiências de milhares de milhões de anos de evolução como uma fonte de inspiração.” (LURIE-LUKE, 2014, p.1502).

Biomimética revelou novas oportunidades para o desenvolvimento de materiais em uma variedade de campos, incluindo óptica, medicina, agricultura, geração de energia, têxtil, auxiliares de transporte e construção.

LURIE-LUKE, E. (2014) cita algumas das áreas que melhor traduzem a aplicação biomimética em produtos e tecnologias, sendo estas relacionadas aos desenvolvimentos de materiais e locomoção. Como exemplo citado pelo mesmo autor, referente ao desenvolvimento de materiais, podemos destacar a divisão destes em quatro grupos:

1. materiais inteligentes inspirados pela capacidade da natureza para reagir e mudar em resposta a estímulos externos;
2. modificadores de superfície, que inclui novas topografias de superfície com funções melhoradas;
3. projetos estruturais que apresentam novas formas e;
4. arranjos estruturais e tecnologias baseados na melhoria dos sistemas existentes usando parâmetros específicos de uma adaptação.

O mesmo autor aborda ainda tendências emergentes para aplicações da biomimética. Tendências essas que se referem às áreas que já têm uma série de desenvolvimentos interessantes e se beneficiariam ainda mais dos desenvolvimentos para aplicações industriais,

principalmente focadas na exploração da capacidade de organismos em detectar e reagir ao seu ambiente, que poderia ser aplicada no desenvolvimento de materiais inteligentes, como por exemplo, a auto-montagem e materiais ópticos, e também o desenvolvimento de novos sensores.

Figura 9 - Produto - Tecnologia de display Mirasol™

Fonte: Asknature⁶

Na Figura 9, a empresa Qualcomm desenvolveu uma tecnologia que deixa os displays coloridos visíveis sob qualquer condição de luz, com base nas estruturas das asas da borboleta Morpho. Estas estruturas altamente desenvolvidas para refletir a luz de modo que determinados comprimentos de onda interfiram uns com os outros para criar cores mais puras e vivas da natureza, serviram de inspiração para o desenvolvimento desta tecnologia.

Considerando o aumento do interesse em biomimética, há um amplo campo para a inovação, inspirando tecnologia e inovação de produtos (LURIE-LUKE, 2014, p. 1495) em várias empresas, muitos trabalhos nesta área citam o uso de analogias para fazer a tradução das estratégias naturais, ou seja, as analogias representam o tipo de semelhança na concepção biomimética pretendida, usando a estratégia do fenômeno biológico, ou seja, conceitos

⁶ Disponível em: <http://www.asknature.org/product/af429a05af212ee9fc74977247408bf5>>. Acesso em: 16 out. 2015.

análogos podem propor soluções (SHU, 2011, p.5) e assim implementar a estratégia utilizada por fenômenos biológicos, inspirando tecnologias e inovação de produtos.

Segundo Soares (2008), é possível verificar no método da analogia, relações frequentes com a natureza para encontrar soluções de concepção.

Analogias e metáforas podem ser compreendidas da seguinte maneira: as analogias estruturam-se no raciocínio analógico, são comparações explícitas entre dois domínios (SANTOS; FACHÍN-TÉLAN, 2012, p.2). Um exemplo seriam conceitos análogos que propõem soluções de sucção ou de absorção com base na estratégia utilizada por sanguessugas (SHU, 2011, p.5), já a metáfora se estrutura numa comparação entre dois domínios de forma implícita, sendo que muitas metáforas podem ser confundidas com analogias simples, no entanto, sempre a analogia define a característica de comparação, a metáfora não (SANTOS; FACHÍN-TÉLAN, 2012, p.2).

A metáfora é uma espécie de linguagem figurativa importante e ao mesmo tempo uma expressão alegórica. É um método próprio de percepção. É o meio pelo qual indivíduos situados em contextos diferentes e com experiências diversas compreendem algo de maneira intuitiva, mediante o uso da imaginação e de símbolos, sem a necessidade de análises ou generalizações. Através das metáforas, as pessoas reúnem seus conhecimentos sob novas formas, que servem para expressar o que sabem, mas ainda não está traduzido em palavras. Como tal, a metáfora é altamente eficaz em fomentar o comprometimento direto com o processo criativo nos primeiros estágios da criação do conhecimento (NONAKA, 1991, p.38).

Os processos de pensamento humanos são em grande parte metafóricos e o uso de metáforas pode auxiliar na construção de uma visão compartilhada de um mundo particular. Seu uso auxilia no compartilhamento de percepções e o mais importante, o conhecimento tácito especialmente. O desenvolvimento de metáforas ajuda a articular objetivos mutuamente entendidos e servem como critérios para avaliar soluções alternativas (DUMAS, 1994, p.74).

O uso de metáforas é especificamente útil para o enquadramento e definição do problema. Permitem ainda a compreensão do problema a partir de diferentes perspectivas, com a criação de comparações com outro conceito ou situação. As diferenças entre metáforas e analogias são muitas vezes pouco claras, embora eles tenham objetivos diferentes. Espera-se que as metáforas deem um sentido e uma perspectiva sobre um problema; já as analogias

permitem a criação de ideias, mapeando estruturas e princípios comuns entre a solução alvo analógica e sua fonte (GONÇALVES et al., 2014, p.47).

Teorias foram apresentadas através de analogias, de modo a facilitar a compreensão por meio de construções de objetos análogos, tais como: o sistema hidráulico utilizado por Maxwell para compreensão da teoria sobre a força elétrica; a anatomia de alguns órgãos vegetais na árvore, utilizada por Darwin para explicar a ancestralidade comum e alguns elementos na teoria da Evolução (SANTOS; FACHÍN-TÉLAN, 2012).

Neste sentido, da mesma forma que a analogia auxilia a biomimética, na concepção de conceitos análogos que podem propor soluções (SHU, 2011, p.5) e assim implementar a estratégia utilizada por fenômenos biológicos, inspirando tecnologias e inovação de produtos, tanto a metáfora como a analogia podem contribuir para que a equipe de projeto tenha uma “visão” comum do que precisa ser desenvolvido.

Porém há um ponto importante a destacar, as analogias biológicas que mais inspiram estão sujeitas ao desconhecimento dos designers, que neste caso deveriam estar familiarizados com o problema a resolver, antes de buscar soluções na biologia (CHOU; SHU, 2015, p.141).

Figura 10 - Energia - Aprendendo com as baleias Jubarte, gerando energia eólica eficiente.

Fonte: Asknature ⁷

⁷ Disponível em: <http://biomimicry.net/about/biomimicry/case-examples/energy/>>. Acesso em: 16 out. 2015.

A Figura 10, retrata uma solução da empresa *WhalePower* está aplicando as lições aprendidas com as baleias Jubarte ao design de turbinas de vento para aumentar a sua eficiência. Testes em túnel de vento de modelos das barbatanas da baleia Jubarte com e sem tubérculos demonstraram as melhorias aerodinâmicas que os tubérculos fazem, como por exemplo, uma redução de 32% no arrasto aerodinâmico.

A biomimética é inerentemente interdisciplinar e é baseada em analogias entre domínios que exijam conhecimentos entre dois domínios diferentes, a engenharia e a biologia. Os objetos, as relações e processos na biologia e na engenharia são muito diferentes, há um desafio no estabelecimento da comunicação entre estas áreas do conhecimento. Os biólogos buscam entender como as estratégias naturais ocorrem na natureza, já os engenheiros buscam gerar soluções para projetos a partir de novos desafios que lhes são impostos. Neste caso ambos possuem métodos de investigação e perspectivas diferentes sobre os projetos (HELMS et al., 2009, p.606).

Neste sentido, faz-se necessária alguma forma ou procedimento de interpretação e tradução de biologia para se chegar à tecnologia. A abstração técnica só é possível, através de um biólogo que aponte um fenômeno interessante ou incomum e tenha conhecimento dos princípios gerais por trás de seu funcionamento, para só então ser disponibilizado para o uso biomimético (VINCENT et al., 2006, p.474).

Figura 11 - Limpeza natural – O efeito Lotus.

Fonte: Asknature e Biomimicry ⁸

⁸ Disponível em: <http://www.asknature.org/strategy/714e970954253ace485abf1cee376ad8> e <http://biomimicry.net/about/biomimicry/case-examples/natural-cleaning/>. Acesso em: 16 out. 2015.

A Figura 11 mostra detalhes da planta de lótus (*Nelumbo nucifera*) que mantém-se livres de sujeira, uma vantagem óbvia para uma planta aquática que vivem em habitats tipicamente barrentos, e o faz sem o uso de detergente ou gastando energia. Aditivos de superfícies, microscopicamente irregulares têm sido introduzidos em novas gerações de tintas, em vidros e até em acabamentos de tecidos, reduzindo muito a necessidade de limpeza, tem como inspiração a folha de Lotus.

SHU, L. H. et al. (2011), reitera como uma alternativa para a identificação de analogias biológicas, para resolução de problemas é a utilização de biólogos, para a interpretação de tradução da biologia.

As buscas por soluções naturais também podem ocorrer acessando bases de dados, ou até mesmo ferramentas que auxiliam na busca destas soluções e interpretações para aplicações na engenharia, arquitetura, *design* e outras áreas, tais como o DANE (*Design by Analogy to Nature Engine*) para apoiar o processo de projetos biologicamente inspirados, ajudando os designers, engenheiros e equipes de projetos a encontrar sistemas biológicos que possam ser relevantes para um determinado problema de projeto de engenharia, auxiliando na compreensão do funcionamento dos sistemas biológicos, de modo a extrair e transferir os princípios apropriados para problemas de *design* de engenharia, permitindo ainda que as equipes possam gerar modelos e inseri-los na ferramenta (GOEL et al., 2014, p.887).

TRIZ, ferramenta desenvolvida a mais de 50 atrás na Rússia, é conhecida pela sua transferência bem-sucedida de várias invenções e soluções de um campo de engenharia para outro. Considerando que a biomimética busca também transferir funções, mecanismos e princípios de um campo para outro, TRIZ parece ser um caminho adequado para a identificação de funções e transferindo-os de natureza à engenharia (VINCENT et al, 2006, p.474). BioTRIZ foi a adaptação desenvolvida pelo mesmo autor.

Há também vários métodos e processos para aplicação da biomimética e esses métodos e processos podem variar de acordo com a sua abordagem. A investigação de métodos que suportam um projeto de biomimética passa por dois pontos importantes, como os métodos que suportem a busca e representação dos fenômenos biológicos para o projeto e os estudos para melhor compreender e apoiar a aplicação das analogias biológicas nos projetos.

Neste sentido duas abordagens tornam-se relevantes em projetos de biomimética (HELMS et al., 2009, p. 610 e 614):

- A abordagem guiada pela solução biológica, onde um fenômeno biológico interessante inspira a busca de aplicações potenciais, e;
- A abordagem guiada pelo problema, onde um determinado problema motiva a busca soluções biológicas que possam contribuir para a resolução do problema.

Assim foram identificados alguns métodos e processos para aplicação da biomimética, apresentados nos quadros a seguir, relatando suas etapas para aplicação nos projetos e as abordagens, conforme HELMS et al (2009). Sendo que o Quadro 3 apresenta os métodos identificados no qual a abordagem é guiada pela solução biológica e o Quadro 4 apresenta os métodos identificados no qual a abordagem é guiada pelo problema.

AUTOR	V. VAKILI, L.H. SHU (2001)	BAUMEISTER D, TOCKE R, DWYER J, RITTER S, BENYUS J. (2013)	HELMS, M.; GOEL, A. K. (2014)	GRIGORIAN, M. (2014)	HELMS, M.; VATTAM, S. S.; GOEL, A. K. (2009)
FERRAMENTA	--	BIOLOGY TO DESIGN	--	--	THE FOUR-BOX METHOD
ARTIGO/FONTE	TOWARDS BIOMIMETIC CONCEPT GENERATION	BIOMIMICRY RESEARCH HANDBOOK: A SEED BANK OF KNOWLEDGE AND BEST PRACTICES	THE FOUR-BOX METHOD: PROBLEM FORMULATION AND ANALOGY EVALUATION IN BIOLOGICALLY INSPIRED DESIGN	BIOMIMICRY AND THEORY OF STRUCTURES-DESIGN METHODOLOGY TRANSFER FROM TREES TO MOMENT FRAMES	BIOLOGICALLY INSPIRED DESIGN: PROCESS AND PRODUCTS
ETAPAS	SELECIONAR OS PRIMEIROS FENÔMENOS BIOLÓGICOS.	DESCOBRIR AS ESTRATÉGIAS NATURAIS (SISTEMAS BIOLÓGICOS)	DEFINIR A FUNÇÃO	IDENTIFICAR SOLUÇÕES NATURAIS	IDENTIFICA A SOLUÇÃO BIOLÓGICA (DESIGNER PARTE DE UMA SOLUÇÃO PRÉVIA)
	IDENTIFICAR PALAVRAS CHAVE (FUNCIONAIS DE ENGENHARIA).	ABSTRAIR OS PRINCÍPIOS DE DESIGN (SOLUÇÕES)	DEFINIR O CONTEXTO	REALIZAR ANALOGIA DA SOLUÇÃO NATURAL PARA SOLUÇÕES CRIADAS PELO HOMEM	DEFINIR A SOLUÇÃO BIOLÓGICA.
	IDENTIFICAR OS "LINKS" ENTRE AS PALAVRAS CHAVE E OS FENÔMENOS BIOLÓGICOS .	PROPOR (BRAINSTORM) APLICAÇÕES POTENCIAIS (VEM DAS ESTRATÉGIAS NATURAIS)	DEFINIR RESTRIÇÕES	REALIZAR A TRANSFERENCIA DA SOLUÇÃO NATURAL	EXTRAIR OS PRINCÍPIOS DA SOLUÇÃO BIOLÓGICA
	IDENTIFICAR PALAVRAS CHAVE ENTRE OS "LINKS".	EMULAR ESTRATÉGIAS DA NATUREZA (COMO MIMETIZAR A NATUREZA)	DEFINIR CRITÉRIOS DE DESEMPENHO PARA GARANTIR EXECUÇÃO DA FUNÇÃO		REFORMULAR A SOLUÇÃO (FORÇA O DESIGNER VER COMO A SOLUÇÃO SERÁ ALCANÇADA)
	IDENTIFICAR E ENCONTRAR MAIS DETALHES SOBRE	AVALIAR FRENTE AOS PRINCÍPIOS DA VIDA (CONCEITOS SUSTENTÁVEIS - B3.8)			IDENTIFICAR UM PROBLEMA
					DEFINIR O PROBLEMA
					APLICAR OS PRINCÍPIOS DA SOLUÇÃO BIOLÓGICA (INTERPRETAR OS PRINCÍPIOS - ANALOGIAS - BIOLOGIA PARA ENGENHARIA)

Quadro 3 - Métodos para uso da biomimética - Abordagem guiada pela Solução (elaborado pelo autor).

AUTOR	Volstad; Boks (2012)	BAUMEISTER D, TOCKE R, DWYER J, RITTER S, BENYUS J. (2013)	SHU, L. H. (2007)	HABERLAND, M.; KIM, S. (2015)	SHU, L. H. et al. (2011)	HELMS, M.; VATTAM, S. S.; GOEL, A. K. (2009)	VINCENT et al. (2006)
FERRAMENTA	BIOMIMICRY CARD DESK	CHALLENGE TO BIOLOGY	--	--	--	THE FOUR-BOX METHOD	BIOTRIZ
ARTIGO/FONTE	ON THE USE OF BIOMIMICRY AS A USEFUL TOOL FOR THE INDUSTRIAL DESIGNER	BIOMIMICRY RESEARCH HANDBOOK: A SEED BANK OF KNOWLEDGE AND BEST PRACTICES	INTEGRATING FUNCTION-BASED AND BIOMIMETIC DESIGN FOR AUTOMATIC CONCEPT GENERATION	ON EXTRACTING DESIGN PRINCIPLES FROM BIOLOGY: I. METHOD – GENERAL ANSWERS TO HIGH-LEVEL DESIGN QUESTIONS FOR BIOINSPIRED ROBOTS	BIOLOGICALLY INSPIRED DESIGN	BIOLOGICALLY INSPIRED DESIGN: PROCESS AND PRODUCTS	BIOMIMETICS: ITS PRACTICE AND THEORY.
ETAPAS	APRESENTAR O PROBLEMA	IDENTIFICAR A FUNÇÃO	DESCREVER O PROBLEMA	PERGUNTAR - OBSERVAÇÃO DO SISTEMA BIOLÓGICO	DEFINIR O PROBLEMA	DEFINIR O PROBLEMA	DEFINIR O PROBLEMA
	UTILIZAR E OBSERVAR OS CARTÕES COMO INSPIRAÇÃO	DEFINIR O CONTEXTO (ONDE E COMO OCORRE O DESAFIO)	IDENTIFICAR ESTRATÉGIAS NATURAIS	MODELAR O SISTEMA DE ENGENHARIA (A PARTIR DA PERGUNTA)	PESQUISAR A SOLUÇÃO (ANALOGIAS) BIOLÓGICA	REFORMULAR A PROBLEMA (BIOLOGIZAR)	ANALISAR E ENTENDER O PROBLEMA (ENCONTRAR ANALOGIA FUNCIONAL NA BIOLOGIA)
	REALIZAR BRAINSTORM PARA GERAÇÃO DE IDÉIAS	BIOLOGIZAR - DEFINIR A PERGUNTA (VEM DA FUNÇÃO DO DESAFIO)	IDENTIFICAR A ESTRATÉGIA DAS SOLUÇÕES NATURAIS (ANALOGIA)	EXPERIMENTAR - TESTAR AS HIPÓTESES (A PARTIR DA PERGUNTA E DA MODELAGEM)	AVALIAR A SOLUÇÃO (ANALOGIAS) BIOLÓGICA	PESQUISAR A SOLUÇÃO BIOLÓGICA	COMPARAR AS SOLUÇÕES (ENCONTRAR SOLUÇÕES COMUNS, PRINCÍPIOS TÉCNICOS RECOMENDADOS).
		DESCOBRIR AS ESTRATÉGIAS NATURAIS (SISTEMAS BIOLÓGICOS)	CRIAR MODELO FUNCIONAL DA ESTRATÉGIA NATURAL	ANALISAR PARA GERAR OS PRINCÍPIOS DE CONCEPÇÃO (A PARTIR DOS DADOS GERADOS)	APLICAR A SOLUÇÃO (ANALOGIAS) BIOLÓGICA	DEFINIR A SOLUÇÃO BIOLÓGICA	CRIAR A PONTE ENTRE A SOLUÇÃO NATURAL E O DESIGN TÉCNICO.
		ABSTRAIR OS PRINCÍPIOS DE DESIGN (SOLUÇÕES)	CRIAR MODELO FUNCIONAL DA SOLUÇÃO DE ENGENHARIA (ANALOGIA)		VERIFICAR A COERENCIA E CONSISTENCIA DA SOLUÇÃO BIOLÓGICA.	EXTRAIR OS PRINCÍPIOS DA SOLUÇÃO BIOLÓGICA	DESNVOLVER A NOVA TECNOLOGIA.
		EMULAR ESTRATÉGIAS DA NATUREZA (COMO MIMETIZAR A NATUREZA)				APLICAR OS PRINCÍPIOS DA SOLUÇÃO BIOLÓGICA (INTERPRETAR OS PRINCÍPIOS - ANALOGIAS - BIOLOGIA PARA ENGENHARIA)	
		AVALIAR FRENTE AOS PRINCÍPIOS DA VIDA (CONCEITOS SUSTENTÁVEIS - B3.8)					

Quadro 4 - Métodos para uso da biomimética - Abordagem guiada pelo Problema (elaborado pelo autor).

