

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS
NÍVEL MESTRADO**

GIANE CAUZZI BROCCO

**MÉTODO BIOMIMÉTICO SISTÊMICO: PROPOSTA INTEGRATIVA DO MÉTODO
DE PENSAMENTO BIOMIMÉTICO E DO MÉTODO DE PENSAMENTO
SISTÊMICO**

São Leopoldo

2017

GIANE CAUZZI BROCCO

MÉTODO BIOMIMÉTICO SISTÊMICO: PROPOSTA INTEGRATIVA DO MÉTODO
DE PENSAMENTO BIOMIMÉTICO E DO MÉTODO DE PENSAMENTO SISTÊMICO

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda

São Leopoldo

2017

B863m

Brocco, Giane Cauzzi.

Método biomimético sistêmico: proposta integrativa do método de pensamento biomimético e do método de pensamento sistêmico / por Giane Cauzzi Brocco. – São Leopoldo, 2017.

176 f. : il. (algumas color.); 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, São Leopoldo, RS, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda, Escola Politécnica.

1.Mimetismo. 2.Biomimética – Biotecnologia.
3.Inovações tecnológicas. 4.Teoria dos sistemas.
5.Sistemas biológicos. I.Lacerda, Daniel Pacheco.
II.Título.

CDU 591.155:57.08

Catálogo na publicação:

Bibliotecária Carla Maria Goulart de Moraes – CRB 10/1252

GIANE CAUZZI BROCCO

MÉTODO BIOMIMÉTICO SISTÊMICO: PROPOSTA INTEGRATIVA DO MÉTODO
DE PENSAMENTO BIOMIMÉTICO E DO MÉTODO DE PENSAMENTO SISTÊMICO

Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre
em Engenharia de Produção e Sistemas,
pelo Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção e Sistemas da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos –
UNISINOS

Aprovado em / /2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda - UNISINOS
(Orientador)

Prof. Dr. Miguel Sellitto - UNISINOS

Prof. Dra. Miriam Borchardt - UNISINOS

Prof. Dra. Débora Oliveira - UNISINOS

Dedico este trabalho ao meu querido mestre e
amigo, Prof. Luis Henrique Rodrigues, PhD.

AGRADECIMENTOS

Sou grata a todos os que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão do meu mestrado e para a realização deste trabalho. Gostaria que soubessem que, se fosse possível, citaria todos os nomes das tantas pessoas que nesta trajetória foram generosos, sejam mestres ou amigos, colaborando para o meu aprendizado, crescimento, coragem e inspiração.

A Deus, agradeço pelo amor, amparo e coragem que me permitem seguir em frente mesmo quando me parece impossível. A fé inabalável me fez chegar até aqui e superar tantos desafios.

Agradeço a todos os professores do PPGEP Unisinos, que muito contribuíram para o meu aprendizado. Cada um colaborou com sua especialidade e da sua maneira. Ao Prof. Dr. Junico Antunes, pelas aulas inspiradoras, pelo incentivo com a biomimética e pelo exemplo de empreendedor e por sempre acreditar no caminho da inovação. Ao Prof. Dr. Giancarlo Pereira, pelo exemplo de profissional e por ser verdadeiro incentivador dos alunos a buscarem sempre o seu melhor. À Profa. Dra. Cláudia Viegas, pelo exemplo de humildade e dedicação no mundo acadêmico. Agradeço, também, pela disposição genuína em contribuir.

À empresa que possibilitou que eu realizasse esse mestrado, financiando o meu estudo, e que acreditou nessa pesquisa comigo e com o Prof. Luis Henrique Rodrigues, sendo generosa em oferecer não só o campo de pesquisa, mas também as ferramentas e a oportunidade única para que a pesquisa pudesse acontecer. Na imersão nos processos da empresa, tive a sorte de estar com profissionais incríveis e generosos. Ao querido Thales Nunes, agradeço pela confiança e dedicação incansáveis e por ser um biomimético sistêmico de coração. Agradeço, também, ao Denilson e a toda a equipe. Lamento o desfecho do acidente, mas, infelizmente, há coisas que fogem mesmo de qualquer plano e controle.