Os métodos em si são bem abrangentes e as etapas caracterizadas por ações, como definir, apresentar, descobrir, abstrair, avaliar, criar, identificar entre outras. Percebe-se nos métodos do Quadro 3 que as abordagens variam, sejam elas guiadas pela solução biológica ou pelo problema, restando às equipes de projeto optar por uma ou outra abordagem, dependendo da necessidade.

Vale ainda ressaltar que o número de etapas, difere de método para método. Alguns dos métodos retratados nos quadros variam o nível de profundidade com que o processo é executado, considerando inclusive a mesma abordagem, no caso a abordagem guiada pelo problema, por exemplo, o método descrito por Volstade; Boks (2012) difere do método descrito por SHU et al (2007), que por sua vez difere do método descrito por HELMS et al (2009).

As metodologias de biomimética levantadas partem de dois tipos de abordagens, sendo uma guiada pela solução biológica, onde um fenômeno biológico interessante inspira a busca de aplicações potenciais ou da outra abordagem guiada pelo problema, onde um determinado problema motiva a busca por soluções biológicas que possam contribuir para a resolução do respectivo desafio.

Para a elaboração do *framework* inicial, como citado, partiu-se de metodologias cuja abordagem é focada na identificação do problema, onde e como ele ocorre. Nelas observa-se que é deixado de lado um ponto importante, relativo a um contexto mais completo, relacionado a informações e características de mercado e estratégias corporativas, entre outros, que podem ajudar e ser determinantes no direcionamento e investimentos dos projetos.

Deste modo a identificação de características e informações mais amplas do contexto contribui para o entendimento das demandas dos clientes, orientando o processo de desenvolvimento de produto. Isto vai de encontro com as metodologias de construção da visão de produto, onde a interação com os clientes é considerada um fator relevante durante o processo de construção desta visão, diferente de outros métodos relacionados a gestão de desenvolvimento de produtos.

Considerar um contexto mais amplo pode abrir oportunidades para soluções mais inovadoras e não apenas soluções pontuais de problemas específicos, que podem estar relacionados até mesmo a projetos existentes, assim a inovação ficaria restrita a retrabalhos e reformulações.

Assim o *framework* inicial proposto, traz em sua Etapa 1, a identificação da demanda focada no contexto mais aprofundado, além da problemática a ser resolvida, através da identificação de requisitos para a busca de soluções naturais até o final desta etapa.

Outro ponto importante a ser considerado em relação às metodologias de biomimética levantadas é o fato de não existir uma atividade de alinhamento entre cliente e equipe de projeto. As metodologias apenas indicam atividades como avaliar soluções, comparar soluções sem que haja uma verificação se as soluções encontradas estão de acordo com as demandas iniciais identificadas. Deste modo a Etapa 2, de desenvolvimento de conceitos, do *framework* inicial proposto, considera uma validação do andamento dos projetos, considerando uma atividade de alinhamento entre cliente e a equipe de projeto.

Além disso, as metodologias de biomimética levantadas falam em abstrair princípios de design, criar modelos funcionais, experimentar e testar as soluções, mas não relatam e detalham claramente a solução em si. Neste ponto a Etapa 3, de desenvolvimento de novos produtos, do *framework* inicial proposto, incorpora a atividade de criação e validação da visão do produto, tendo como ferramenta de apoio a proposta do *checklist* das propriedades da visão.

As informações levantadas nesta etapa servirão de apoio à estruturação do *framework* referencial inicial, que propõe utilizar a biomimética para a construção da visão do produto, no desenvolvimento de produtos inovadores, a ser descrito na Elaboração Teórica da Proposta de *Framework* Referencial Inicial (na seção 4.1).

3.2 Conceito de Visão

Dentro do contexto de desenvolvimento de produtos, a visão pode ser atribuída a diferentes contextos, como descrito por Bennassi (2013), auxiliando desde a orientação dos trabalhos iniciais das equipes de projetos (KOTTER, 1995; HIGHSMITH, 2004; TESSAROLO, 2007), aprimoramento e melhora do processo de desenvolvimento de produto (CLARK, 1989; COOPER, 1995; REID; BRENTANI, 2010), além de contribuir para a inovação (XIE; WANG, 2008; LIN; LUH, 2009).

O termo visão traz muitas interpretações em diversos trabalhos presentes nas literaturas das áreas de marketing, gestão de desenvolvimento de produtos, gerenciamento ágil

de projetos, design e planejamento estratégico, nem sempre idênticas e em alguns casos certas similaridade e em níveis de visão diferentes como organizacional, mercado, produto e projeto (BENASSI, 2013).

No planejamento estratégico, Visão tem sentido de visão do negócio.

... “Se uma pessoa não conseguir comunicar a visão e obter uma reação de entendimento e interesse de alguém em cinco minutos ou menos, as organizações e pessoas envolvidas não estarão prontas para as transformações necessárias”. (KOTTER, 1995).

A definição adotada por Benassi e Amaral (2008), como sendo uma definição menos abstrata e mais prática é que a Visão do Produto é uma descrição de alto nível, sucinta e preferencialmente na forma gráfica do(s) produto(s) final do projeto. Antecipando o produto que ainda não existe e será entregue ao seu término. A descrição pode conter dimensões como forma, função, possíveis estados, módulos e interfaces entre eles, requisitos e metas. Deve também, necessariamente, ter as seguintes propriedades: ser desafiadora, explicitar as soluções de compromisso e divergências (por meio de uso de metáforas, analogia e conceito integrador) e proporcionar motivação para a equipe.

Ainda segundo Benassi (2013), a visão do produto é uma descrição sucinta, metafórica e desafiadora, que emerge em uma equipe de projeto e que serve como alinhamento frente ao produto obtido no final do desenvolvimento. Considerada como fator crítico de sucesso em áreas como desenvolvimento de produto, planejamento estratégico e gerenciamento ágil de projetos. Há também propostas de métodos para concebê-la, mas não são capazes de sistematizar o envolvimento do cliente no processo.

Benassi (2013) afirma que muitos autores definem visão como uma descrição de um produto final do projeto e depois apontam qualidades que a caracterizam. Esses autores comumente organizam essas qualidades em agrupamentos como atributos, artefatos, elementos e características da visão, segundo o mesmo autor.

Identificaram-se dois aspectos comuns na análise das várias definições identificadas por Benassi (2013):

- Referem-se à visão do produto como uma descrição do produto final e;
- Afirmam unanimemente que não se trata de uma definição qualquer.

O quadro a seguir mostra o resultado obtido por Benassi (2013), onde após revisão bibliográfica, os trabalhos foram classificados dentro dos níveis de visão descritos por Reid e Brentani (2010), sendo estes as visões organizacional, tecnológica, de mercado e de projeto. O quadro ainda apresenta os trabalhos cuja abordagem da visão ocorre no nível de produto, ou seja, para que possa ser considerada uma visão do produto é necessário satisfazer certas condições, como por exemplo, possuir um desenho ou esboço do produto final, ser sucinta, ser obtida de forma compartilhada pela equipe de projeto e clientes etc.

Schwaber e Beedle (2002) apud Pichler (2010)	Sketch que representa a essência do produto futuro, funcionando como uma meta global e guiando as pessoas envolvidas no projeto, isto é, consumidores, usuários, gerência, time de desenvolvedores e outros stakeholders.
Crawford e Di Benedetto, (2003)	Clareza de direções, metas e objetivos para o desenvolvimento de um produto dentro de uma equipe.
Highsmith, (2004)	Descrição expandida do que o produto pode se tornar. Além disso, a visão serve também para limitar as suas características.
Tessarolo (2007)	Habilidade da empresa em definir objetivos claros e estratégias bem organizadas para o processo de desenvolvimento e compartilhar esses objetivos e estratégias com todos os envolvidos no desenvolvimento.
Chen, Chang e Lin, (2010)	Declaração clara da direção e das metas dos mecanismos que habilitam a integração da companhia para rapidamente desenvolver novos produtos e assegurar que o progresso fique de acordo com o cronograma.
Brown e Eisenhardt, (1995)	Significa mesclar competências da empresa (ex: habilidades individuais técnicas, de marketing e outras) e estratégias com a necessidade de mercado (ex: preferências de clientes, estilos e custos) para criar um conceito efetivo de produto.
Amaral et. al. (2011)	Descrição de alto nível, isto é sucinta e preferencialmente gráfica de um produto que ainda não existe e que deverá ser desenvolvido em um projeto. Essa visão pode conter as seguintes dimensões: forma, função, possíveis estados, módulos e a interface entre eles, requisitos e metas.

Quadro 5 - Definições de Visão do Produto.

Fonte - Benassi (2013, p.92)

A visão do produto serve como uma descrição dos limites e condições dentre as quais o desenvolvimento deve ocorrer, ou seja, de acordo com as restrições de escopo, prazo e custo.

Os autores definem visão como uma descrição de um produto final do projeto e depois apontam qualidades que a caracterizam. Esses autores comumente organizam essas qualidades em agrupamentos como atributos, artefatos, elementos e características da visão Benassi (2013).

A definição menos abstrata e mais prática definida por Amaral et al. (2011, p.58), é:

“Visão do Produto é uma descrição de alto nível, sucinta e preferencialmente na forma gráfica do(s) produto(s) final do projeto. Antecipando o produto que ainda não existe e será entregue ao seu término. A descrição pode conter dimensões como forma, função, possíveis estados, módulos e interfaces entre eles, requisitos e metas. Deve também, necessariamente, ter as seguintes propriedades: ser desafiadora, explicitar as soluções de compromisso e divergências (por meio de uso de metáforas, analogia e conceito integrador) e proporcionar motivação para a equipe”.

Esta definição seguirá como norteadora das análises a serem realizadas, considerando-se a utilização da Biomimética para a construção da visão do produto.

3.3 Propriedades da Visão

Segundo Benassi (2013), alguns termos como, atributos, artefatos, elementos e características são utilizados por autores para se referir à visão, o que dificulta uma definição mais concreta do termo e o processo para construção da visão do produto.

Ainda neste trabalho foram identificados dois aspectos comuns, sendo a visão do produto como uma descrição do produto final e não uma simples definição qualquer, deve possuir um desenho ou esboço do produto final, ser sucinta, ser obtida de forma compartilhada pela equipe de projeto e clientes etc.

O mesmo autor ainda sugere a criação de um grupo componentes da visão, subdividido em dois subgrupos, elementos e propriedades da visão, ou seja, os componentes da visão seriam a união dos elementos e propriedades da visão do produto. Um conjunto de artefatos, gerados a partir de um conjunto de elementos (da visão) que, por sua vez, devem respeitar a um conjunto de propriedades (da visão).

Diferem-se por aspectos ligados ao processo e a qualidade dos resultados obtidos no processo para criação da visão do produto, sendo:

- **Elementos da visão do produto:** processos como técnicas, métodos, descrições e práticas que levam a criação da visão do produto, ou seja, um artefato, utilizado na descrição da visão do produto (ex. descrição através de sketches/esboços - “Artefato Visual” seria um elemento da visão);
- **Propriedades da visão:** são as qualidades desejadas para os artefatos utilizados na descrição da visão do produto (ex. um “Artefato Visual”/sketch/esboço sucinto, desafiador, etc, ou seja, qualidades que os elementos devem conter para garantir que o resultado final seja considerado uma visão do produto).

A evolução do trabalho Benassi (2013), apresenta a seguir um quadro, adaptado do trabalho de Benassi, Ferreira, Junior, Amaral (2011), contendo oito propriedades da visão.

Propriedades da visão	Descrição	Principais fontes
Clara	A clareza da visão normalmente é associada à capacidade em representar visualmente o conhecimento tácito crítico sobre conceitos de produtos complexos e ideias, que facilita a tomada de decisões e influencia positivamente no resultado do projeto.	Lynn e Akgün (2001); Highsmith (2004); Pichler (2010); Lange e Hehl-Lange (2010); Yap, Ngwenyama, Oseibryson, (2003)
Concisa	A concisão está relacionada à capacidade de comunicar e sintetizar as informações essenciais do projeto em uma base única.	Idem anterior.
Priorizadora	A visão apresenta ideias e princípios de soluções para o problema do projeto e consequentemente atendimento das necessidades dos clientes. Neste sentido verifica-se que a priorização é útil na eliminação de conflitos entre atributos desejáveis do produto.	Pichler (2010).
Alinhada com estratégia⁹	O alinhamento da visão com a estratégia da empresa proporciona um estreitamento de relacionamento entre a alta administração e os membros da equipe de projeto fazendo com que cada grupo possa compreender melhor a perspectiva do outro.	Laitinen et al. (2008).
Metafórica	A utilização de metáforas na visão proporciona a ampliação das perspectivas dos envolvidos e consequentemente fomenta a produção criativa. Além disso, a metáfora torna intuitiva, por meio de símbolos a compreensão de pessoas com níveis de entendimento distintos.	Kensing e Madsen (1991); Nonaka, Takeuchi (1995).
Análoga	A relação de semelhança entre objetos distintos (analogia) pode ajudar a converter o conhecimento tácito em explícito. O entendimento é facilitado pela utilização de metáforas que em seguida são analisadas por analogias (aspectos contraditórios) que resultam em um modelo real que terá como conteúdo o conhecimento explícito a ser difundido na organização.	Nonaka, Takeuchi (1995), Sade (1999).
Acessível	O acesso à visão deve ser facilitado de modo que possa existir um espaço (físico ou virtual) de troca de informações para aumentar o envolvimento entre todos os que serão afetados. A acessibilidade ajuda também na criação de ambiente que estimula sugestões e ao mesmo tempo faz com que todos os envolvidos estejam cientes da visão.	Lange e Hehl-Lange (2010); Haine (2010).
Flexível	A flexibilidade está associada à possibilidade de atualização e correção da visão (com auxílio dos clientes) proporcionada pelas iterações do projeto. Projetos com alto grau de inovação, que são permeados por incertezas tecnológicas e de mercado requerem a capacidade de adaptação proporcionada pela flexibilidade.	Highsmith (2004); Lynnm, Akgün (2001); Thomke e Reinertsen (1998).

Quadro 6 - Propriedades da Visão - Benassi (2013).

Fonte – adaptado de Benassi, Ferreira Junior e Amaral (2011)

Benassi (2013) faz menção ainda à exclusão de outras duas propriedades, comunicadora e antecipadora. Ambas podem ser consideradas redundantes, pelo fato de possuírem uma ou mais propriedades.

- **Comunicadora:** deve conter propriedades como clareza, concisão etc;
- **Desafiadora:** utilização das propriedades “metafórica” e “análoga” pode gerar o desafio a ser alcançado pela equipe de projeto, na busca por soluções que ainda não são conhecidas.

⁹ indicação feita por BENASSI (2013) referente à substituição do termo alinhada com a estratégia” por “valor”, cujos detalhes são apresentados nas Conclusões de seu trabalho.

Como um dos resultados, as propriedades podem servir de base para um *checklist* da visão do produto. O time do projeto pode aplicá-lo após a criação da visão do produto, de modo a verificar se os artefatos gerados durante o processo estão aderentes às propriedades estabelecidas. Isto pode indicar que a visão do produto gerada é robusta o suficiente, garantindo o entendimento e compreensão de todos e orientar a continuidade do projeto.

O agrupamento e simplificação dos elementos e das propriedades sugeridos pelo mesmo autor, a partir de uma categorização, reunindo propriedades similares sob um mesmo agrupamento, são descritos no Quadro 7.

Agrupamento	Propriedades
Concisa	Clara/concisa
Desafiadora	Metafórica/análoga
Coletivamente	Acessível/flexível
Alinhada com a estratégia	Alinhada com estratégia/priorizadora

Quadro 7 - Correlação entre termos da definição e as propriedades da visão do produto.
Fonte: Benassi (2013, p. 99)

A partir dos elementos e propriedades da visão identificadas, criou-se uma definição mais robusta de visão do produto, em relação às identificadas na revisão bibliográfica realizada ainda pelo mesmo autor. Partindo-se de uma definição comum, a partir da criação e delimitação de um modelo conceitual, pode-se avaliar de forma precisa uma visão, sendo que esta parte de uma perspectiva comum. Isto permite que áreas diferentes como planejamento, gestão de projetos, design entre outras, possam avaliar suas visões respectivas, sob um mesmo ponto de vista, considerando as propriedades e os elementos da visão.

Define-se, portanto sugerido por Benassi (2013, p. 100):

“A visão do produto como um conjunto de artefatos que descrevem o resultado esperado de um projeto de produto, por meio de elementos visuais e textuais, que devem ser elaborados de maneira concisa, coletiva (por membros da equipe de projeto e do cliente), alinhados com a estratégia apoiada pelo projeto e capaz de desafiar a equipe em busca de soluções inovadoras”.

Percebe-se que ainda uma relação e abrangência entre as propriedades da visão do produto, mostradas na tabela adaptada de Benassi (2013) pelo mesmo autor e a definição da visão do produto, sugerida pelo mesmo.

Observando alguns dos métodos percebemos que possuem níveis de interação diferentes com os clientes, que de acordo com o gerenciamento ágil é considerado um fator relevante durante o processo de construção da visão do produto, diferente de outros métodos relacionados à gestão do desenvolvimento de produtos.

3.4 Métodos para criação da Visão do Produto

Um estudo de Benassi,; Ferreira Junior,; Amaral (2011) observou e avaliou alguns métodos para visão do produto com o envolvimento dos clientes para suportar o gerenciamento ágil de projetos. Entre eles o *Future Workshops* (FW), o *Vision in Product Design* (ViP); o *Visionary Concepts* (VC), o *Vision-Oriented Innovative Product Process* (VOI) e o *Product Vision Management Method* (PVMM).

A seguir serão destacados alguns métodos utilizados para construção da visão do produto, avaliados pelos mesmos autores Benassi; Ferreira Junior; Amaral (2011).

- *Product Vision Management Method* (PVMM);
- *Vision in Product Design* (ViP);
- *Visionary Concepts* (VC).

Na avaliação realizada por BENASSI; FERREIRA JUNIOR; AMARAL (2011) foram observados diferentes níveis de pontuação, a partir de uma adaptação da técnica de *Repertory Grid*, sendo que o PVMM mostrou-se o mais completo por permitir o “envolvimento ativo do cliente”, que ocorre de forma participativa nos estágios iniciais quando da geração e análise dos conceitos, mas sua maior deficiência, a não participação do cliente de forma efetiva na validação final da visão do produto.

3.4.1 *Product Vision Management Method (PVMM)*

Este método, o PVMM, foi criado para ser uma ferramenta empregada visualmente em forma de quadro de notificação, esta fundamentada em outros métodos reconhecidos na área de desenvolvimento de produtos (BENASSI; FERREIRA JUNIOR; AMARAL, 2011).

Aplicando este método, a visão de um novo produto, permeia seis etapas principais, a saber:

1. Termo de Abertura do Projeto;
2. Captação das necessidades do produto pelos Stakeholders;
3. Desdobramento das necessidades;
4. Criação Pré-conceituais;
5. Preconcepção apresentada ao cliente;
6. Preenchimento da matriz item-entrega.

Já os outros dois métodos escolhidos, o como *Visionary Concepts* (VC), baseia-se na construção de cenários futuros, com grande foco no mercado atual, como fonte de estruturação de estado futuro. Muito próximo a “declaração de alto nível” do modelo conceitual sugerido no estudo (através de esforço na caracterização do produto que atenderá as necessidades de cenários futuros, previstas pelo time de projeto). O envolvimento do consumidor é baixo, a visão parte de informações prévias de mercado e/ou de algumas consultas durante o projeto.

3.4.2 *Visionary Concepts* (VC)

O método para a criação de futuros produtos, através do VC consiste em cinco etapas principais, LAITINEN et al. (2008), a saber:

1. **Identificação de fatores de mudança:** o objetivo de reconhecer os fatores de mudança é encontrar as forças centrais que orientam diferentes caminhos futuros. Fatores de mudança de mapeamento consistem em passar por diferentes fontes de dados (usando análise PESTE).

2. **A construção de cenários:** Os cenários alternativos são construídos usando filtros. um cenário é composto por vários filtros (mercado, tecnologia e sociedade). O primeiro filtro, que é a principal força motriz, é chamado o filtro condutor. Os cenários são agrupados de acordo com diferentes filtros condutores dos tubos de cenário. Assim, não pode ser, ou cenários guiados pela sociedade, tecnologia ou mercado. Dentro de um tubo de cenário, pode haver vários caminhos de cenário. Cada caminho cenário pode ser completado com histórias que descrevem cada um dos cenários mais precisamente.
3. **Identificação do produto necessita em cada cenário:** a partir daí, são verificadas tabelas futuras, no caso de cada um dos cenários e valores característicos são escolhidos para cada variável. Através da combinação de todos os valores escolhidos, obtém-se uma lista lógica de características que podem ser utilizados na criação de novos conceitos.
4. **Gerações de conceitos futuros de produtos:** idéia > conceito de projeto > conceito de design > aplicação futura de conceito de produto > produto.
5. **Calendário de atividades e operações de P & D:** o objetivo fundamental das atividades de Pesquisa & Desenvolvimento é garantir o sucesso da empresa. Assim, ao considerar novas idéias e conceitos, é essencial analisar o seu potencial de negócios futuros.

3.4.3 *Vision in Product Design (ViP)*

Outro método avaliado por Benassi; Ferreira Junior; Amaral (2011), o *Vision in Product* (ViP) mostra-se bom em relação as imagens geradas, e a construções dos benefícios, características e *shape*, mas mostra-se ruim, obteve baixa pontuação no estudo, em relação as descrições de performance esperada e as tecnologias envolvidas (não é levado em consideração o background tecnológico para construção da visão do produto). Há uma dependência da habilidade e capacidade do time de projeto, sendo que o envolvimento do cliente é baixíssimo para a construção da visão do produto (passivo - observações e consulta). O trabalho fica a cargo do time do projeto.

Os pontos essenciais abordagem ViP, segundo Hekkert e Van Dijk (2011) são:

- Para projetar devem-se analisar as possibilidades atuais e as possibilidades futuras ao invés de resolver um problema atual;
- Produtos são formas de agir, interagir e se relacionar. É a partir das relações com as pessoas que os produtos ganham sentido. Essa interação é o foco do ViP;
- A interação é determinada a partir do contexto para o qual ela foi desenvolvida. Esse contexto pode ser o atual, ou futuro. Dessa forma ViP é direcionado ao contexto.

É esperado que as pessoas sintam-se familiarizadas com o processo e o encarem de forma relaxante, como um banho quente.

Quadro 8 - Quadro do ViP - *Vision in Product* - The warm bath.
Fonte: Hekkert et al, 2006

A seguir as fases que compõem o ViP:

- Fase 1: Desconstrução ao nível do produto;
- Fase 2: Desconstrução ao nível das interações;
- Fase 3: Desconstrução ao nível do contexto;
- Fase 4: Desenvolvimento ao nível do contexto;
- Fase 5: Desenvolvimento ao nível das interações;

- Fase 6: Desenvolvimento ao nível do produto.

Os métodos descritos acima apresentam diversos níveis de interação e envolvimento, tanto da equipe do projeto, como dos clientes. Um dos pontos observados nas análises feitas por Benassi; Ferreira Junior; Amaral (2011), é que os métodos analisados são complementares e pode, teoricamente, ser combinadas para se obter melhores resultados.

3.5 Proposta de *Checklist* da Visão do Produto

Um ponto também importante citado por Benassi (2013) diz respeito a mecanismos inovadores, que segundo Xie e Wang (2008), podem desempenhar papel importante no que diz respeito à obtenção de vantagem competitiva e inovação dos produtos. Assim esses mecanismos inovadores, de acordo com os autores citados por Benassi (2013), poderiam ser novas técnicas, práticas e ou métodos de gestão, que por sua vez poderiam apoiar o processo de desenvolvimento de produtos.

Ainda no mesmo trabalho, faz-se menção a Yiyong (2008), cujo estudo confirma o trabalho de Xie e Wang (2008), que relacionou de forma positiva e indireta a visão compartilhada à inovação do produto, onde a relação indireta se dá por aquisição de conhecimentos, como nos mecanismos inovadores, citados por Xie e Wang (2008), ou seja, as técnicas, métodos ou práticas que teoricamente poderiam melhorar a aquisição do conhecimento e, conseqüentemente, a elucidação e compartilhamento da visão.

Como citado anteriormente, ainda com base nas propriedades da visão apresentadas anteriormente propor um *checklist*, (vide Apêndice D) descrito na Tabela 1, que possa ser utilizado pela equipe de projeto, de modo a verificar a robustez da visão do produto gerada, a partir do uso a biomimética, garantindo o entendimento e compreensão de todos e orientar a continuidade do projeto.

Os métodos da visão mostram-se úteis pelo fato de poderem ser incorporados dentro do processo de desenvolvimento de produtos, abordam o uso de analogias e metáforas, porém não citam a biomimética. Deste modo as propriedades da visão do produto poderiam ser incorporadas dentro do processo da biomimética, através do uso do *checklist* proposto, de acordo com a Tabela 1, tornando o seu processo mais robusto no desenvolvimento de produtos inovadores.

Assim entende-se que a Biomimética poderá ser considerada um mecanismo inovador e utilizada como uma ferramenta para auxiliar na construção da visão do produto, considerando os critérios das propriedades da visão do produto, citados e descritos anteriormente.

Tabela 1 - Proposta de *checklist* da Visão do Produto (elaborado pelo autor).

CHECKLIST DA VISÃO DO PRODUTO														
Agrupamentos	Propriedades da visão	Descrição	Pergunta	Pontuação										
Concisa	Clara	A CLAREZA DA VISÃO NORMALMENTE É ASSOCIADA À CAPACIDADE EM REPRESENTAR VISUALMENTE O CONHECIMENTO TÁCITO SOBRE CONCEITOS DE PRODUTOS COMPLEXOS E IDEIAS, QUE FACILITA A TOMADA DE DECISÕES E INFLUÊNCIA POSITIVAMENTE NO RESULTADO DO PROJETO.	ESTÁ REPRESENTADO VISUALMENTE DE FORMA CLARO O CONCEITO E AS IDEIAS REFERENTE AO NOVO PRODUTO DE FORMA QUE SE POSSA TOMAR UMA DECISÃO PARA SUA EXECUÇÃO E AO MESMO TEMPO INFLUIR DE FORMA POSITIVA NO RESULTADO DO PROJETO?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
	Concisa	A CONCIÇÃO ESTA RELACIONADA À CAPACIDADE DE COMUNICAR E SINTETIZAR AS INFORMAÇÕES ESSENCIAIS DO PROJETO EM UMA BASE ÚNICA.	A SÍNTESE PARA COMUNICAR TODAS AS INFORMAÇÕES ESSENCIAIS EXECUÇÃO DO PROJETO ESTÁ DISPOSTA EM UMA ÚNICA BASE DE INFORMAÇÕES?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
Alinhada com a estratégia	Priorizadora	A VISÃO APRESENTA IDEIAS E PRINCÍPIOS DE SOLUÇÕES PARA O PROBLEMA DO PROJETO E CONSEQUENTEMENTE ATENDIMENTO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES. NESTE SENTIDO VERIFICA-SE QUE A PRIORIZAÇÃO É ÚTIL NA ELIMINAÇÃO DE CONFLITOS ENTRE ATRIBUTOS DESEJÁVEIS DO PRODUTO.	AS IDEIAS E PRINCÍPIOS DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA O PROJETO ESTÃO PRIORIZADAS DE MODO A ATENDER OS ATRIBUTOS DESEJÁVEIS PARA O PRODUTO?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
	Alinhada com estratégia	O ALINHAMENTO DA VISÃO COM A ESTRATÉGIA DA EMPRESA PROPORCIONA UM ESTREITAMENTO DE RELACIONAMENTO ENTRE A ALTA ADMINISTRAÇÃO E OS MEMBROS DA EQUIPE DE PROJETO FAZENDO COM QUE CADA GRUPO POSSA COMPREENDER MELHOR A PERSPECTIVA DO OUTRO.	A PROPOSTA DO PROJETO VAI DE ENCONTRO A ESTRATÉGIA DA EMPRESA, CONTA COM O AVAL DA ALTA ADMINISTRAÇÃO, GARANTINDO UM PERFEITO ALINHAMENTO ENTRE SUA PROPOSTA E OS OBJETIVOS DESEJADOS PELA EMPRESA?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
Desafiadora	Metáfora	A UTILIZAÇÃO DE METÁFORAS NA VISÃO PROPORCIONA A AMPLIAÇÃO DAS PERSPECTIVAS DOS ENVOLVIDOS E CONSEQUENTEMENTE FOMENTA A PRODUÇÃO CRIATIVA. ALÉM DISSO, A METÁFORA TORNA INTUITIVA, POR MEIO DE SÍMBOLOS A COMPREENSÃO DE PESSOAS COM NÍVEIS DE ENTENDIMENTO DISTINTOS.	A METÁFORA UTILIZADA PROPORCIONA UM ENTENDIMENTO CLARO DO DESAFIO DO PROJETO, POR PARTE DA EQUIPE DE PROJETO E PERMITE A CRIAÇÃO DE PROPOSTAS CRIATIVAS PARA RESOLUÇÃO DO DESAFIO PROPOSTO?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
	Análoga	A RELAÇÃO DE SEMELHANÇA ENTRE OBJETOS DISTINTOS (ANALOGIA) PODE AJUDAR A CONVERTER O CONHECIMENTO TÁCITO EM EXPLÍCITO. O ENTENDIMENTO É FACILITADO PELA UTILIZAÇÃO DE METÁFORAS QUE EM SEGUIDA SÃO ANALISADAS POR ANALOGIAS (ASPECTOS CONTRADITÓRIOS) QUE RESULTAM EM UM MODELO REAL QUE TERÁ COMO CONTEÚDO O CONHECIMENTO EXPLÍCITO A SER DIFUNDIDO NA ORGANIZAÇÃO.	AS ANALOGIAS UTILIZADAS PELOS MEMBROS DA EQUIPE DE PROJETO PERMITIRAM O USO DE CONHECIMENTOS INDIVIDUAIS E EXPLÍCITOS, PARA GERAR SOLUÇÕES PARA O DESAFIO PROPOSTO E, ALÉM DISSO, OS CONHECIMENTOS GERADOS PODERÃO SER DIFUNDIDOS PELA ORGANIZAÇÃO?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
Coletivamente	Acessível	O ACESSO À VISÃO DEVE SER FACILITADO DE MODO QUE POSSA EXISTIR UM ESPAÇO (FÍSICO OU VIRTUAL) DE TROCA DE INFORMAÇÕES PARA AUMENTAR O ENVOLVIMENTO ENTRE TODOS OS QUE SERÃO AFETADOS. A ACESSIBILIDADE AJUDA TAMBÉM NA CRIAÇÃO DE AMBIENTE QUE ESTIMULA SUGESTÕES E AO MESMO FAZ OM QUE TODOS OS ENVOLVIDOS ESTEJAM CIENTES DA VISÃO.	HÁ UM ESPAÇO ONDE A VISÃO DO PRODUTO, PODERÁ SER ACESSADA POR TODA A EQUIPE DE PROJETO E DEMAIS <i>STAKEHOLDERS</i> , POSSIBILITANDO SUGESTÕES E O ENTENDIMENTO DA VISÃO GERADA POR OS TODOS ENVOLVIDOS?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
	Flexível	A FLEXIBILIDADE ESTÁ ASSOCIADA À POSSIBILIDADE DE ATUALIZAÇÃO E CORREÇÃO DA VISÃO (COM AUXÍLIO DOS CLIENTES) PROPORCIONADA PELAS ITERAÇÕES DO PROJETO. PROJETOS COM ALTO GRAU DE INOVAÇÃO, QUE SÃO PERMEADOS POR INCERTEZAS TECNOLÓGICAS E DE MERCADO REQUEREM A CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO PROPORCIONADA PELA FLEXIBILIDADE.	HÁ FLEXIBILIDADE PARA ATUALIZAÇÃO DA VISÃO DO PRODUTO, JUNTO A CLIENTES E CONSUMIDORES, DE MODO A ELIMINAR INCERTEZAS TECNOLÓGICAS E DE MERCADO, PERMITINDO QUE O PRODUTO FINAL POSSA ATENDER AS NECESSIDADES DESEJADAS?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0

4 Resultados

Este capítulo apresenta os resultados obtidos por meio da elaboração teórica e empírica do *framework* referencial utilizando a biomimética para a construção da visão do produto numa empresa, conforme a Figura 12. A figura apresenta as atividades e os respectivos os capítulos e seções onde os resultados serão discutidos.

Figura 12 - Representativa do esquema dos resultados (elaborado pelo autor).

4.1 Elaboração Teórica da Proposta de *Framework* Inicial

A elaboração teórica do *framework* possui por objetivo criar um conjunto de atividades que viabilizem o desenvolvimento de uma proposta exequível.

Como a elaboração da proposta do *framework* está sendo feita pela primeira vez, esta é teórica, visto que a pesquisa-ação não havia iniciado. Quando do início da pesquisa-ação, esta elaboração passa a ser empírica e relatada na seção da Elaboração Empírica da proposta do *Framework* Final.

4.1.1 Revisão bibliográfica sistemática

A revisão proposta teve como objetivo identificar trabalhos na literatura que retratassem processos de aplicação da biomimética no desenvolvimento de tecnologias e produtos, de modo que pudéssemos compará-los com o *framework* proposto. Sendo assim a questão que orientou a RBS foi: quais são os processos para aplicação da biomimética no desenvolvimento de tecnologias e produtos?

A busca pela *string* (vide protocolo no Apêndice A) resultou em 548 artigos utilizando os artigos da base de dados, *ISI Web of Science* e *Science Direct*, que foram submetidos aos filtros. A base de dado escolhida para realização das buscas foi escolhida pela sua abrangência e qualidade.

Os artigos deveriam estar indexados a uma das bases de dados selecionada para essa RBS; ser de livre acesso ou assinadas pela Universidade de São Paulo ou rede de periódicos CAPES; e apresentar trabalhos completos na área de estudo no idioma inglês. Os filtros utilizados para garantir que a amostra de artigos analisada está de acordo com o objetivo da RBS estão listados a seguir. Vale lembrar que os artigos que não atenderam aos critérios de inclusão foram excluídos da revisão.

- Filtro 1: proposição e/ou estudos de ligados a biomimética
- Filtro 2: proposição e/ou estudos de ligados a biomimética e estivessem relacionados a processos e metodologias
- Filtro 3: informações ligadas as indicações anteriores e não relacionadas a processos ou métodos de obtenção de materiais.

Tabela 2 - Distribuição dos artigos na RBS

Base de dados	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Final
ISI Web of Science	5.036.098	533	92	6 ¹⁰
Science Direct	1.930.039	15	8 ¹¹	7 ¹²
Total		548	108	13

¹⁰ A seleção dos artigos ocorreu a partir da leitura e avaliação dos artigos, considerando seus abstracts e conteúdos.

¹¹ A seleção dos artigos ocorreu a partir da leitura e avaliação dos artigos, considerando seus abstracts e conteúdos.

¹² A seleção dos artigos ocorreu a partir da leitura e avaliação dos artigos, considerando seus abstracts e conteúdos.

Os 13 artigos resultantes foram classificados pelo ano de publicação, de modo a fornecer uma visão geral da evolução das publicações abordando o tema de biomimética. A Tabela 3 apresenta publicações entre os anos de 1995 e 2015. Vale ressaltar que o volume de publicações envolvendo palavras chaves utilizadas na RBS, é muito maior, inicialmente pelo observado nas 2 bases de consulta, acima de 5 milhões.

Recordando que, a simples busca por biomimética leva a um número extremamente alto de publicações em diferentes publicações científicas (LURIE-LUKE, 2014, p. 1495). O que reforça uma limitação deste trabalho em relação ao conteúdo da revisão bibliográfica, como já descrito anteriormente, devido à amplitude da utilização da biomimética em várias áreas do conhecimento, dimensões, como atividades, métodos, ferramentas, organização, cultura, etc.

Tabela 3 - Publicações por ano e países das publicações da RBS

Ano da Publicação	Nº de Publicações	País
1995	1	China
2006	1	Reino Unido
2007	1	Canadá e Estados Unidos
2009	1	Estados Unidos
2011	2	Canadá (1); Canadá e Japão (1)
2013	2	Canadá (1); China e Estados Unidos (1)
2014	4	Estados Unidos (3); Reino Unido (1)
2015	1	Estados Unidos

Classificar os países de origem das publicações, nos ajuda a identificar como a pesquisa vem sendo feita em todo o mundo (GOYAL et al, 2013, p.365, apud NAPPI, 2014, p.113), servindo ainda como um referencial para futuras pesquisas.

A maior quantidade de artigos relacionados à biomimética foi publicada por autores nos Estados Unidos, Canadá e China, sendo que 7 publicações foram feitas nos Estados Unidos, representando 53,8% do total e destas a maioria, 5 publicações, foram publicadas entre os anos de 2013 e 2015.

A seguir lista dos periódicos relacionados aos artigos, representada na Tabela 4.

Tabela 4 - Lista de periódicos da RBS

Item	Periódico	Quantidade
1	Journal of Bionic Engineering	2
2	Journal Biotechnology Advances	1
3	Journal of Mechanical Design	1
4	Computer-Aided Design Journal	1
5	International Conference on Engineering Design, ICED'07	1
6	Proceedings of the Canadian Engineering Education Association	1
7	CIRP Annals-Manufacturing Technology Journal	1
8	Design Studies - The Interdisciplinary Journal of Design Research	2
9	IOP Science - Bioinspiration & biomimetics	1
10	Materials Science and Engineering Journal	1
11	Journal of the Royal Society Interface	1

4.1.2 Proposta de *Framework* Inicial

A empresa apresentou dois processos que são utilizados para o desenvolvimento de tecnologias e produtos, conforme indicado na Figura 13. Estes processos atendem aos projetos atualmente, porém não representam etapas e atividades que suportem a utilização da biomimética.