A cada um dos entrevistados, agradeço pela disponibilidade, pelo aprendizado e pela imensa contribuição: Alessandra Araujo, Ana Carolina Francisco, André Diehl, Aurélio Andrade, Dayna Baumeister, Erin Leitch, Felipe Menezes, Janine Benyus, Maria Isabel W. M. Morandi, Monica Cohen. Vocês são referências para mim.

Agradeço aos mestres e amigos do GMAP | UNISINOS, Douglas Veit, Maria Isabel Morandi, Aline Dresch, Fábio Piran, Dieter Goldmeyer, Fabrício Eidelwein,

Dalila Colatto, Pedro Lima, Tobias Kunrath: vocês são sábios e importantes. Agradeço o acolhimento generoso, os conselhos, a paciência em ensinar, as risadas e os momentos compartilhados que tornaram essa jornada mais bonita, mais significativa e mais especial. Saibam que minha amizade e gratidão são para sempre.

Às bibliotecárias, que gentilmente ajudaram na formatação deste trabalho.

Aos colegas do mestrado, pessoas especiais que tive a oportunidade de conhecer e com quem pude conviver, agradeço o incentivo, os sorrisos, os ensinamentos e por tornarem esses anos mais divertidos. Ps.: vocês ficam lindos fantasiados!

Agradeço aos meus amigos, que estão ao meu lado imprescindivelmente, sendo meu apoio e a família que pude escolher com muito carinho.

À minha família, agradeço por ser meu porto seguro, meu motivo de orgulho e admiração, minha benção e amor incondicional. Pai, Gilberto Brocco, mãe, Dione Brocco e manas, Luísa e Vitória Brocco, gratidão por ter vocês comigo e por me darem forças e amor suficientes para eu sempre acreditar que é possível alcançar todos os meus sonhos e objetivos, mesmo diante das maiores adversidades.

Em especial, agradeço ao Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda, por acompanhar a minha caminhada acadêmica desde a época da graduação, quando generosamente sugeriu que o meu trabalho de conclusão abordasse a biomimética. Jamais poderei agradecer o suficiente por teres sido o responsável por eu ter conhecido essa área que é hoje minha profissão e vocação. Minha gratidão pelos ensinamentos e pelo teu exemplo de profissional, de mestre, de foco e de dedicação no que se acredita. És referência no que é realizar com perfeição e comprometimento o trabalho proposto. Sei que a nossa convivência é, muitas vezes, turbulenta, mas saiba que tenho imensa admiração e respeito por ti. Sou grata pelo acolhimento gentil e por teres aceitado ser meu orientador para guiar a conclusão da minha dissertação. Não fui, talvez, a orientanda que esperavas, mas reconheço o teu esforço para comigo e para com o meu trabalho. Dentro das minhas possibilidades, fiz o meu melhor.

Em especial, agradeço, também, ao Prof. Dr. Luis Henrique Rodrigues, meu orientador na graduação e meu orientador no mestrado, até que eventos externos não permitissem que concluíssemos juntos esta pesquisa que iniciamos com tanto carinho com o objetivo de atingir um Brasil melhor no qual acreditamos. Luis, tens e

sempre terás a minha mais profunda gratidão. Sou grata por poder compartilhar a tua amizade, pela oportunidade incrível de realizar esse mestrado (obrigada!), pela oportunidade de estar ao teu lado aprendendo e crescendo como pessoa e como profissional. Agradeço pela confiança quando, às vezes, nem eu mesma podia acreditar, agradeço pela paciência em ensinar, em ouvir, pelas reflexões, pelo exemplo de liderança com amor e humildade e pelo sorriso fraterno. O teu exemplo de profissional e o teu incentivo e apoio foram essenciais na minha vida pessoal, profissional e acadêmica, e me motivaram a concluir esse trabalho. Espero, um dia, poder retribuir por tudo e ser, para alguém, essa alma generosa que fostes para mim. Minha gratidão e admiração mais sinceras e profundas, nesta e em todas as vidas.