Figura 13 - Processos utilizados pela empresa para desenvolvimento de tecnologias e produtos.

Assim como explicado no método de pesquisa adotado (Capítulo 2) ao longo da pesquisa-ação, esta proposta de *framework* inicial foi alterada e melhorada, o que permitiu novas propostas intermediárias de *frameworks* e culminou em uma proposta de *framework* final (apresentado na seção 2.4). A proposta inicial, utilizada para o começo da pesquisa-ação, foi elaborada a partir da análise de métodos e processos de aplicação da biomimética, levantados durante a RBS, bem como levando em conta a proposta elaborada pelo parceiro da empresa na condução da estratégia de biomimética.

Tendo como referência as informações levantadas na RBS, que possibilitaram a construção dos quadros para o uso da Biomimética considerando as suas abordagens, seja a abordagem guiada pela solução ou guiada pelo problema, representadas respectivamente nos Quadros 3 e 4, optou-se então pela abordagem guiada pela problemática, identificando-se nas etapas representadas no Quadro 4, etapas que representam a identificação e descrição de problemas, identificação de estratégias naturais, pesquisar e avaliar solução, extrair princípios e verificação de consistência das soluções.

A proposta do *framework* inicial pode ser visualizada na Figura 14. Está dividido em 3 fases, representando três diferentes momentos numa linha do tempo. Inicialmente temos a fase de “Identificação de Demanda” diretamente relacionada a etapa inicial do processo de utilização da biomimética, vale lembrar que esta identificação de demanda pode variar, de acordo com a abordagem, seja ela guiada pela solução biológica ou guiada pelo problema, conforme descrita anteriormente (HELMS, M., et al., 2009, p. 610 e 614).

As 3 etapas do *framework* inicial podem ser descritas como sendo:

- **Identificação de Demanda:** focada na identificação do contexto em que o cliente está envolvido, bem como o contexto da problemática a ser resolvida, além da identificação de requisitos para início da busca por soluções naturais até a geração de relatório de aplicações das soluções identificadas;
- **Desenvolvimento de Conceitos:** focada na identificação de projetos potenciais dentro da empresa, para posterior desenvolvimento de novos produtos;
- **Desenvolvimento de Novos Produtos:** focada na execução e desenvolvimento de novos produtos, a partir das demandas e resultados identificados na etapa 1 do *framework* e nos projetos potenciais identificados na etapa 2 do *framework*, contando com os times do projeto e de apoio, para elaboração de propostas, conceitos e protótipos, para posterior geração e validação da visão do produto

com a utilização do *checklist* da visão do produto, representado anteriormente na Tabela 1.

Figura 14 - Proposta de *framework* inicial (elaborado pelo autor).

Seguem-se também as fases de “Desenvolvimento de Conceitos”, esta mais diretamente ligada a novos conceitos de desenvolvimento de produtos que poderão ser desenvolvidos a partir de demandas identificadas na fase anterior. Por fim a última fase representada no *framework* inicial trata-se do “Desenvolvimento de Novos Produtos”. Para esta fase são levados todos os resultados obtidos nas duas fases anteriores, tendo como resultado final a construção de propostas de novos produtos e as respectivas visões de produto.

A Figura 14 mostra além da representação das etapas e atividades, um conjunto de ferramentas, que dão suporte a realização das etapas e atividades, que podem ser *templates*, formulários, manuais de consulta e de diretrizes.

A definição do termo “ferramenta” utilizada pelo PMI (PMI, 2004, p.380) é considerado como algo tangível, como um *template* ou um programa de *software*, que é utilizado no desempenho de uma atividade para produzir um produto ou resultado. As ferramentas que dão suporte a realização das atividades, correspondem ao grupo “Ferramentas”.

A partir das atividades da etapa 1 “Identificação de Demanda”, representada na Figura 14, todo o contexto e os requisitos relacionados a demanda e pontos chave relevantes são identificados, de modo a tornar mais robusta a atividade seguinte de “Identificar as estratégias naturais”. Dependendo da abordagem, a identificação da demanda, pode estar diretamente relacionada a descrever e apresentar um problema ou partir de uma solução biológica prévia. Em sendo a abordagem partir de um problema, esta exige que o mesmo seja suficientemente bem definido para permitir uma pesquisa significativa das analogias biológicas, de modo a deixar muito claro, qual a função que está por trás do problema. A maioria dos trabalhos em biomimética sugere que as funções sejam identificadas nesta etapa (SHU, L. H. et al., 2011, p.681).

A segunda etapa “desenvolvimento de conceitos”, representada na Figura 14, são identificados projetos potenciais, em que as ideias iniciais possam utilizar as analogias biológicas, identificadas na etapa anterior. Busca-se entender também requisitos que dão apoio a estes projetos potenciais. É preciso identificar quem são as pessoas chave dentro da empresa, e que deverão ser acessadas para o levantamento das informações que auxiliam as atividades desta etapa. Na empresa em questão o desenvolvimento dos novos conceitos, passa pela área de marketing das unidades de negócios. Esta área é responsável pela construção dos

briefings de projetos de futuros lançamentos e utilizam informações colhidas do mercado para dar sustentação às novas ideias, que uma vez aprovadas, passam a ser desenvolvidas em novos projetos.

Na terceira e última etapa, a de “desenvolvimento de novos produtos”, representada na Figura 14, esta etapa é caracterizada pela construção da visão do produto ao final do processo. Processo este que consiste na realização de um *workshop* de desenvolvimento de novos produtos, tendo como subsídio para esta etapa, todos os materiais gerados nas etapas anteriores, como os requisitos da demanda identificada, relatórios de pesquisa de estratégias naturais, os projetos potenciais, bem como as equipes relacionadas a estes projetos.

Assim com a descrição das atividades da proposta do *framework* inicial, foi possível iniciar a elaboração empírica através da condução da pesquisa-ação. Durante o andamento da pesquisa-ação são apresentadas e discutidas as ferramentas indicadas na Figura 14, relativas a cada uma das etapas.

4.2 Elaboração Empírica da Proposta de *Framework* Inicial

Conforme descrito na seção 2.4.4 e com base na condução de uma pesquisa-ação, a proposta de *framework* inicial foi aplicada na fase estudo descritivo II.

A proposta foi evoluindo com a sua aplicação na empresa, considerando importantes *insights* surgidos da aplicação deste estudo em um caso real, bem como dos desafios surgidos inerentes ao estudo, durante a condução da pesquisa-ação. O objetivo principal da pesquisa-ação foi aplicar o *framework* em um caso real e ao mesmo tempo inserir novas características e *insights* surgidos durante a pesquisa-ação, com o objetivo de elaborar uma proposta de *framework* final.

A pesquisa-ação foi realizada em quatro ciclos principais, conforme indicado na Figura 15, nos quais uma ou mais etapas do *framework* inicial foram conduzidas. A seguir, são descritas as etapas do *framework* que foram executadas em cada ciclo:

- Ciclo 1, 2 e 3 abrangeram a etapa 1 de Identificação de Demanda e seus resultados são discutidos nas seções 4.2.2, 4.2.3 e 4.2.4 respectivamente;

- Ciclo 4 abrangeu as etapas 2 e 3 de Desenvolvimento de Conceitos e Desenvolvimento de Novos Produtos respectivamente e os resultados obtidos são apresentados na seção 4.2.5;

Figura 15 - Ciclos da pesquisa-ação.

Cada ciclo da pesquisa-ação é composto por quatro atividades, conforme descrito na seção 2.4.4 do capítulo 2, referente ao Método de Pesquisa, sendo elas a “Construção”, “Planejar a ação”, “Implantar a ação” e “Avaliar a ação”.

Antes do início do primeiro ciclo, ocorre uma atividade que é uma definição de “contexto e propósito”, conforme indicado na Figura 16 e cujo objetivo era descrever a empresa e o contexto no qual a pesquisa-ação foi conduzida (resultados são apresentados seção 4.2.1).

Figura 16 - Ciclo da Pesquisa-ação.

Fonte: (COGHLAN, BRANNICK, 2010).

A evolução do *framework* durante a pesquisa-ação será relatada na seção 4.2.6, onde novas características e insights são introduzidos, obtendo como resultado final da pesquisa-ação a versão do *framework* final, apresentada na seção 4.2.7, considerando a utilização da biomimética no processo de inovação da empresa.

4.2.1 Contexto e Propósito

A pesquisa-ação foi conduzida em uma empresa nacional de 45 anos, do setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos e que atua no segmento da venda direta. Localizada no estado de São Paulo, atuando em países da América Latina, com operações em Argentina, Chile, México, Peru, Colômbia e França, possui cerca de 6,6 mil colaboradores no Brasil e no exterior.

A empresa possui mais de 900 produtos no seu portfólio que atendem ao mercado nacional e internacional. A empresa detém as certificações NBR ISO 9001, NBR ISO 14001 e no ano de 2014 recebeu a certificação de B *Corporation* – “*Benefit Corporation*”, tornando-se a primeira empresa B *Corp* de capital aberto da América Latina e a maior do mundo, em receita e número de colaboradores.

A inovação está na essência da empresa e é por meio dela que vem transformando desafios em novas oportunidades. Com estruturas simplificadas e abertas à colaboração, a estratégia de inovação está conectada aos negócios.

A partir de 2009, a área de pesquisa da empresa identificou a oportunidade de adotar a biomimética como estratégia para a inovação em produtos e serviços. No final de 2010 e início de 2011 a Diretoria de Pesquisa da empresa, decidiu utilizar a biomimética nos processos para desenvolvimentos de produtos e tecnologias. Assim traçou uma estratégia de incorporação da biomimética. Esta estratégia passou pela realização de parceria com uma consultoria especializada no tema, *Biomimicry 3.8* ou B3.8, onde foram traçados planos e ações para a incorporação do tema, de modo a potencializar e alavancar a inovação da empresa, representado na Figura 17.

Figura 17 - Processo estruturado para implantação da biomimética na empresa.

O plano para implantação do processo de biomimética na empresa passou por três fases específicas, que consistiram na realização da fase de treinamentos, onde grupos de colaboradores da empresa foram treinados e capacitados na aplicação e utilização da biomimética, conforme ilustrado na Figura 18, a realização da fase de pesquisas, ilustrado na Figura 19, onde foram realizadas pesquisas com o parceiro de biomimética, levando-se em conta demandas da empresa e demandas geradas pela área de pesquisa e por último a realização da fase de aplicações, retratado na Figura 20, onde os resultados gerados nas pesquisas e contando com a participação de colaboradores treinados e capacitados, foi realizado um *workshop* para o desenvolvimento de novos produtos. Cabe ressaltar que as três fases contaram com o apoio do parceiro de biomimética citado anteriormente.

A empresa garantiu o comprometimento e apoio para a aplicação do *framework*, disponibilizando acesso às informações pertinentes, bem como a disponibilidade de pessoas em participar das atividades e comporem o grupo de trabalho. A que se ressaltar o comprometimento e apoio da empresa foram essenciais para assegurar o sucesso da pesquisa-ação.

Figura 18 - Fase de treinamentos com grupo de colaboradores e parceiros da empresa.

Figura 19 - Fase de pesquisa com geração de relatórios a partir de demandas da empresa.

Figura 20 - Fase de aplicações com realização de *workshop* para desenvolvimento de novos produtos, contando com a participação de colaboradores e parceiros da empresa.

4.2.2 Primeiro Ciclo da Pesquisa-Ação – Aplicação da Etapa de Identificação da Demanda do *Framework*

O primeiro ciclo da pesquisa-ação teve início de acordo com o procedimento técnico de pesquisa-ação, com a atividade de construção, onde problemas e a situação atual da empresa são relatados. Neste caso de acordo com o propósito apresentado na seção anterior, abordava utilizar a biomimética nos processos para desenvolvimentos de produtos e tecnologias.

4.2.2.1 A Construção

O contato inicial foi com a área de pesquisa da empresa, que tinha o interesse em incluir a biomimética no seu processo para desenvolvimento de produtos e tecnologias. Nas conversas com o Diretor da área de Pesquisa e seus gerentes, foi decidido iniciar uma primeira pesquisa utilizando a biomimética, de modo a avaliar o seu potencial.

Foi designado então um gerente para condução desta iniciativa. O responsável por este projeto tinha como expertise técnica, com mais de 20 anos de experiência no desenvolvimento de embalagens, dentro da própria empresa como em outra de diferente setor. Então foi sugerido que inicialmente uma pesquisa utilizando a biomimética, tivesse como abordagem inicial o tema de embalagens.

Lembrando que a definição da abordagem é relevante no que diz respeito a projetos de biomimética, podendo esta ser definida pela abordagem guiada pela solução biológica, onde um fenômeno biológico interessante inspira a busca de aplicações potenciais ou ainda a abordagem ser guiada pelo problema, onde um determinado problema motiva a busca soluções biológicas que possam contribuir para a resolução do problema (HELMS, M., et al., 2009, p. 610 e 614).

Sendo esta abordagem relevante, pode-se concluir que as primeiras atividades relativas à primeira etapa do *framework* devem ser conduzidas e são extremamente importantes e relevantes para que a empresa possa adotar com eficiência a biomimética no seu processo de desenvolvimento de produtos, à medida que as demandas surjam e sua aplicação se faça necessária.

Conclui-se ainda que após as conversas iniciais com a Diretoria de Pesquisa e seus gerentes, bem como a definição de um projeto inicial para aplicação da biomimética, pelo menos mais um ciclo se fez necessário para esta etapa de “Identificação de Demanda” representada no *framework* inicial, porém a determinação do número de ciclos só pode ser determinada após a realização do primeiro ciclo.

4.2.2.2 Planejar a ação

Esta atividade teve como objetivo, delinear as atividades para aplicação da etapa 1 do *framework* referente a “Identificação de Demanda”. Como já mencionado as atividades da etapa 1 devem ser realizadas, a identificação de requisitos e pontos chaves, a identificação de estratégias naturais, avaliar as estratégias naturais e gerar os relatórios de aplicações. Para a sequência das atividades relativas a esta etapa 1, foi aprovado em um fórum interno da empresa, Fórum de Tecnologia¹³, o *briefing* do projeto, bem como a definição de um time do projeto.

Estando o *briefing* aprovado, o time do projeto, conforme a Figura 21 deu início às reuniões com os parceiros que estariam envolvidos diretamente na condução deste projeto inicial, sendo um deles o parceiro em biomimética já citado anteriormente e também uma agência de design nacional com sede no Rio de Janeiro e filial em São Paulo, a Tátil.

Figura 21 - Estrutura e time do projeto.

¹³ O Fórum de Tecnologia é um ritual interno da Diretoria de Pesquisa, onde as ideias e propostas de projetos são aprovadas e os projetos são submetidos para aprovações de fase desde a etapa de briefing até sua entrega final. Participam deste fórum os diretores da vice-presidência de Inovação e demais gerentes das áreas.

Com a decisão de iniciar o projeto, tendo como tema as embalagens da empresa, passou-se então a aprofundar as discussões com o objetivo de deixar clara a problemática a ser resolvida. Foram realizadas reuniões e teleconferências entre o time do projeto e os parceiros, onde foram traçados planos e atividades a serem realizadas para o atingimento deste objetivo.

Como tarefa interna ao time do projeto, coube levantar os requisitos técnicos e pontos-chaves relacionados às embalagens da empresa. Estas ações foram conduzidas junto com a área de desenvolvimento de embalagens da empresa que apresentaram um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento de embalagens, conforme a Figura 22.

Figura 22 - Caderno de Diretrizes de Desenvolvimento de Embalagens da empresa.

Partiu-se então para um trabalho conjunto do time do projeto com o parceiro de biomimética, citado anteriormente, onde o objetivo inicial era a contextualização do problema, ou seja, como se daria a abordagem a biomimética. Ficou decidida a realização de uma reunião presencial, com a condução do parceiro de biomimética, com o objetivo de

juntos contextualizarem a problemática relativa às embalagens da empresa, de modo deixar clara a demanda.

A partir daí seria definida a abordagem para “Identificação da Demanda”, ou seja, a problemática relacionada a embalagens, onde a abordagem para este projeto de biomimética foi guiada pelo problema, onde o problema relacionado às embalagens da empresa motivou a busca de soluções biológicas que puderam contribuir para a resolução do problema (HELMS, M., et al., 2009, p. 610 e 614). Na sequência seguiram-se a identificação de estratégias naturais, a avaliação destas estratégias e por fim a geração de um relatório com os potenciais de aplicações, tendo como base as estratégias naturais identificadas.

4.2.2.3 Implantar a ação

O objetivo desta atividade era realizar a “Identificação de Demanda” com base no planejamento da ação, descrita anteriormente. Foi realizada uma reunião presencial, conforme a Figura 23, com o parceiro de biomimética, o parceiro de design, o time do projeto e um grupo de *stakeholders* da empresa.

Figura 23 - Reunião presencial conduzida pelo parceiro de biomimética.

Nesta reunião foram discutidos os pontos relevantes para “Identificação de Demanda” a partir do tema proposto, as embalagens da empresa. Assim o grupo de pessoas foi dividido em grupos de 8 a 10 pessoas, grupos estes formados pelos membros do time do projeto, os

stakeholders, que neste caso compreendiam diretores da vice-presidência de Inovação da empresa, pessoas da área de sustentabilidade, de marketing, de logística e de marketing, membros da agencia de design parceira e membros do parceiro de biomimética, que neste caso ficavam alternando sua participação entre os grupos, como representado na Figura 24.

Figura 24 - Discussão em um dos grupos, com a presença da bióloga sênior, Janine Benyus, co-fundadora do *Biomimicry* 3.8.

Ao final do dia de trabalho, os grupos apresentaram suas considerações em relação às embalagens da empresa, considerando-se o conjunto de diretrizes para o desenvolvimento de embalagens, coletados pelo time do projeto, junto à área de desenvolvimento de embalagens da empresa. Ao final do dia, todo o material gerado pelos grupos foi agrupado, gerando uma única só declaração referente ao tema, conforme indicado na Figura 25. Um ponto muito importante que foi definido nesta reunião de trabalho foi o entendimento de qual função primordial representa o universo das embalagens da empresa. A resposta foi contenção e a função foi conter. Seguindo mais profundamente na questão da função de conter, o passo seguinte foi responder: conter o que?

Figura 25- Resultado do trabalho da reunião presencial que levou ao entendimento da função.

Grande parte dos produtos produzidos pela empresa são produtos líquidos e, além disso, os líquidos em si requerem uma série de cuidados especiais quando do desenvolvimento de suas embalagens.

Ao final das discussões e interações, tinha-se de forma clara um problema relacionado às embalagens da empresa, uma função definida, neste caso a contenção de líquidos. Com isso foi formulada uma pergunta que direcionou a busca por soluções naturais, pautada em encontrar na natureza soluções para contenção de líquidos.

A pergunta formulada foi: Como a natureza contém líquidos?

A partir daí estas informações foram trabalhadas pelo parceiro de biomimética na identificação das estratégias naturais, avaliação destas estratégias e ao final foi gerado um relatório de aplicações, o BPR¹⁴, conforme a Figura 26.

¹⁴ BPR é o *Biomimicry Perspectives Report*, relatório gerado pelo *Biomimicry 3.8*, onde são relatadas as estratégias naturais que respondem a demanda gerada pela empresa.