Por fim, agradeço a sincronicidade e a perfeição do Universo por ensinar e mostrar que todas as experiências são sagradas, e que tudo o que acontece, acontece da única forma que poderia acontecer e no tempo certo.

Entrego, confio, aceito e agradeço.

*“No próximo século, a biomimética transformará
significativamente a forma que vivemos”.*

John E. Young e Aaron Sachs

RESUMO

A disponibilidade de recursos naturais é comprimida pelo crescimento populacional e por padrões inadequados de produção, fazendo com que as organizações procurem referências para crescer de modo sustentável. Para isso, é necessário readequar as indústrias, repensando as lideranças e o impacto de cada ação para o planeta. Os negócios dependem da natureza, e a busca por soluções sustentáveis é, além de uma boa prática, condição necessária para a manutenção da competitividade. O Método de Pensamento Biomimético busca na natureza a fonte de inspiração para a criação e a resolução de desafios; no entanto, o atual formato do Método de Pensamento Biomimético nem sempre é convidativo aos que não enxergam a natureza como princípio de orientação na busca de soluções sustentáveis ou aos que não se sentem confortáveis com modelos disruptivos de inovação. O Método do Pensamento Sistêmico permite enxergar de forma holística e integrada tanto o contexto como o impacto de uma solução e, ainda, oportuniza a quebra de modelos mentais limitantes; todavia, não direciona a criação de produtos, sistemas ou processos, lacuna que busca ser suprida pelo Método de Pensamento Biomimético. Logo, visando ao desenvolvimento sustentável por meio de soluções sustentáveis, esta pesquisa tem como objetivo integrar o Método de Pensamento Biomimético ao Método de Pensamento Sistêmico, dando origem ao Método Biomimético Sistêmico. Para tanto, o método de pesquisa utilizado foi a *Design Science Research (DSR)*. Os resultados desta pesquisa indicam que o método proposto é aceito por especialistas de ambas as áreas e é adequado para encontrar soluções sustentáveis e sistêmicas. Nesse sentido, contribui para o desenvolvimento sustentável, configurando um passo importante para o avanço da inovação e sustentabilidade de forma consciente por meio de impactos positivos para as empresas e para a natureza.

Palavras-chave: Biomimética. Método de Pensamento Sistêmico. Método de Pensamento Biomimético.

ABSTRACT

While the availability of natural resources is constrained by population growth and inadequate production processes, organizations still look for references to grow in a sustainable way. Therefore, it is necessary to reshape industries, rethink leaderships and become aware of the impact of every action to the planet. Given the dependence that businesses have of nature, the search for sustainable solutions is, besides a good practice, a necessary condition for maintaining competitiveness. The Biomimicry Thinking Method ensures that the final design solution is likely to truly emulate nature, however, the current format of the Biomimicry Thinking Method is not always inviting to those who do not see nature as a guiding principle to find sustainable solutions or also for those who do not feel comfortable with innovative technology models. Meanwhile, the Systems Thinking Method gives a holistically view and integrate both the context and the impact of a solution and, opportunistically, the breaking of limiting mental models, however it is not for the design of products, systems and processes. Therefore this research aiming at sustainable development through sustainable solutions, aimed to integrate the Biomimicry Thinking Method with the Systems Thinking Method, giving rise to the Systemic Biomimetic Method. To support this study, the research method used was the Design Science Research (DSR). The results of this research indicate good acceptance of the method between experts from both areas and, in addition, it can be concluded that the developed method is suitable for find sustainable systemic solutions and to contribute to sustainable development, and sets up an important step in advancing of innovation and sustainability in a conscious way through the positive impacts for companies and nature.