Figura 26 - Parte do relatório de aplicações, o *Biomimicry Perspectives Report*, contendo estratégias naturais e potenciais indicações de aplicações.

Até a apresentação final do relatório, foi realizada uma teleconferência entre o time do projeto, o parceiro de biomimética e o parceiro de design. Nesta reunião foi reportada a evolução da identificação e avaliação das estratégias naturais.

Ao final o relatório apresentou uma seleção inicial de cem estratégias naturais que foram identificadas e posteriormente avaliadas e refinadas. Ao final do relatório BPR, foram apresentadas 30 estratégias naturais. As respostas encontradas foram divididas em dois grupos, sendo um grupo de soluções orientadas pela física e outro de soluções orientadas pela química. Estas mesmas estratégias naturais identificadas, foram ainda agrupadas em soluções que poderiam atender a aplicações para materiais da embalagem, estruturas da superfície interna da embalagem e revestimentos para o interior da embalagem.

4.2.2.4 Avaliar a ação

A última atividade do primeiro ciclo da pesquisa-ação consistiu na análise das ações que ocorreram anteriormente, bem como identificação das lições aprendidas, que puderam ser levadas para o ciclo seguinte.

O primeiro ponto de aprendizado foi que a definição do problema, identificação da função que está inserida no problema é extremamente importante e é crucial nesta etapa da “Identificação de Demanda” e deve ser tratada com muito cuidado pelo time do projeto.

O segundo ponto de aprendizado diz respeito ao conteúdo técnico do relatório. Como toda a parte de identificação e avaliação das estratégias foi conduzida pelo parceiro de biomimética, a leitura e interpretação do relatório BPR, por parte do time de projeto da empresa, não foi clara o suficiente para permitir que fossem feitas metáforas e analogias, para abstração dos princípios funcionais e posterior visualização de soluções. Neste ponto ficou clara a necessidade de capacitação de um grupo de colaboradores da empresa, conforme indicado na seção 4.2.1.

O terceiro ponto de aprendizado foi em relação à identificação de oportunidades para soluções em design e forma. O relatório foi elaborado por um grupo de biólogos do parceiro de biomimética, cujo foco foi soluções naturais e não necessariamente em formas, já que a ideia central foi focada na contenção de líquidos. Este ponto foi sinalizado também pela agência de design, parceira da empresa.

O quarto ponto de aprendizado foi de que a apresentação das estratégias naturais no BPR deveria trazer uma conexão mais clara e objetiva com as questões de embalagem, ou seja, deveria trazer mais explicitamente, por exemplo, determinada solução natural remete a proposta de uma embalagem que permite o esgotamento total do produto.

Todas as lições e aprendizados aqui relatados foram consensados e validados pelo time do projeto, junto aos parceiros do projeto e aprovadas em reunião de apresentação de status do projeto no Fórum de Tecnologia da empresa. Na sequência deu-se início ao segundo ciclo da pesquisa-ação.

4.2.3 Segundo Ciclo da Pesquisa-Ação – Aplicação da Etapa de Identificação da Demanda do *Framework*

O segundo ciclo da pesquisa-ação teve como objetivo, aprimorar a etapa de “Identificação de Demanda”, tendo como base as lições e aprendizados gerados no primeiro ciclo da pesquisa-ação. As atividades realizadas neste segundo ciclo foram: planejar a ação, implantar a ação e avaliar a ação.

As atividades de “contexto e propósito” e “construção” permaneceram inalteradas em relação ao primeiro ciclo da pesquisa-ação, sem necessidade de executá-las novamente.

4.2.3.1 Planejar a ação

Esta atividade teve como objetivo, delinear as atividades para aplicação da etapa 1 do *framework* referente a “Identificação de Demanda”, porém levando em consideração, as lições e aprendizados gerados com a realização do primeiro ciclo da pesquisa-ação. Como já mencionado devem ser realizadas as atividades da etapa 1, a identificação de requisitos e pontos chaves, a identificação de estratégias naturais, avaliar as estratégias naturais e gerar os relatórios de aplicações.

Das lições e aprendizados, dois dos pontos em especial foram abordados neste novo ciclo da pesquisa-ação, à identificação de oportunidades para soluções em design e forma. Neste sentido o trabalho foi executado mais próximo ao parceiro de design, citando anteriormente. Partindo da mesma pergunta formulada, “Como a natureza contém líquidos?”, com o objetivo de traduzir a partir do relatório BPR à identificação de oportunidades para soluções em design e forma, visto que o parceiro de design da empresa tem como expertise projetos em design de embalagens.

O outro ponto de lições e aprendizados foi de que o relatório de aplicações, o BPR, deveria trazer uma conexão mais clara e objetiva com as questões de embalagem.

Foi feito um aprofundamento sobre o BPR e ao final entregue um novo relatório, elaborado pelo parceiro de design, mais voltado à identificação de oportunidades para

soluções em design e forma, que traduziu através de metáforas e analogias, a abstração dos princípios funcionais e posterior construção de soluções para embalagens.

4.2.3.2 Implantar a ação

O objetivo desta atividade era realizar a “Identificação de Demanda” com base no planejamento da ação, descrita anteriormente. Foram realizadas reuniões presenciais com o parceiro de design, representantes do desenvolvimento de embalagens e o time do projeto, os dois últimos da empresa.

Durante as reuniões foram revalidados todos os pontos referentes à pergunta elaborada, requisitos de embalagem, que foram mantidos neste novo ciclo da pesquisa-ação. No primeiro ciclo da pesquisa-ação, foi elaborada uma única declaração referente às questões de embalagem da empresa, bem como o entendimento da função. A partir deste material, foi elaborado um conjunto que representou doze demandas específicas para design de embalagens:

1. Aproveitamento total do produto (até a última gota);
2. Acondicionamento e logística (estocagem);
3. Otimização de recursos (mínimo uso de materiais);
4. Produção, uso e descarte (ciclo fechado);
5. Refilagem de produtos (refil);
6. Otimização em tamanho (compactação);
7. Soluções de dispensadores (pumps e tampas);
8. Separação dos pedidos (picking);
9. Funcionalidade da embalagem (ergonomia);
10. Uso do produto (experiência);
11. Múltiplos e doses (multipack);
12. Performance (produto).

Partindo do relatório BPR, foi feita uma revisão do entendimento do problema, baseado na função identificada anteriormente, função conter líquidos, de modo a obter um

embasamento para evolução do processo. Assim as doze demandas citadas anteriormente, foram estabelecidas, a partir da declaração feita no ciclo da pesquisa-ação.

A partir do BPR, o parceiro de design e o time do projeto, identificaram palavras chave em cada uma das estratégias naturais identificadas, palavras chaves essas que caracterizaram novas funções. Estas novas funções por sua vez foram agrupadas, partindo-se para uma nova busca de soluções naturais que atendessem estas novas funções. O processo de aprofundamento no relatório BPR está indicado na Figura 27.

Figura 27 - Aprofundamento do BPR e identificação de novas funções (palavras-chave).

As novas funções foram classificadas como “conceitos chave” ampliando o numero de possibilidades que remeteu a outras estratégias naturais. A Figura 28 ilustra o início do processo, a partir do desafio identificado.

Figura 28 - Ilustra o início do processo, a partir do desafio identificado.

Nesta análise os organismos identificados inicialmente, foram divididos em seis grupos, representados pela Figura 29 a seguir:

Figura 29 - Grupos de conceitos chave.

A sequência desta análise permitiu a identificação de mais onze estratégias naturais, que foram somadas às trinta estratégias naturais anteriores, presentes no relatório BPR, na versão de um novo relatório de aplicações, gerado no segundo ciclo da pesquisa-ação.

O relatório apresentou o detalhamento até a obtenção dos conceitos chave, conforme Figura 30, os agrupamentos dos conceitos, a identificação de novas estratégias naturais, estão representados na Figura 31, e as oportunidades para soluções em design e forma para projetos em design de embalagens, conforme a Figura 32.

Figura 30 - Identificação de conceitos chaves extraídos a partir do relatório BPR.

Figura 31 - Agrupamento de conceitos e identificação de novas estratégias naturais.

Figura 32 - Oportunidades para soluções em design e forma para projetos em design de embalagens.

O relatório gerado com o parceiro de design trouxe ainda a tradução das doze demandas de design de embalagens na forma de ícones, conforme a Figura 33.

Figura 33 - As doze demandas de design de embalagem representadas por ícones gráficos.

Ao final o relatório apresentou uma relação de quarenta e uma estratégias naturais que foram identificadas, sendo que 30 destas estratégias originalmente foram extraídas do BPR. Além disso, o relatório mostrou a obtenção de conceitos chave e apresentou ainda a geração de vinte e cinco novas ideias para embalagens e produtos. A Figura 34 representa de forma

macro, o *framework* referente à etapa de “Identificação de Demanda”, ocorrido nos dois primeiros ciclos da pesquisa-ação.

Figura 34 - O *framework* “macro” referente à etapa de “Identificação de Demanda”.

4.2.3.3 Avaliar a ação

A última atividade do segundo ciclo da pesquisa-ação consistiu na análise das ações que ocorreram anteriormente, bem como identificação das lições aprendidas, que puderam ser levadas para o ciclo seguinte.

O primeiro ponto de aprendizado foi que a utilização de um parceiro de *design* contribui muito na estruturação e apresentação do relatório de aplicações. Torna a leitura mais compreensível, mesmo para aqueles que não têm um conhecimento técnico, seja ele de biologia, engenharia ou *design*.

O segundo ponto de aprendizado diz respeito à criação de conceitos chave, a partir da interpretação do relatório gerado pelo parceiro de biomimética. A criação destes conceitos trouxe a possibilidade de descobrir outras funções, que puderam contribuir com a identificação de mais estratégias naturais para auxiliar na resolução do problema relacionado às embalagens da empresa. Esta criação dos conceitos chaves vai de encontro a um dos cinco passos sugeridos para se encontrar analogias mais adequadas, como a identificar e encontrar mais detalhes sobre fenômenos biológicos relevantes (VAKILI, V.; SHU, L.H., 2001, p.4).

O terceiro ponto de aprendizado foi que ao ser iniciado uma pesquisa com o parceiro de biomimética, além da definição clara do problema a ser resolvido e a função atrelada a este problema, deve ser entregue também, um conjunto detalhado de requisitos que estejam relacionados ao problema a ser resolvido. Um exemplo disso foi à tradução das doze demandas de design de embalagens na forma de ícones, de modo que possam auxiliar no estabelecimento de metáforas e analogias entre as soluções naturais que estão sendo identificadas pelos biólogos e possíveis aplicações.

Todas as lições e aprendizados aqui relatados foram consensados e validados pelo time do projeto, junto aos parceiros do projeto e aprovadas em reunião de apresentação de status do projeto no Fórum de Tecnologia da empresa. Optou-se pela realização de mais dois ciclos de pesquisa-ação, sendo mais um ciclo de pesquisa-ação abrangendo a etapa de “Identificação de Demanda” que contemplou uma nova pesquisa ainda relacionada ao tema de embalagem e um último ciclo de pesquisa-ação abrangendo as etapas seguintes do *framework* inicial, o “Desenvolvimento de Conceitos” e o “Desenvolvimento de Novos Produtos” que contemplou a realização de um *workshop* para desenvolvimento de novos produtos. Na sequência deu-se início ao segundo ciclo da pesquisa-ação.

4.2.4 Terceiro Ciclo da Pesquisa-Ação – Aplicação da Etapa de Identificação da Demanda do *Framework*

O terceiro ciclo da pesquisa-ação teve como objetivo, aprimorar a etapa de “Identificação de Demanda”, tendo como base as lições e aprendizados gerados nos dois primeiros ciclos da pesquisa-ação. As atividades realizadas neste segundo ciclo foram: planejar a ação, implantar a ação e avaliar a ação.

As atividades de “contexto e propósito” e “construção” permaneceram inalteradas em relação aos dois primeiros ciclos da pesquisa-ação, sem necessidade de executá-las novamente.

Vale ressaltar que em relação à atividade Construção, conforme relatado na seção 4.2.2.1, a mesma continuou com a abordagem em embalagens.

4.2.4.1 Planejar a ação

Esta atividade teve como objetivo, delinear as atividades para aplicação da etapa 1 do *framework* referente a “Identificação de Demanda”, porém levando em consideração, as lições e aprendizados gerados com a realização dos dois primeiros ciclo da pesquisa-ação. Como já mencionado devem ser realizadas as atividades da etapa 1, a identificação de requisitos e pontos chaves, a identificação de estratégias naturais, avaliar as estratégias naturais e gerar os relatórios de aplicações.

Das lições e aprendizados, três pontos em especial foram abordados neste novo ciclo da pesquisa-ação, são eles:

- À identificação de oportunidades para soluções em design e forma, aprendizado identificado no primeiro ciclo da pesquisa-ação;
- O levantamento prévio de um conjunto detalhado de requisitos que estavam relacionados ao problema a ser resolvido (doze demandas de design de embalagens na forma de ícones), aprendizado identificado no segundo ciclo da pesquisa-ação;
- Apresentação das estratégias naturais no BPR trouxe uma conexão mais clara e objetiva com as questões de embalagem, aprendizado identificado no primeiro ciclo da pesquisa-ação;

Como abordagem continuou sendo embalagens abordou-se a função de criação das embalagens. Esta decisão foi tomada em consenso entre o time do projeto e os parceiros de biomimética e design. Assim a pergunta definida ficou: “Como a natureza cria embalagens?”.

Neste sentido o trabalho foi executado mais próximo ao parceiro de biomimética, porém o parceiro de design participou na definição da pergunta.

Foram feitas três teleconferências os contando com a participação do time de projeto e dos parceiros de biomimética e design. A primeira para definição e validação da função, criar embalagens e entrega do conjunto de requisitos que abrangeu as doze demandas de design de embalagens e uma segunda categorização das embalagens da empresa, focadas em eficiência, otimização, proteção e organização. Já a segunda contando com a presença dos mesmos

participantes, foi uma reunião de status de acompanhamento e a última uma reunião de apresentação do novo BPR.

4.2.4.2 Implantar a ação

O objetivo desta atividade era realizar a “Identificação de Demanda” com base no planejamento da ação, descrita anteriormente. Foram realizadas teleconferências, conforme descrito na seção 4.2.4.1 e levantamento de um novo conjunto de requisitos relacionados a embalagens, onde foi elaborada, com a participação da área de desenvolvimento de embalagens, uma segunda categorização das embalagens da empresa, focadas em eficiência, otimização, proteção e organização.

Ao final o relatório também apresentou uma seleção inicial de cem estratégias naturais, assim como no primeiro BPR, que foram identificadas e posteriormente avaliadas e refinadas. Ao final do relatório BPR, foram apresentadas trinta estratégias naturais. Os resultados apresentados no segundo relatório BPR, foram sumarizados inicialmente no início do relatório. Isto foi feito através da montagem de uma tabela contendo as quatro categorias que são eficiência, otimização, proteção e organização e as doze demandas de design de embalagens, onde as estratégias naturais identificadas seriam arranjadas, conforme representado na Figura 35.

Figura 35 - Definição de como o BPR foi organizado.

A seguir a Figura 36, mostra a tabela dispondo as estratégias nas categorias e quais demandas de design de embalagens cada uma das estratégias atende.

Tabela de Conteúdos

	ÚLTIMA GOTAS	ARMazenamento	MÍNIMO USO	CICLO FECHADO	REFIL	COMPACTAÇÃO	PUMPS E TAMPAS	SEPARAÇÃO DE PRODUTOS	ERGONOMIA	EXPERIÊNCIA	MULTIPACK	PRODUTO
PROTEÇÃO												
Concha do Abalone												
Castanha do Brasil												
Coco												
Minhoca												
Pinha (Pinheiro Cônico)												
Macaênia												
Ouriço do Mar												
Asa do Besouro												
ORGANIZAÇÃO												
Razão Áurea												
Cactus Barril												
Cigarrinha												
Diatomáceas												
Planta Rabo de Cavalo												

Blomimicry Perspectives Report | 7

Figura 36 - A tabela das estratégias naturais conforme as categorias que foram classificadas e as demandas de design de embalagem atendidas.

A Figura 37, mostra uma ficha descritiva de uma das estratégias naturais apresentadas no segundo relatório BPR, na ficha é relatada a estratégia natural, a inclusão dos ícones referente às doze demandas de design de embalagens e a ilustração e descrição do princípio de design abstraído.

Figura 37 - Ficha descritiva da estratégia natural.

4.2.4.3 Avaliar a ação

A última atividade do terceiro ciclo da pesquisa-ação consistiu na análise das ações que ocorreram anteriormente, bem como identificação das lições aprendidas, que puderam ser levadas para o ciclo seguinte.

O primeiro ponto de aprendizado foi que houve uma melhora significativa na apresentação dos relatórios BPR, elaborado pelo parceiro de biomimética, na comparação entre o relatório apresentado no primeiro ciclo da pesquisa-ação e o relatório do terceiro ciclo da pesquisa-ação. A Figura 38 mostra esta comparação.

CITRUS FRUIT

TOC

N/A

Citrus fruits are more than 90% water by weight, yet can be cut open without losing all their liquid. Oranges, grapefruits, lemons, and limes store water in a modular, redundant system of fleshy vesicles or sacs, collectively contained in individual segments. The sacs have a club, conical or elliptical shape and are stalked at one end. Each sac has an epidermal cell layer covered by a thin cuticle with wax secretions.

Suggested application
Containers could hold liquids in multiple, balloon-like packets aggregated into segments.

Abstracted design principle
Modular, redundant design of fleshy sacs contained in segments

Image: Cross section of a citrus fruit showing juice sacs within one of 11 sections. Epidermis and wax provide protection.

Spittlebug / Cigarrinha

The spittlebug (and many other organisms) uses bubbles in interesting ways throughout its life cycle. The organism extracts sap from a blade of grass and uses that sap to create a cluster of bubbles, within which it keeps its eggs. The bubbles provide a protective surface, but their shapes suggest some interesting insights for optimized packaging. The number of sides of the bubble changes in relation to the number of bubbles in the cluster. One bubble is a sphere with just one side. Two bubbles next to each other create a two-sided irregular shape. Three bubbles next to each other create a cluster of three-sided shapes.

As cigarrinha, formiga assassina ou joaneta utiliza bolhas de saliva para criar um conjunto (cluster) de bolhas, dentro do qual mantém seus ovos. As bolhas proporcionam uma superfície de proteção, mas suas formas sugerem alguns insights interessantes para embalagens otimizadas. O número de lados das alterações de bolhas em relação ao número de bolhas no aglomerado. Uma bolha é uma esfera com apenas um lado. Duas bolhas lado a lado criam uma forma irregular de dois lados. Três bolhas lado a lado criam um conjunto de três lados.

PACKAGING DEMANDS / DEMANDAS DE EMBALAGEM

ABSTRACTED DESIGN PRINCIPLE / PRINCÍPIO DE DESIGN ABSTRATO
Bubbles encourage later optimal packaging shapes for protection. Bolhas comprimidas são ótimas formas de embalagem para proteger.

References | Cox SJ; Fatima Vas M; Monnerieu-Pittet C; Pittet N. 2003. Minimal perimeter for N identical bubbles in two dimensions: calculations and simulations. Phil. Mag. 83: 1393-1406.