Keywords: Biomimicry. Systems Thinking. Biomimicry Thinking.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vidro Ornlux.....	18
Figura 2 – Método para a Revisão Sistemática da Literatura	26
Figura 3 – Os Sistemas Vivos Obedecem a Ciclos	28
Figura 4 – Os sistemas da Era Industrial.....	29
Figura 5 – Como a indústria pode reduzir o lixo imitando a natureza.....	29
Figura 6 – Os Princípios da Vida.....	39
Figura 7 – Método Pensamento Biomimético.....	41
Figura 8 – Etapas da <i>Design Science Research</i>	53
Figura 9 – Mapa de construção do artefato.....	75
Figura 10 – Método Biomimético Sistêmico	76
Figura 11 – Checklist - Princípios da Vida.....	91
Figura 12 – A natureza é sistêmica. Você concorda?	93
Figura 13 – Você conhece o Método de Pensamento Biomimético?	95
Figura 14 – Considerando o Método de Pensamento Biomimético, você o considera sistêmico?	95
Figura 15 – Na sua opinião, o quanto o Método Biomimético adere/concorda com as características do que é ser sistêmico?.....	96
Figura 16 – A natureza opera de forma sistêmica. Você considera o método de Pensamento Biomimético um método sistêmico? Sim? Não? Por quê?.....	96
Figura 17 – O que você acha da união do Método do Pensamento Sistêmico e do Método do Pensamento Biomimético?	97
Figura 18 – A sequência lógica do Método Biomimético Sistêmico facilita a compreensão e condução do método?	98
Figura 19 – Você teve alguma dificuldade de entendimento do Método Biomimético Sistêmico?.....	98
Figura 20 – Quais Etapas você mudaria no Método proposto?.....	99
Figura 21 – Qual(is) etapa(s) do Método Biomimético Sistêmico você considera mais críticas?.....	101
Figura 22 – Você considera o Método Biomimético Sistêmico suficiente?.....	102
Figura 23 – Você utilizaria o Método Biomimético Sistêmico no desenvolvimento dos seus projetos?	103

Figura 24 – Qual o grau de aderência dessas características do Pensamento Biomimético com as características sistêmicas?.....	104
Figura 25 – Você já conhecia o Método de Pensamento Sistêmico?.....	105
Figura 26 – Quais etapas do Método de Pensamento Sistêmico você identifica que contribuem para uma melhor solução biomimética?	106
Figura 27 – A sequência lógica do Método Biomimético Sistêmico facilita a compreensão e condução do método?	108
Figura 28 – Você teve alguma dificuldade de entendimento do Método Biomimético Sistêmico?.....	109
Figura 29 – Você mudaria alguma etapa do Método Biomimético Sistêmico?	110
Figura 30 – Quais etapas você alteraria?.....	110
Figura 31 – Qual(is) etapa(s) do Método Biomimético Sistêmico você considera mais crítica(s)?.....	111
Figura 32 – Você considera o Método Biomimético Sistêmico suficiente para a resolução de problemas?	113
Figura 33 – Você utilizaria o Método Biomimético Sistêmico no desenvolvimento dos seus projetos?	115
Figura 34 – Nuvem de palavras	119
Figura 35 – Método Biomimético Sistêmico	126

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Visão Geral da Metodologia Pensamento Biomimético	40
Quadro 2 – Características do Pensamento Sistêmico	44
Quadro 3 – Visão Geral Método Pensamento Sistêmico	45
Quadro 4 – Síntese dos Principais Conceitos da Design Science	51
Quadro 5 - Desenvolvimento do Método DSR da pesquisa	54
Quadro 6 – Entrevistados Sistêmicos.....	60
Quadro 7 – Entrevistados Biomiméticos.....	61
Quadro 8 – Roteiro de Entrevistas para Biomiméticos	63
Quadro 9 – Roteiro de Entrevistas para Sistêmicos	64
Quadro 10 – Códigos Atlas.ti para Sistêmicos	66
Quadro 11 – Códigos Atlas.ti para Biomiméticos	67
Quadro 12 – Graus de classificação Método Biomimético em relação ao Método Sistêmico.....	69
Quadro 13 – Atributos sistêmicos das macroetapas do Método de Pensamento Biomimético.....	70
Quadro 14 – Contribuições sistêmicas para o Método de Pensamento Biomimético	72
Quadro 15 – Contribuições sistêmicas para o Método de Pensamento Biomimético	74
Quadro 16 – Taxonomia Biomimética	79
Quadro 17 – Síntese das respostas dos questionários	116
Quadro 18 – Etapas propostas preliminar e final	121
Quadro 19 – Lógica geral do Método Biomimético Sistêmico	123
Quadro 20 – Protocolo da Revisão Sistemática da Literatura	141