Biomimicry Perspectives Report | 63

Figura 38 - Comparativo entre os BPR's, acima a ficha de estratégia natural do primeiro relatório, abaixo a ficha de estratégia natural do segundo relatório, mostra os ícones de demandas de design de embalagens e ilustrações dos princípios de design abstraídos.

O segundo ponto de aprendizado importante neste ciclo da pesquisa-ação foi a participação no início da atividade de planejar a ação, do parceiro de design. Como este foi um aprendizado identificado no primeiro ciclo da pesquisa-ação, sua participação foi muito importante, principalmente na definição da pergunta e da nova função identificada, criar embalagens.

O terceiro ponto de importante foi a apresentação das estratégias naturais em uma tabela resumo inicial, separando as estratégias de acordo com as categorias estabelecidas

previamente e a indicação de quais demandas de design de embalagens cada estratégia atendia. Isso permitiu uma melhor visualização e entendimento do relatório BPR.

Todas as lições e aprendizados aqui relatados foram consensados e validados pelo time do projeto, junto aos parceiros do projeto e aprovadas em reunião de apresentação de status do projeto no Fórum de Tecnologia da empresa. O passo seguinte foi à realização de um quarto e último ciclo de pesquisa-ação abrangendo as etapas seguintes do *framework* inicial, o “Desenvolvimento de Conceitos” e o “Desenvolvimento de Novos Produtos” que contemplou a realização de um *workshop* para desenvolvimento de novos produtos. Na sequência deu-se início ao quarto ciclo da pesquisa-ação.

4.2.5 Quarto Ciclo da Pesquisa-Ação – Aplicação das Etapas de Desenvolvimento de Conceitos e Desenvolvimento de Novos Produtos do *Framework*

O quarto ciclo da pesquisa-ação teve como objetivo, avaliar as etapas de “Desenvolvimento de Conceitos” e “Desenvolvimento de Novos Produtos”, utilizando os conhecimentos adquiridos nos ciclos de pesquisa-ação anteriores, que abordaram a etapa de “Identificação de Demanda”. As atividades realizadas neste quarto ciclo foram: planejar a ação, implantar a ação e avaliar a ação.

As atividades de “contexto e propósito” e “construção” permaneceram inalteradas em relação aos três primeiros ciclos da pesquisa-ação, sem necessidade de executá-las novamente.

Vale ressaltar que em relação à atividade Construção, conforme relatado na seção 4.2.2.1, a mesma continuou com a abordagem em embalagens e mesmo ocorreu para as etapas “Desenvolvimento de Conceitos” e “Desenvolvimento de Novos Produtos”, isto porque foram identificados projetos no processo de desenvolvimentos de produtos da empresa, conforme a Figura 39, nos quais as demandas estavam relacionadas às embalagens.

Figura 39 - Processo de desenvolvimento de produtos da empresa.

4.2.5.1 Planejar a ação

Esta atividade teve como objetivo, delinear as atividades para aplicação das etapas 2 e 3 do *framework* inicial, respectivamente as etapas de “Desenvolvimento de Conceitos” e “Desenvolvimento de Novos Produtos”, foi considerado também as lições e aprendizados gerados nos três primeiros ciclo da pesquisa-ação. Os resultados obtidos nos três primeiros ciclos da pesquisa-ação indicaram que as etapas seguintes pudessem ser colocadas em prática. Como já mencionado devem ser realizadas as atividades da etapa 2, a identificação de projetos potenciais e ideias, a identificação de requisitos relacionados aos briefings dos projetos e validar estes projetos, bem como as atividades da etapa 3, que consiste na definição dos projetos potenciais e ideias, na definição do time do projeto e grupo de apoio, na elaboração das propostas conceitos e protótipos e por fim na geração da visão do produto e sua validação.

Das lições e aprendizados, nos ciclos de pesquisa-ação anteriores, podemos destacar alguns pontos considerados para este quarto ciclo de pesquisa-ação:

- Os projetos potenciais e ideias deveriam ter uma demanda para embalagens;
- Deveríamos ter a participação além do parceiro em biomimética, principalmente na condução do *workshop* de desenvolvimento de novos produtos na etapa 3 do *framework*, como também a participação de parceiros designers, que podem ser as agencias de design envolvidas com estes projetos potenciais;

- Obter um conjunto detalhado de requisitos e informações referente aos projetos potenciais de modo a tornar mais eficiente a validação dos projetos para a etapa 3.

Foram identificados vários projetos potenciais, junto às unidades de negócios da empresa, nas quais a liderança dos projetos é feita pelo Marketing, no caso responsabilidade de um gerente de produto, que cuida de toda a estratégia desde aprovação do briefing de um novo produto até o seu lançamento e posterior avaliação do lançamento que ocorre seis meses depois.

A que se ressaltar a realização de uma série de treinamentos que ocorreram, onde a empresa buscou treinar e capacitar seu grupo de colaboradores em biomimética, seguindo a estratégia elaborada para potencializar e alavancar a inovação da empresa. Deste grupo de colaboradores treinados, foi selecionado um grupo que participou da etapa 3 do *framework*.

Foram realizadas reuniões internas entre o time do projeto e gerentes de marketing, identificando projetos potenciais e levantou-se um conjunto detalhado de requisitos e informações desses projetos potenciais que os deixaram aptos a seguir para a etapa 3 do *framework*.

Aconteceram também três teleconferências com o parceiro de biomimética e o time do projeto, onde foi estabelecida toda a estruturação para o *workshop* de desenvolvimento de novos produtos.

4.2.5.2 Implantar a ação

O objetivo desta atividade era realizar a das etapas 2 e 3 do *framework* inicial, respectivamente as etapas de “Desenvolvimento de Conceitos” e “Desenvolvimento de Novos Produtos” com base no planejamento da ação, descrita anteriormente.

Na etapa 2 de “Desenvolvimento de Conceitos”, buscou-se identificar projetos potenciais, junto às unidades de negócios da empresa, nas quais a liderança dos projetos é feita pelo Marketing, no caso responsabilidade de um gerente de produto.

Foram realizadas reuniões com os gerentes de marketing das unidades de negócios da empresa e o time do projeto, de modo a identificar projetos potenciais. Uma informação importante que serviu para decisão de optar por projeto ou outra foi identificar a fase em que o projeto se encontrava dentro do processo de desenvolvimento de produtos. Projetos que estivessem com soluções de embalagem definidas, com moldes em desenvolvimento não poderiam ser utilizados na etapa 3, pois já encontravam-se em um estágio avançado do desenvolvimento.

Ao final foram identificados três projetos potenciais, sendo que dois deles estavam na fase de aprovação de briefing e um deles retornando a esta etapa, devido a uma não aprovação de conceito de embalagem. A Figura 40 mostra dentro do processo de desenvolvimento de produtos da empresa, a fase dos três projetos identificados.

Figura 40 - Posição dos projetos potenciais escolhidos no processo de desenvolvimento de produtos.

Os gerentes de marketing preencheram o template de contextualização dos projetos, com informações relevantes para a sequência da etapa 3, conforme a Figura 41, mostrando ao fundo templates preenchidos e em primeiro plano o template em branco para ser preenchido.

Figura 42 - Times de trabalho durante o *workshop* de desenvolvimento de novos produtos.

A equipe do parceiro em biomimética participou no *workshop* com três facilitadores, que durante o *workshop* revezavam-se entre os times de trabalho.

Um dos pontos importantes foi a utilização de facilitadores gráficos durante o *workshop* de desenvolvimento de novos produtos na etapa 3, que relataram tudo o que era discutido nos três times de trabalho e estas informações foram registradas graficamente, através de desenhos e ilustrações, como demonstrada na Figura 43.

Figura 43 - Registro gráfico das atividades dos times de trabalho feita por facilitador gráfico.

Durante a realização do *workshop*, uma atividade importante foi à realização de um *brainstorm* de ideias, onde os colaboradores treinados traziam as informações sobre as estratégias naturais, realizando as analogias e metáforas necessárias, para a geração de novos conceitos e ideias, tendo como base os relatórios BPR já elaborados nos ciclos anteriores da pesquisa-ação.

Neste sentido, faz-se necessária alguma forma ou procedimento de interpretação e tradução de biologia para se chegar à tecnologia. Neste sentido a presença de um grupo de apoio treinado, auxilia os times de trabalho na abstração técnica, que só é possível, através de um biólogo que aponte um fenômeno interessante ou incomum e tenha conhecimento dos princípios gerais por trás de seu funcionamento, para só então ser disponibilizado para o uso biomimético (VINCENT, J.F.V., et al., 2006, p.474).

As ideias geradas foram colocadas em um quadro que representava os pilares de embalagens, contidos nas Diretrizes de Desenvolvimento de Embalagens, pilares estes que são funcionalidade, sustentabilidade e estética, indicados na Figura 44. As ideias escolhidas pelos times de trabalho para seguirem adiante, foram aquelas que se encontravam na intersecção dos três pilares, conforme mostra a Figura 45.

Cada time de trabalho ao final deste *brainstorm* identificou ao menos cinco ideias, destas cinco ideias foram criados protótipos, conforme indicado na Figura 46 e a partir destas cinco três foram escolhidas por cada time de trabalho. Ao final os times de trabalho realizaram uma atividade, onde usando uma matriz SWOT (dos termos em inglês *strengths*, *weaknesses*, *opportunities* and *threats*) de pontos fortes, pontos fracos, ameaças e oportunidades pontuaram cada uma das três alternativas finais, conforme indicado na Figura 47.

Figura 44 - Pilares de embalagens.

Fonte: Diretrizes de Desenvolvimento de Embalagens – empresa.

Figura 45 - Disposição das ideias geradas no brainstorm entre os pilares de embalagens.

Figura 46 - Construção de protótipos nos times de trabalho.

Figura 47 - Representação gráfica da análise SWOT de um dos protótipos.

Ao final os times de trabalho avaliaram se as visões dos produtos, das opções criadas estavam de acordo com as propriedades da visão (BENASSI, 2013). Para isso foi utilizado o *checklist* da Visão do Produto, proposto na seção 3.5.

O *checklist* compreende as propriedades da visão e as equipes pontuaram cada uma das propriedades com base nas perguntas formuladas, específicas para cada propriedade da visão. A pontuação no *checklist* vai de 0 a 10, que quanto maior a nota, mais clara esta a visão do produto para as alternativas criadas.

Um dos projetos obteve a maior pontuação e durante o *workshop* de desenvolvimento de novos produtos um vídeo foi feito, retratando as opções criadas pelo time de trabalho, conforme a Figura 48.

Figura 48 - Registro das opções criadas por um dos times de trabalho durante o *workshop*.

Uma das entregas realizadas também foram os relatórios das opções criadas durante o *workshop*. As agências de design que participaram, elaboraram relatórios finais de todos os 3 projetos potenciais.

Estes relatórios, apesar de serem específicos para estes projetos potenciais, trazem insights e informações que poderão ser utilizadas por outras equipes das áreas de pesquisa da empresa.

4.2.5.3 Avaliar a ação

A última atividade do quarto ciclo da pesquisa-ação consistiu na análise das ações que ocorreram anteriormente, bem como identificação das lições aprendidas.

O primeiro ponto de aprendizado foi que as etapas 2 e 3 do *framework* podem ser consideradas uma só, ou seja, as três atividades da etapa 2 podem ser incluídas na etapa 3. Assim o *framework* proposto pode ter apenas duas etapas, sendo a etapa 1 a “Identificação da Demanda” e a etapa 2 “Desenvolvimento de Novos Conceitos e Produtos”.

O segundo ponto de aprendizado diz respeito ao número máximo de projetos potenciais a serem considerados para o *workshop* de desenvolvimento de novos produtos não deve ultrapassar o número de três projetos. Pelo que foi observado neste quarto ciclo de pesquisa-ação, três projetos é um número adequado para todos os participantes possam desempenhar os seus papéis e ao mesmo tempo serem suportados pelas equipes de apoio, tanto da empresa como também do parceiro de biomimética.

O terceiro ponto é a utilização de facilitadores gráficos para registro das informações e discussões ocorridas durante o *workshop*, à qualidade do trabalho e os resultados agregam muito durante o trabalho.

O quarto ponto também diz respeito a registro de informações, o uso de recursos de fotos e vídeos, também garantem uma ótima qualidade ao resultado final. Um dos projetos potenciais teve a gravação de um vídeo que foi utilizado pela gerente de marketing em um Comitê de Produtos da empresa. Neste comitê foi decidido que a área de pesquisa deveria abrir um projeto para o desenvolvimento da tecnologia, cuja visão do produto foi construída no *workshop* de desenvolvimento de novos produtos.

Todas as lições e aprendizados aqui relatados foram consensados e validados pelo time do projeto, junto aos parceiros do projeto e aprovadas em reunião de apresentação de encerramento do projeto no Fórum de Tecnologia da empresa.

4.2.6 Evolução do *Framework* durante a Pesquisa-Ação

Durante a evolução dos quatro ciclos da pesquisa-ação o *framework* apresentou uma evolução e melhorias foram identificadas a partir das lições e aprendizados, bem como de observações do pesquisador. Isto ocorre em função da pesquisa-ação permitir que o aprendizado do pesquisador advindo da ação contribua para a construção de conhecimento científico (ZUBER-SKERRITT; PERRY, 2002, p.173 *apud* NAPPI, 2014). De forma geral as melhorias são apresentadas a seguir:

- A representação do *framework* deve manter a visualização de forma completa, ou seja, o *framework* não deve ser estendido de modo, que possa ser visto e compreendido em uma só página.
- Em relação às etapas, durante o processo de pesquisa-ação foi observado que as etapas 2 e 3 do *framework* podem ser agrupadas, assim o *framework* final poderá ter apenas duas etapas, sendo a etapa 1 a “Identificação da Demanda” e a etapa 2 “Desenvolvimento de Novos Conceitos e Produtos”, incluindo as atividades das etapas 2 e 3.
- Em relação à nova etapa 2, “Desenvolvimento de Novos Conceitos e Produtos”, deve ser incluída a atividade de pré-trabalho. Onde o grupo de apoio ao *workshop* de desenvolvimento de novos produtos, deve receber todos os materiais de pesquisa, os BPR’s, como também todos os materiais referentes aos projetos potenciais, para que possam estudá-los antes.
- Incluir ainda nas atividades da nova etapa 2, as informações de número máximo de projetos potenciais e de participantes do time de trabalho, de modo a deixar a informação mais visual.
- Incluir ainda no *framework* a indicação de “quem?”, de modo a sinalizar no *framework* quem são as pessoas a ser acessadas, durante a sua utilização.
- Desmembrar a atividade da etapa 2, “Definir time do projeto e grupo de apoio” em duas atividades separadas e incluir os números mínimos e máximos de participantes, bem como a informação de que os colaboradores da empresa devem estar capacitados para esse apoio, ou seja, deverão ter sido treinados em biomimética, pelo parceiro de biomimética.

A versão final do *framework* com as melhorias relatadas estão representadas na seção 4.2.7 a seguir.

4.2.7 Proposta de *Framework* Final

A proposta de *framework* final contém as melhorias realizadas durante a pesquisa-ação mencionadas anteriormente. Essa proposta de *framework* final está organizada em duas etapas. Essas etapas, por sua vez, são composta por diferentes sequencias de atividades, sendo quatro atividades na etapa 1 e onze atividades na etapa 2.

Essas atividades podem utilizar uma ou mais ferramentas, bem como ter um ou mais responsáveis para a execução das atividades em cada etapa, conforme indicado na Figura 49.

Figura 49 - Proposta de *Framework* Final (elaborado pelo autor).

Um ponto importante é que todas as atividades do *framework* devem ser executadas sob a orientação de um facilitador (interno, no caso um colaborador da empresa, da área de pesquisa ou externo, por exemplo, um parceiro de biomimética e/ou design) (NEELY et al., 2002, p. 29, apud NAPPI 2014, p.158).

Na etapa 1, conforme indicado na Figura 50, a atividade 1 é executada pelo líder do projeto de biomimética, contando com o apoio de um facilitador da área de pesquisa da empresa, em reunião com potenciais clientes, por exemplo, um gerente de marketing. O documento utilizado aqui é o template de identificação (vide Apêndice B).

As atividades 2, 3 e 4 são executadas ou por colaboradores da empresa treinados em biomimética, ou por parceiro de biomimética externo. Aqui há a necessidade de acompanhamento do líder do projeto, que pode assumir a função de um facilitador.

Figura 50 - Detalhe da Etapa 1 do *Framework*

Já na etapa 2, conforme indicado na Figura 51, a atividade 1 é executada pelo líder do projeto de biomimética, contando com o apoio de um facilitador da área de pesquisa da empresa, em reunião com potenciais clientes, por exemplo, um gerente de marketing. O documento utilizado aqui é o template de contextualização (vide Apêndice C).

Nesta mesma etapa, a atividade 2 é executada pelo cliente potencial que reúne a maior quantidade possível de informações sobre o projeto potencial, contando com o apoio do líder do projeto de biomimética que também pode atuar como facilitador.

As atividades 3, 4 e 5 são executadas pelo líder do projeto de biomimética que reúne todas as informações necessárias. Já a atividade 6 é executada em parceria do líder do projeto de biomimética e o cliente, por exemplo, um gerente de marketing.

Figura 51 - Detalhe da Etapa 2 do *Framework*

Na sequência, conforme indicado na Figura 51, a atividade 7 é executada pelo líder do projeto de biomimética. O grupo de apoio é responsável pela execução da atividade 8, cabendo a eles estarem preparados para o *workshop* de desenvolvimento de novos produtos, através do estudo prévio de todos os materiais disponibilizados, como o template de contextualização, diretrizes, briefings entre outros.

As atividades 9, 10 e 11 são executadas pelo time de projeto, durante as atividades do *workshop* de desenvolvimento de novos produtos.

5 Conclusão

O capítulo a seguir apresenta as conclusões e as considerações finais do trabalho. Apresentam ainda uma discussão dos objetivos à luz dos resultados da pesquisa, as limitações e sugestões para trabalhos futuros.

5.1 Discussão do Objetivo da Pesquisa

O trabalho possui como resultado um *framework* referencial utilizando a biomimética para a construção da visão do produto, no desenvolvimento de produtos inovadores, compreendendo as seguintes características: a) um procedimento com a descrição dos passos para o uso da biomimética; b) um conjunto de ferramentas como formulários e templates para apoiar o procedimento; c) a apresentação e descrição de um caso real de aplicação; d) um *checklist* de aderência das propriedades da visão do produto.

Com esse resultado, considera-se que o objetivo estabelecido foi atingido.

Vale ressaltar ainda a contribuição deste trabalho que durante esta pesquisa-ação, onde este procedimento foi refinado, tivemos a oportunidade de aprender algumas coisas como:

- **A clareza da pergunta:** o papel central da pergunta bem feita é altamente relevante no entendimento do problema, bem como na busca de soluções;
- **O direcionamento dos resultados:** conseguir direcionar e canalizar os resultados obtidos a partir da pergunta e suas derivações, para a construção de uma visão clara do produto a ser desenvolvido;
- **A multidisciplinaridade da equipe de projeto:** é de suma importância a participação de um grupo multidisciplinar e que tenha o conhecimento dos conceitos e métodos de biomimética, como biólogos e designers, por exemplo, para que possa ocorrer um diálogo mais claro na tradução da idéias;
- **O uso do *checklist* das propriedades da visão do produto:** reforça e valida os resultados obtidos pela equipe de projeto, na busca das soluções;

- **Suporte da alta gestão da empresa:** é fundamental para realização deste processo, de forma a garantir os recursos necessários da implantação da biomimética dentro do processo de desenvolvimento de produtos inovadores, dentro das empresas.

Cabe ressaltar também a descrição do fluxo do processo desenvolvido, representado pelas figuras, mostrando desde a identificação do desafio, passando pela elaboração e criação de conceitos chaves.

De modo geral foi possível verificar a existência de outros processos e métodos descrevendo a utilização da biomimética, abordados no capítulo 3, seção 3.1, visto que há também vários outros métodos e processos para sua aplicação e estes podem variar de acordo com a sua abordagem. A investigação de métodos que suportam um projeto de biomimética passa por dois pontos importantes a serem considerados:

- Os métodos que suportem a busca e representação dos fenômenos biológicos para o projeto e;
- Os estudos para melhor compreender e apoiar a aplicação das analogias biológicas nos projetos.

Um ponto relevante observado foi que as metodologias de biomimética observadas abordam o problema, sua identificação, onde e como ocorrem, porém não deixam claro como chegam aos resultados finais, citam a abstração de princípios de *design*, criação de modelos funcionais, experimentar e testar as soluções, mas não relatam e detalham claramente como chegam a solução em si, além de não detalharem como é feita a ligação com os processos de desenvolvimento que vem depois.

A avaliação geral do *framework* pelos participantes do grupo multidisciplinar da pesquisa-ação indica alto grau de satisfação e atendimento das necessidades da empresa. Os participantes ressaltaram que a contribuição dos resultados da pesquisa-ação excedeu às expectativas e apontaram a potencialidade da aplicação do *framework* em outras empresas.

A aplicação prática do *framework* referencial utilizando a biomimética para a construção da visão do produto ocorreu no contexto do da abordagem metodológica DRM que prescreve a melhoria cíclica de uma proposta de forma a alcançar a situação desejada. Essa melhoria cíclica foi possível por meio da condução de uma pesquisa-ação. A situação desejada, por sua vez, consistiu na entrega para a empresa de um *framework* referencial

utilizando a biomimética para a construção da visão do produto, no desenvolvimento de produtos inovadores.

Uma das observações importantes foi à contribuição de uma equipe de *design* atuando junto ao projeto. Isto ficou claro durante o 2º ciclo da pesquisa-ação, onde esta equipe pode atuar diretamente sobre o relatório de pesquisa das soluções naturais, o BPR, e a partir deste fazer a analogia dos princípios naturais e a posterior geração de *insights* para soluções de embalagens e produtos.

Vale também ressaltar os resultados obtidos durante a realização deste trabalho, foram apresentados no Fórum de Tecnologia, quando do encerramento do projeto, após o quarto ciclo da pesquisa-ação.

Em números, a estratégia de implantação da biomimética nos processos para desenvolvimentos de produtos e tecnologias, para alavancar a inovação da empresa.

Treinamentos: *Workshops* de Biomimética para capacitação e geração de insights.

- 04 *Workshops* (BaDT, B+D e *Life's Principles*);
- 41 colaboradores treinados;
- 04 parceiros treinados.

Desafios abordados nos *Workshops* de treinamento

- 08 temas abordados (51 insights gerados);
- 02 novos conceitos;
- 05 projetos avaliados (*checklist Life's Principles*).

Dentre os resultados, a seguir os obtidos dentro do escopo do presente trabalho, durante os quatro ciclos de pesquisa-ação, destacando a contribuição do trabalho para a empresa.

Pesquisas realizadas

- 02 pesquisas (como a natureza contém líquidos e como cria embalagens?);
- 01 relatório de insights (Embalagens desenvolvido com o parceiro de *design*).
 - 17 *insights* (embalagens);
 - 08 *insights* (produtos).

Workshop de Desenvolvimento de Novos Produtos

- 03 *briefings* de projetos potenciais;
- 09 *insights* criativos relacionados a embalagens;
- 18 colaboradores da empresa treinados;
- 03 parceiros externos treinados (agências de design).

Por fim, o *framework* também contribui para a academia à medida que conseguiu mostrar a viabilidade de sua utilização e incorporação de um *checklist* das propriedades da visão do produto (BENASSI, 2013), compreendendo o processo para inclusão da biomimética para a construção da visão do produto, no desenvolvimento de produtos inovadores.

Os resultados obtidos ao final mostram que a utilização do *framework* pode ser direcionada a outros processos para o desenvolvimento de produtos ou de tecnologias, como por exemplo, no modelo proposto por ROZENFELD et. al. (2006) ou ainda variações e adaptações do mesmo. A Figura 52 ilustra a incorporação do *framework* e do *checklist* no modelo citado anteriormente.

5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Cabe sinalizar também a possibilidade de evolução deste trabalho, aprofundando em um estudo metodológico mais detalhado, gerando uma metodologia completa, com a evolução e consolidação completa da pesquisa, a partir de um doutorado.

Considerando como uma das consequências das limitações associadas ao procedimento técnico de pesquisa-ação, novas pesquisas podem utilizar tanto o *framework* proposto para incorporação da biomimética, bem como o *checklist* das propriedades da visão do produto, de modo que, estes possam ser aplicados em empresas de outros setores, possibilitando avaliar a sua pertinência, bem como, a sua adequação a realidade e necessidade de cada empresa.

Futuros trabalhos podem considerar ainda dentro da pesquisa-ação, novas pesquisas considerando mais ciclos do *workshop* para desenvolvimento de novos produtos, de modo a buscar mais informações que possam auxiliar na evolução do *framework* e do *checklist*.

Além disso, tanto o *framework* como o *checklist* das propriedades da visão do produto proposto neste trabalho, também pode ser aprimorados em estudos futuros, além de adaptados às necessidades de empresas que venham a utilizá-los, adequando-os as suas necessidades que pode remeter a utilização de algumas atividades propostas nas etapas do *framework*, bem como a utilização de algumas das propriedades da visão do produto descritas no *checklist*. Neste sentido faz-se necessário uma avaliação para identificar quais se adequam as necessidades de cada empresa.

Este trabalho também está inserido em um contexto em que avanços acadêmicos e da comunidade prática ligada tanto a biomimética, quanto a visão do produto, de modo que novos avanços nestas áreas podem surgir, evoluindo as propostas, tanto do *framework* como do *checklist*.

Finalmente, pesquisas no sentido de verificar como a inovação nas empresas pode ser alavancada, considerando a utilização do *framework* para incorporação da biomimética e do *checklist*, tornam-se importantes na fundamentação do tema através de evidências teóricas e práticas e, assim, contribuir para a estratégia de inovação das empresas, através do desenvolvimento de novos produtos e tecnologias.

Figura 52 - Sugestão de incorporação do *framework* e do *checklist* no modelo proposto por ROZENFELD et. al. (2006) (adaptado pelo autor).

Referências

AMARAL, Daniel Capado et al. Gerenciamento ágil de projetos: aplicação em produtos inovadores. **São Paulo: Saraiva**, 2011.

BAR-COHEN, Y. Biomimetics - using nature to inspire human innovation. **Bioinspiration & Biomimetics**, v. 1, n. 1, p. P1, 2006. Disponível em: http://iopscience.iop.org/1748-3190/1/1/P01/pdf/1748-3190_1_1_P01.pdf. Acesso em: 25 abr. 2014.

BENASSI, J. L. G. et al. EVALUATING METHODS FOR PRODUCT VISION WITH CUSTOMERS' INVOLVEMENT TO SUPPORT AGILE PROJECT MANAGEMENT. In: **DS 68-10: Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED 11), Impacting Society through Engineering Design, Vol. 10: Design Methods and Tools pt. 2, Lyngby/Copenhagen, Denmark, 15.-19.08. 2011.** 2011. Disponível em: <https://www.designsociety.org/publication/30760/evaluating_methods_for_product_vision_with_customers%E2%80%99involvement_to_support_agile_project_management>. Acesso em: 07 maio 2014.

BENASSI, J. L. G.; AMARAL, D. C. Método para a descrição da visão do produto no contexto do gerenciamento ágil de projetos. **Produção**, v. 21, n. 3, p. 392-403, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132011000300004&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em: 21 maio 2014.

BENASSI, J. L. G.. **Proposta de método para criação da visão do produto no gerenciamento ágil de projetos de desenvolvimento de produtos.** 2013. Dissertação (Mestrado em Processos e Gestão de Operações) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-15102013-085611/pt-br.php>>. Acesso em: 24 abr. 2014.

BENYUS, J. M. **Biomimética, Inovação Inspirada da Natureza.** Cultrix. Título original: Biomimicry, Innovation Inspired by Nature. New York. 1997.

BAUMEISTER, Dayna et al. **Biomimicry resource handbook: a seed bank of best practices.** Biomimicry 3.8, 2014.

BLESSING, L. T. M; CHAKRABARTI, A. (2009). **DRM, a design research methodology.** London: Springer-Verlag.

BROWN, S. L.; EISENHARDT, K. M. Product development: Past research, present findings, and future directions. **Academy of management review**, v. 20, n. 2, p. 343-378, 1995.

BRYMAN, A. (1989). **Research methods and organization studies**. London: Unwin Hyman.

CHAKRABARTI, Amaresh et al. A functional representation for aiding biomimetic and artificial inspiration of new ideas. **AIE EDAM**, v. 19, n. 02, p. 113-132, 2005.

CHEONG, H.; SHU, L. H. Using templates and mapping strategies to support analogical transfer in biomimetic design. **Design Studies**, v. 34, n. 6, p. 706-728, 2013.

CHOU, Amanda; SHU, L. H. Using analogies to explain versus inspire concepts. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, v. 29, n. 02, p. 135-146, 2015.

CLARK, K. B. Project scope and project performance: the effect of parts strategy and supplier involvement on product development. **Management science**, v. 35, n. 10, p. 1247-1263, 1989.

COOPER, R. G. Developing new products on time, in time. **Research-Technology Management**, v. 38, n. 5, p. 49, 1995.

COGHLAN, D.; BRANNICK, T. **Doing action research in your own organization**. Sage, 2010.

COUGHLAN, P.; COGHLAN, D. (2009). Action research. In: KARLSSON, C. (Ed.). **Researching operations management**. New York: Routledge. Cap.7, p.236-262.

DETANICO, F. B.; TEIXEIRA, F.; DA SILVA, T. L. K. A biomimética como método criativo para o projeto de produto. **Design & Tecnologia**, v. 1, n. 02, p. 101-113, 2010.

DUMAS, Angela. Building totems: metaphor making in product development. *Design Management Journal (Former Series)*, v. 5, n. 1, p. 71-82, 1994.

EL-ZEINY, Rasha Mahmoud Ali. Biomimicry as a Problem Solving Methodology in Interior Architecture. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 50, p. 502-512, 2012.

GRIGORIAN, M. Biomimicry and Theory of Structures-Design Methodology Transfer from Trees to Moment Frames. **Journal of Bionic Engineering**, v. 11, n. 4, p. 638-648, 2014.

GOEL, A. K. et al. Cognitive, collaborative, conceptual and creative—four characteristics of the next generation of knowledge-based CAD systems: a study in biologically inspired design. **Computer-Aided Design**, v. 44, n. 10, p. 879-900, 2012.

GONÇALVES, M., et al. What inspires designers? Preferences on inspirational approaches during idea generation. **Design studies**, v. 35, n. 1, p. 29-53, 2014.

GOYAL, P.; RAHAMAN, Z.; KAZMI, A. A. (2013). Corporate sustainability performance and firm performance research: literature review and future research agenda. **Management Decision**, v.51, n.2, p.361-379.

HABERLAND, M.; KIM, S. On extracting design principles from biology: I. Method—General answers to high-level design questions for bioinspired robots. **Bioinspiration & biomimetics**, v. 10, n. 1, p. 016010, 2015.

HEKKERT, P. et al, 2006. ViP – Vision in Product - The warm bath, p.2

HELMS, M. et al. (2009). Biologically inspired design: process and products. **Design studies**, v. 30, n. 5, p. 606-622, 2009.

HELMS, Michael; GOEL, Ashok K. The Four-Box Method: Problem Formulation and Analogy Evaluation in Biologically Inspired Design. **Journal of Mechanical Design**, v. 136, n. 11, p. 111106, 2014.

HIGHSMITH, J. Agile project management: creating innovative products. 2004. **Reading: Addison Wesley Professional**.

KOTTER, J. P. Leading change: Why transformation efforts fail. **Harvard business review**, v. 73, n. 2, p. 59-67, 1995.

LAITINEN, J. et al. Visionary concept: Combining scenario methodology with concept development. **Seeing the future through new eyes. Washington: World Future Society**, 2008.

LEPORA, N. F.; VERSCHURE, P.; PRESCOTT, T. J. The state of the art in biomimetics. **Bioinspiration & biomimetics**, v. 8, n. 1, p. 013001, 2013. Disponível em : < <http://dx.doi.org/10.1088/1748-3182/8/1/013001>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

LI, S. H. et al. Biomimicry of bamboo bast fiber with engineering composite materials. **Materials Science and Engineering: C**, v. 3, n. 2, p. 125-130, 1995.

LIN, C-C.; LUH, D-B. A vision-oriented approach for innovative product design. **Advanced engineering informatics**, v. 23, n. 2, p. 191-200, 2009.

LOPEZ-FORNIES, I.; BERGES-MURO, L. Diseño conceptual de productos.: Un enfoque biomimético para la mejora de funciones. **Dyna**, v. 87, n. 1, p. 35-44, 2012. Disponível em: < <http://www.revistadyna.com/busqueda/disenio-conceptual-de-productos-un-enfoque-biomimetico-para-mejora-de-funciones>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

LURIE-LUKE, Elena. Product and technology innovation: what can biomimicry inspire?. **Biotechnology advances**, v. 32, n. 8, p. 1494-1505, 2014.

LYNCH-CARIS, T. M.; WEAVER, J.; KLEINKE, D. K. Biomimicry Innovation as a Tool for Design. In: **American Society for Engineering Education**. American Society for Engineering Education, 2012.

NAPPI, Vanessa. **Framework para desenvolver um sistema de medição de desempenho para PLM (Product Lifecycle Management) com indicadores de sustentabilidade**. 2014. Dissertação (Mestrado em Processos e Gestão de Operações) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

NEVES, J. C. L.; FRANCKE, I. C. M. Creative product design using biomimetics. **Design and Nature VI: Comparing Design in Nature with Science and Engineering**, v. 4, p. 149, 2012. Disponível em: < <http://www.witpress.com/elibrary/wit-transactions-on-ecology-and-the-environment/160/23406>>. Acesso em: 25 abr. 2014.

NONAKA, I. A empresa criadora de conhecimento. In: **Harvard Business Review**. Gestão do conhecimento. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. (2004). **Guia PMBOK**: um guia do conjunto de conhecimentos do gerenciamento de projetos. 4thed. Pennsylvania.

ROZENFELD, H. et al. (2006). **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva.

SANTOS, S.C.S.; FACHÍN-TÉLAN, A. **A concepção e construção de analogias e metáforas por profissionais da educação básica municipal de Manaus-AM, Brasil**. 2º SECAM, Manaus, 2012

SHU, L. H. et al. Biomimetics applied to centering in microassembly. **CIRP Annals-Manufacturing Technology**, v. 52, n. 1, p. 101-104, 2003.

SHU, L. H. et al. Integrating function-based and biomimetic design for automatic concept generation. **Guidelines for a Decision Support Method Adapted to NPD Processes**, 2007.

SHU, L. H. Generalizing the Biomimetic Design Process. **Proceedings of the Canadian Engineering Education Association**, 2011.

SHU, L. H. et al. Biologically inspired design. **CIRP Annals-Manufacturing Technology**, v. 60, n. 2, p. 673-693, 2011.

SOARES, M. AR. Biomimetismo e Ecodesign: Desenvolvimento de uma ferramenta criativa de apoio ao design de produtos sustentáveis. **Lisboa: Universidade Nova de Lisboa**, 2008. Disponível em: < http://run.unl.pt/bitstream/10362/1529/1/Soares_2008.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2014.

TESSAROLO, P. Is integration enough for fast product development? an empirical investigation of the contextual effects of product vision*. **Journal of Product Innovation Management**, v. 24, n. 1, p. 69-82, 2007.

TURRIONI, J.B.; MELLO, C. (2012). Pesquisa-ação na engenharia de produção. In: MIGUEL, P.A.C. et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier; ABEPRO. Cap.7, p.149-166.

VIEIRA, Pelegrini Alexandre et al. BIOMIMETISMO APLICADO AO DESIGN SUSTENTÁVEL NO AMBIENTE CONSTRUÍDO–UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA. **Blucher Design Proceedings**, v. 1, n. 4, p. 2102-2113, 2014.

VINCENT, Julian FV et al. Biomimetics: its practice and theory. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 3, n. 9, p. 471-482, 2006.

VOLSTAD, N. L. et al. Biomimicry - a useful tool for the industrial designer?. In: **DS 50: Proceedings of NordDesign 2008 Conference, Tallinn, Estonia, 21.-23.08. 2008**. 2008.

VOLSTAD, N. L.; BOKS, C. On the use of Biomimicry as a Useful Tool for the Industrial Designer. **Sustainable Development**, v. 20, n. 3, p. 189-199, 2012. Disponível em: <
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=6ce2a46b-4bc1-4725-b0b3-ed94244585e3%40sessionmgr198&vid=1&hid=110>>. Acesso em: 08 abr. 2014.

WAHL, D. C. Bionics vs. biomimicry: from control of nature to sustainable participation in nature. **Design and nature III: comparing design in nature with science and engineering**, v. 87, p. 289-298, 2006. Disponível em: <http://www.witpress.com/elibrary/wit-transactions-on-ecology-and-the-environment/87/16157>>. Acesso em: 17 jul. 2014.

XIE, H. M.; WANG, X. B. Shared Vision, Innovational Mechanism and Product Innovation: An Empirical Research in South China. In: **Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008. WiCOM'08. 4th International Conference on**. IEEE, 2008. p. 1-4.

YIYONG, O. How Team Spirit Improve Product Innovation: The Role of Shared Vision and Knowledge Acquisition. In: **2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering**. 2008. p. 381-384.

ZUBER-SKERRITT, O.; PERRY, C. (2002). Action research within organisations and university thesis writing. **The Learning Organization**, v.9, n.4, p.171-179.

APÊNDICE A - Revisão Bibliográfica Sistemática

A revisão bibliográfica sistemática é o processo de coletar, conhecer, compreender, analisar, sintetizar e avaliar um conjunto de artigos científicos com o propósito de criar um embasamento teórico-científico (estado da arte) sobre um determinado tópico ou assunto pesquisado (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011, p.3).

A revisão proposta teve como objetivo identificar trabalhos na literatura que retratassem processos de aplicação da biomimética no desenvolvimento de tecnologias e produtos, de modo que pudéssemos compará-los com o *framework* proposto. Sendo assim a questão que orientou a RBS foi: quais são os processos para aplicação da biomimética no desenvolvimento de tecnologias e produtos?