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Busca Base de Dados 1	142
Tabela 2 – Busca Base de Dados 2	142

LISTA DE SIGLAS

CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CEMDS	Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento sustentável
DSR	<i>Design Science Research</i>
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
QDA	Qualitative Data Analysis
SECEX	Secretaria do Comércio Exterior

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 PROBLEMA E OBJETO DE PESQUISA.....	20
1.2 OBJETIVOS	22
1.2.1 Objetivo Geral	22
1.2.2 Objetivos Específicos	23
1.3 JUSTIFICATIVA	23
1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	30
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	31
2 REFERENCIAL TEÓRICO	32
2.1 BIOMIMÉTICA.....	32
2.2 OS ELEMENTOS ESSENCIAIS DA BIOMIMÉTICA	35
2.2.1 Ethos	35
2.2.2 Reconectar	36
2.2.3 Emular	37
2.3 MÉTODO DO PENSAMENTO BIOMIMÉTICO	37
2.4 PENSAMENTO SISTÊMICO.....	42
2.4.1 Características do Pensamento Sistêmico	43
2.5 MÉTODO PENSAMENTO SISTÊMICO	45
2.6 COMBINAÇÃO DE MÉTODOS	46
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	48
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	48
3.2 MÉTODO DE PESQUISA	49
3.2.1 Método de Trabalho	52
3.3 COLETA DE DADOS	58
3.4 ANÁLISE DE DADOS.....	65
4 PROPOSTA DO MÉTODO BIOMIMÉTICO SISTÊMICO	69
4.1 PROCESSO CONSTRUTIVO	69
4.2 VERSÃO PRELIMINAR DO MÉTODO BIOMIMÉTICO SISTÊMICO	76
4.2.1 Detalhamento das etapas	77
4.2.1.1 Etapa 1: Definir situação de interesse e definir contexto	77
4.2.1.2 Etapa 2: Identificar função.....	78

4.2.1.3 Etapa 3: Integrar Princípios da Vida	83
4.2.1.4 Etapa 4: Identificar Variáveis-chave e Desenhar o Mapa Sistêmico	84
4.2.1.5 Etapa 5: Descobrir Modelos Naturais e Buscar Estratégias Biológicas	85
4.2.1.6 Etapa 6: Criar <i>Brainstorm</i> de Ideias Bioinspiradas	86
4.2.1.7 Etapa 7: Emular os Princípios de Design	87
4.2.1.8 Etapa 8: Identificar Modelos Mentais e Visualizar Cenários Futuros	88
4.2.1.9 Etapa 9: Modelar em Computador e Criar Visão de Futuro	90
4.2.1.10 Etapa 10: Medir o Sucesso usando os Princípios da Vida e Reprojeter o Sistema	91
4.3 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO	92
4.3.1 Avaliação dos Especialistas Sistêmicos	93
4.3.2 Avaliação dos Especialistas Biomiméticos	104
4.3.3 Síntese da Avaliação	116
4.4 PROPOSTA FINAL DO MÉTODO BIOMIMÉTICO-SISTÊMICO	119
4.4.1 Lógica Geral do Método	122
4.4.1.1 Etapa 10: Prototipar e Testar	127
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	129
5.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO	131
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	132
REFERÊNCIAS	133
APÊNDICE A – PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	140
APÊNDICE B – TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E WRITTEN INFORMED CONSENT FORMS (WICF)	143
APÊNDICE C – ROTEIRO BIOMIMÉTICO PARA ENTREVISTADOS EM INGLÊS	153
APÊNDICE D – GOOGLE FORM – ROTEIRO SISTÊMICO	154
APÊNDICE E – GOOGLE FORM – ROTEIRO BIOMIMÉTICO	162
APÊNDICE F – GOOGLE FORM – BIOMIMICRY FORM	171

1 INTRODUÇÃO

A lagarta, ao deixar o casulo, passa por horas de esforço contínuo para se transformar em borboleta; alguns observadores científicos experimentaram cortar o casulo para facilitar a vida da borboleta, porém notaram que, sem o esforço, a borboleta não pode voar e, conseqüentemente, não sobrevive por muitas horas. Com base no exemplo da borboleta, conforme sugere Pauli (2014), as crises podem ser encaradas como formas de pressão capazes de energizar os seres humanos em busca de novas soluções. Dessa maneira, as pessoas tornam-se mais conscientes da necessidade da (r)evolução para que haja a mudança.