A lista preliminar de artigos foi definida por meio de uma revisão bibliográfica simples e indicação de especialistas. A revisão bibliográfica simples foi realizada utilizando as bases de dados do *Google Scholar*, *Scopus* e *ISI Web of Science* e considerou as seguintes palavras chave: biomimética, *design*, criatividade, *creativity*, *biomimetics*, *biologically inspired*, *design*, *design method*, *biomimetic design*, *analogies*, *inspiration*, *design process*, *design methodology*, e os artigos foram selecionados pela afinidade com o tema. O Quadro 9, apresenta os principais artigos utilizados para a definição das *strings*.

Nº	Ano	Autores	Periódicos	Fonte
1	2010	DETANICO, F.B.; TEIXEIRA, F.G.; SILVA, T.K.	Design & Tecnologia	DETANICO, Flora Bittencourt; TEIXEIRA, Fábio; DA SILVA, Tânia LK. A biomimética como método criativo para o projeto de produto. <i>Design & Tecnologia</i> , v. 1, n. 02, p. 101-113, 2010.
2	2006	BAR-COHEN, Y.	<i>BIOINSPIRATION & BIOMIMETICS</i>	BAR-COHEN, Yoseph. <i>Biomimetics—using nature to inspire human innovation. Bioinspiration & Biomimetics</i> , v. 1, n. 1, p. P1, 2006.
3	2011	SHU, L. H. et al.	<i>CIRP Annals-Manufacturing Technology</i>	SHU, L. H. et al. <i>Biologically inspired design. CIRP Annals-Manufacturing Technology</i> , v. 60, n. 2, p. 673-693, 2011.
4	2008	VOLSTAD, N. L. et al.	<i>Proceedings of NordDesign 2008 Conference</i>	VOLSTAD, Nina Louise et al. <i>Biomimicry—a useful tool for the industrial designer? In: DS 50: Proceedings of NordDesign 2008 Conference</i> , Tallinn, Estonia, 21.-23.08. 2008. 2008.
5	2012	LYNCH-CARIS, T. M.; WEAVER, J.; KLEINKE, D. K.	<i>American Society for Engineering Education</i>	LYNCH-CARIS, Terri M.; WEAVER, Jonathan; KLEINKE, Darrell K. <i>Biomimicry Innovation as a Tool for Design. In: American Society for Engineering Education. American Society for Engineering Education</i> , 2012.
6	2012	NEVES, J. C. L.; FRANCKE, I. C. M.	<i>WESSEX Institute - Design and Nature VI</i>	NEVES, J. C. L.; FRANCKE, I. C. M. <i>Creative product design using biomimetics. Design and Nature VI: Comparing Design in Nature with Science and Engineering</i> , v. 4, p. 149, 2012.
7	2012	LOPEZ-FORNIES, I.; BERGES-MURO, L.	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. <i>Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón</i>	LOPEZ-FORNIES, Ignacio; BERGES-MURO, Luis. Diseño conceptual de productos.: Un enfoque biomimético para la mejora de funciones. <i>Dyna</i> , v. 87, n. 1, p. 35-44, 2012.
8	2012	VOLSTAD, N. L.; BOKS, C.	Sustainable Development	VOLSTAD, Nina Louise; BOKS, Casper. <i>On the use of Biomimicry as a Useful Tool for the Industrial Designer. Sustainable Development</i> , v. 20, n. 3, p. 189-199, 2012.
9	2003	SHU, L. H. et al.	<i>CIRP Annals-Manufacturing Technology</i>	SHU, L. H. et al. <i>Biomimetics applied to centering in microassembly. CIRP Annals-Manufacturing Technology</i> , v. 52, n. 1, p. 101-104, 2003.
10	2006	WAHL, D. C.	<i>WESSEX Institute - Design and nature III</i>	WAHL, D. C. <i>Bionics vs. biomimicry: from control of nature to sustainable participation in nature. Design and nature III: comparing design in nature with science and engineering</i> , v. 87, p. 289-298, 2006.
11	2005	CHAKRABARTI, A. et al.	<i>Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing 2005</i>	CHAKRABARTI, Amaresh et al. <i>A functional representation for aiding biomimetic and artificial inspiration of new ideas. AIE EDAM</i> , v. 19, n. 02, p. 113-132, 2005.
12	2013	LEPORA, N. F.; VERSCHURE, P.; PRESCOTT, T. J.	<i>Bioinspiration & biomimetics</i>	LEPORA, Nathan F.; VERSCHURE, Paul; PRESCOTT, Tony J. <i>The state of the art in biomimetics. Bioinspiration & biomimetics</i> , v. 8, n. 1, p. 013001, 2013.
13	2014	VIEIRA, P. A. et al.	<i>Blucher Design Proceedings</i>	VIEIRA, Pelegrini Alexandre et al. <i>BIOMIMETISMO APLICADO AO DESIGN SUSTENTÁVEL NO AMBIENTE CONSTRUÍDO—UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA. Blucher Design Proceedings</i> , v. 1, n. 4, p. 2102-2113, 2014.
14	2012	EL-ZEINY, R. M. A.	<i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i>	EL-ZEINY, Rasha Mahmoud Ali. <i>Biomimicry as a Problem Solving Methodology in Interior Architecture. Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , v. 50, p. 502-512, 2012.

Quadro 9 - Lista preliminar de artigos selecionados (elaborado pelo autor).

Os artigos deveriam estar indexados a uma das bases de dados selecionada para essa RBS; ser de livre acesso ou assinadas pela Universidade de São Paulo ou rede de periódicos CAPES; e apresentar trabalhos completos na área de estudo no idioma inglês. Os filtros utilizados para garantir que a amostra de artigos analisada estão listados a seguir. Vale lembrar que os artigos que não atenderam aos critérios de inclusão foram excluídos da revisão.

- Filtro 1: proposição e/ou estudos de ligados a biomimética
- Filtro 2: proposição e/ou estudos de ligados a biomimética e estivessem relacionados a processos e metodologias
- Filtro 3: informações ligadas as indicações anteriores e não relacionadas a processos ou métodos de transformação de substâncias.

Após a definição dos termos relevantes, foram realizadas buscas nas bases de dados selecionadas, de forma a aperfeiçoar as *strings* conforme a Tabela 5. As palavras definidas nos grupos foram conectadas por operadores lógicos “AND”, “OR”, conforme o padrão indicado nas respectivas bases, para buscas booleanas. A busca foi realizada considerando os campos “título”, “resumo” e “palavras-chave”.

Outras palavras foram acrescentadas as já identificadas para a construção da string como: engineering design; product development process, solution search, sources of inspiration, biologically inspired design, design by analogy e problem solving methodology.

A busca pela string resultou ao final em 548 artigos utilizando os artigos das bases de dados, ISI *Web of Science* e *Science Direct*, que foram submetidos aos filtros, descritos anteriormente e refinados a 108 e finalmente 13 artigos relevantes. As bases de dados escolhidas para realização das buscas foram escolhidas pela sua abrangência e qualidade.

Tabela 5 - Construção das *strings* de busca para RBS (elaborada pelo autor)

Busca	String	Base de dados
1	((Biomimetic* OR biomimicry OR bioinspired OR "bio-inspired" OR "bioinspired design" OR "bio-inspired design" OR "design concept generation" OR "engineering design" OR "biologically inspired design") AND (analogy OR "nature-inspired design strategies" OR "design methods" OR creativity OR "Problem Solving Methodology" OR method* OR "product development process") OR ("sources of inspiration" OR method*))	ISI Web of Science (5.036.098)
2	(Biomimetic* OR biomimicry OR bioinspired OR "bio-inspired" OR "bioinspired design" OR "bio-inspired design" OR "design concept generation" OR "engineering design" OR "biologically inspired design") AND (analogy OR "nature-inspired design strategies" OR "design methods" OR creativity OR "Problem Solving Methodology" OR method* OR "product development process") AND ("sources of inspiration" OR method*)	ISI Web of Science (533)
3	A string anterior, considerando os filtros: Refinado por: Áreas de pesquisa: (ENGINEERING OR MATERIALS SCIENCE OR SCIENCE TECHNOLOGY OTHER TOPICS OR ROBOTICS OR BIOPHYSICS OR POLYMER SCIENCE) AND Domínios de pesquisa: (SCIENCE TECHNOLOGY) AND Tipos de documento: (ARTICLE) AND Idiomas: (ENGLISH OR PORTUGUESE) AND [excluindo] Áreas de pesquisa: (BIOPHYSICS) AND Tipos de documento: (ARTICLE) AND [excluindo] Áreas de pesquisa: (COMPUTER SCIENCE) AND [excluindo] Áreas de pesquisa: (POLYMER SCIENCE) AND [excluindo] Áreas de pesquisa: (SCIENCE TECHNOLOGY OTHER TOPICS) AND [excluindo] Áreas de pesquisa: (TELECOMMUNICATIONS OR WATER RESOURCES OR BIOCHEMISTRY MOLECULAR BIOLOGY OR THERMODYNAMICS OR PHYSIOLOGY OR ONCOLOGY OR OPTICS OR CRYSTALLOGRAPHY OR MINING MINERAL PROCESSING OR CONSTRUCTION BUILDING TECHNOLOGY OR OPERATIONS RESEARCH MANAGEMENT SCIENCE OR MECHANICS OR CELL BIOLOGY OR METALLURGY METALLURGICAL ENGINEERING OR INSTRUMENTS INSTRUMENTATION OR BUSINESS ECONOMICS OR EDUCATION EDUCATIONAL RESEARCH OR BIOTECHNOLOGY APPLIED MICROBIOLOGY OR AUTOMATION CONTROL SYSTEMS) AND [excluindo] Áreas de pesquisa: (CHEMISTRY OR MATHEMATICS) AND [excluindo] Áreas de pesquisa: (PHYSICS) Tempo estipulado: Todos os anos. Idioma da pesquisa=Auto De < http://apps.webofknowledge.com/Search.do?product=UA&SID=3BtoRco4FZviQcsnLv3&search_mode=GeneralSearch&prID=b612c416-208d-4d29-ab5b-7337ff3ed694 >	ISI Web of Science (92)
1	(Biomimetic OR biomimicry OR bioinspired OR "bio-inspired" OR "bioinspired design" OR "bio-inspired design" OR "design concept generation" OR "engineering design" OR "biologically inspired design" AND analogy OR "nature-inspired design strategies") or ("design methods" OR creativity OR "Problem Solving Methodology" OR method AND "sources of inspiration" OR method* OR "product development process")	Science Direct (1.930.039)
2	(Biomimetic OR biomimicry OR bioinspired OR "bio-inspired" OR "bioinspired design" OR "bio-inspired design" OR "design concept generation" OR "engineering design" OR "biologically inspired design" AND analogy OR "nature-inspired design strategies") and TITLE-ABSTR-KEY("design methods" OR creativity OR "Problem Solving Methodology" OR method AND "sources of inspiration" OR method* OR "product development process" OR "design process")	Science Direct (15)

APÊNDICE B - Template de Identificação de Demanda

Template de Identificação de Demanda - Biomimética

Área solicitante:

Contato:

Qual o tema sugerido ?

Qual a justificativa para o tema sugerido ?

Qual a sua relevância para a empresa ?

Qual o benefício esperado com este tema ?

APÊNDICE C - Template de Contextualização

Template de Contextualização - Biomimética

Projeto

Sobre o projeto em si

Qual o contexto do projeto?

Descrever o contexto do projeto, linha de produtos, públicos e demais informações relevantes, que contem a ideia aplicada para a sequencia do projeto.

Qual o Status atual do projeto?

Descrever o status do projeto dentro do processo de desenvolvimento do produto na empresa.

Qual a data de lançamento prevista?

Mês/Ano.

Qual a expectativa e impacto previsto para este projeto?

Apontar a expectativa de impacto do projeto para a empresa. Descrever a data de um novo conceito ou projeto em linha de aplicação.

Em relação ao workshop

Qual a demanda a ser atendida no workshop?

Explicar o objetivo que deseja alcançar com a realização do projeto. Apresentar o de biomimética.

Qual a expectativa?

Descrever expectativas a serem alcançadas.

APÊNDICE D - Checklist da Visão do Produto

CHECKLIST DA VISÃO DO PRODUTO										
Agrupamentos	Propriedades da visão	Descrição	Pergunta	Pontuação						
Concisa	Clara	A CLAREZA DA VISÃO NORMALMENTE É ASSOCIADA À CAPACIDADE EM REPRESENTAR VISUALMENTE O CONHECIMENTO TÁCITO SOBRE CONCEITOS DE PRODUTOS COMPLEXOS E IDEIAS, QUE FACILITA A TOMADA DE DECISÕES E INFLUÊNCIA POSITIVAMENTE NO RESULTADO DO PROJETO.	ESTÁ REPRESENTADO VISUALMENTE DE FORMA CLARO O CONCEITO E AS IDEIAS REFERENTE AO NOVO PRODUTO DE FORMA QUE SE POSSA TOMAR UMA DECISÃO PARA SUA EXECUÇÃO E AO MESMO TEMPO INFLUIR DE FORMA POSITIVA NO RESULTADO DO PROJETO?	1	2	3	4	5	6	7
	Concisa	A CONCISÃO ESTÁ RELACIONADA À CAPACIDADE DE COMUNICAR E SINTETIZAR AS INFORMAÇÕES ESSENCIAIS DO PROJETO EM UMA BASE ÚNICA.	A SÍNTESE PARA COMUNICAR TODAS AS INFORMAÇÕES ESSENCIAIS EXECUÇÃO DO PROJETO ESTÁ DISPOSTA EM UMA ÚNICA BASE DE INFORMAÇÕES?	1	2	3	4	5	6	7
Alinhada com a estratégia	Priorizadora	A VISÃO APRESENTA IDEIAS E PRINCÍPIOS DE SOLUÇÕES PARA O PROBLEMA DO PROJETO E CONSEQUENTEMENTE ATENDIMENTO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES. NESTE SENTIDO VERIFICA-SE QUE A PRIORIZAÇÃO É ÚTIL NA ELIMINAÇÃO DE CONFLITOS ENTRE ATRIBUTOS DESEJÁVEIS DO PRODUTO.	AS IDEIAS E PRINCÍPIOS DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA O PROJETO ESTÃO PRIORIZADAS DE MODO A ATENDER OS ATRIBUTOS DESEJÁVEIS PARA O PRODUTO?	1	2	3	4	5	6	7
	Alinhada com estratégia	O ALINHAMENTO DA VISÃO COM A ESTRATÉGIA DA EMPRESA PROPORCIONA UM ESTREITAMENTO DE RELACIONAMENTO ENTRE A ALTA ADMINISTRAÇÃO E OS MEMBROS DA EQUIPE DE PROJETO FAZENDO COM QUE CADA GRUPO POSSA COMPREENDER MELHOR A PERSPECTIVA DO OUTRO.	A PROPOSTA DO PROJETO VAI DE ENCONTRO À ESTRATÉGIA DA EMPRESA, CONTA COM O AVAL DA ALTA ADMINISTRAÇÃO, GARANTINDO UM PERFEITO ALINHAMENTO ENTRE SUA PROPOSTA E OS OBJETIVOS DESEJADOS PELA EMPRESA?	1	2	3	4	5	6	7
Desafiadora	Metáfora	A UTILIZAÇÃO DE METÁFORAS NA VISÃO PROPORCIONA A AMPLIAÇÃO DAS PERSPECTIVAS DOS ENVOLVIDOS E CONSEQUENTEMENTE FOMENTA A PRODUÇÃO CRIATIVA. ALÉM DISSO, A METÁFORA TORNA INTUITIVA, POR MEIO DE SÍMBOLOS A COMPREENSAO DE PESSOAS COM NÍVEIS DE ENTENDIMENTO DISTINTOS.	A METÁFORA UTILIZADA PROPORCIONA UM ENTENDIMENTO CLARO DO DESAFIO DO PROJETO, POR PARTE DA EQUIPE DE PROJETO E PERMITE A CRIAÇÃO DE PROPOSTAS CRIATIVAS PARA RESOLUÇÃO DO DESAFIO PROPOSTO?	1	2	3	4	5	6	7
	Análoga	A RELAÇÃO DE SEMELHANÇA ENTRE OBJETOS DISTINTOS (ANALOGIA) PODE AJUDAR A CONVERTER O CONHECIMENTO TÁCITO EM EXPLÍCITO. O ENTENDIMENTO É FACILITADO PELA UTILIZAÇÃO DE METÁFORAS QUE EM SEGUIDA SÃO ANALISADAS POR ANALOGIAS (ASPECTOS CONTRADITÓRIOS) QUE RESULTAM EM UM MODELO REAL QUE TERÁ COMO CONTEÚDO O CONHECIMENTO EXPLÍCITO A SER DIFUNDO NA ORGANIZAÇÃO.	AS ANALOGIAS UTILIZADAS PELOS MEMBROS DA EQUIPE DE PROJETO PERMITIRAM O USO DE CONHECIMENTOS INDIVIDUAIS E EXPLÍCITOS, PARA GERAR SOLUÇÕES PARA O DESAFIO PROPOSTO E, ALÉM DISSO, OS CONHECIMENTOS GERADOS PODERÃO SER DIFUNDIDOS PELA ORGANIZAÇÃO?	1	2	3	4	5	6	7
Coletivamente	Acessível	O ACESSO À VISÃO DEVE SER FACILITADO DE MODO QUE POSSA EXISTIR UM ESPAÇO (FÍSICO OU VIRTUAL) DE TROCA DE INFORMAÇÕES PARA AUMENTAR O ENVOLVIMENTO ENTRE TODOS OS QUE SERÃO AFETADOS. A ACESSIBILIDADE AJUDA TAMBÉM NA CRIAÇÃO DE AMBIENTE QUE ESTIMULA SUGESTÕES E AO MESMO FAZ OM QUE TODOS OS ENVOLVIDOS ESTEJAM CIENTES DA VISÃO.	HÁ UM ESPAÇO ONDE A VISÃO DO PRODUTO, PODERÁ SER ACESSADA POR TODA A EQUIPE DE PROJETO E DE MAIS <i>STAKEHOLDERS</i> , POSSIBILITANDO SUGESTÕES E O ENTENDIMENTO DA VISÃO GERADA POR OS TODOS ENVOLVIDOS?	1	2	3	4	5	6	7
	Flexível	A FLEXIBILIDADE ESTÁ ASSOCIADA À POSSIBILIDADE DE ATUALIZAÇÃO E CORREÇÃO DA VISÃO (COM AUXÍLIO DOS CLIENTES) PROPORCIONADA PELAS ITERAÇÕES DO PROJETO. PROJETOS COM ALTO GRAU DE INOVAÇÃO, QUE SÃO PERMEADOS POR INCERTEZAS TECNOLÓGICAS E DE MERCADO REQUEREM A CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO PROPORCIONADA PELA FLEXIBILIDADE.	HÁ FLEXIBILIDADE PARA ATUALIZAÇÃO DA VISÃO DO PRODUTO, JUNTO A CLIENTES E CONSUMIDORES, DE MODO A ELIMINAR INCERTEZAS TECNOLÓGICAS E DE MERCADO, PERMITINDO QUE O PRODUTO FINAL POSSA ATENDER AS NECESSIDADES DESEJADAS?	1	2	3	4	5	6	7