Para superar a crise que se enfrenta ao estar inserido em uma economia de extração, produção, distribuição e descarte, são necessários novos valores e propósitos industriais que apresentem soluções não mais individuais, mas sistêmicas, e, portanto, inter-relacionadas. Há um limite para a quantidade de recursos naturais fornecidos pelo planeta, considerando que a capacidade e a dimensão da Terra são invariáveis. Leonard (2011, p. 11) afirma que “[...] para que um sistema exista dentro de outro, deve respeitar os limites do primeiro”, o que complementa a visão de Benyus (2006, p. 13) na qual “[...] uma espécie não pode ocupar um nicho que se aproprie de todos os recursos naturais”.

De acordo com Friend (2009), para que um negócio seja sustentável, deve operar de modo a ajudar e permitir o funcionamento em longo prazo tanto da economia quanto dos sistemas vivos da Terra. Friend (2009) afirma que projetar como a natureza pode impulsionar a inovação. Na mesma perspectiva, Benyus (2006) argumenta que é preciso mais do que apenas aprender com a natureza, é necessário projetar como ela. Nesse contexto, a biomimética constitui-se em uma disciplina que visa a mudar a maneira com que projetos e negócios são conduzidos. (BENYUS, 2006; FRIEND, 2009).

Sob a ótica da biomimética, é possível aprender o que se pode fazer por intermédio do que a natureza faz para existir há bilhões de anos. Conforme Benyus (2006), a vida cria condições propícias à vida, o que complementa a afirmação de Baumeister (2013) de que biomimética é aprender por meio da natureza e, então, emular as formas naturais, os processos e os ecossistemas para criar projetos

sustentáveis que se adaptem e se adequem diante dos seus propósitos e necessidades.

A fim de conduzir o desenvolvimento de projetos, a biomimética apresenta uma metodologia chamada Pensamento Biomimético. De acordo com Baumeister (2013), o Pensamento Biomimético tem a intenção de ajudar as pessoas a aplicarem a biomimética em qualquer tipo de projeto. Aplicar o Pensamento Biomimético permite encontrar uma solução final que possa emular os Princípios de Vida, encaixando-se no contexto geral e no padrão de desempenho do planeta.

O Pensamento Biomimético permite encontrar soluções para os desafios industriais e humanos com base nas soluções da natureza. Um exemplo de aplicação de biomimética são os vidros Ornilux, da empresa alemã Arnold Glass, nos quais há um filamento que reproduz uma teia de aranha, tornando o vidro visível aos pássaros, mas ainda transparente aos olhos humanos, conforme ilustra a Figura 1. Segundo Carvalho (2015), os testes realizados com esse vidro, em parceria com a *American Bird Conservancy*, apresentaram uma redução de 75% no número de colisões de pássaros em arranha-céus.

Figura 1 – Vidro Ornilux



Fonte: Vidro... (2015).

DeYoung e Hobbs (2009) afirmam que a biomimética permite obter materiais com propriedades diferenciadas e inovadoras, como, por exemplo, revestimentos autolimpantes que funcionam como as folhas da flor de lótus, plásticos que se autorregeneram e funcionam como a pele humana, fibras inspiradas nas teias de aranha que são mais resistentes do que o nylon, materiais que crescem em temperatura ambiente e que são mais resistentes do que a cerâmica, adesivos

superaderentes baseados nas microestruturas das patas de um lagarto e inúmeros outros.

Segundo Baumeister (2013), o método biomimético considera não somente o usuário final e o uso final da solução encontrada, mas também como o projeto funcionará no tempo e no espaço. Tal perspectiva ajuda a conceber como a solução se encaixa no largo escopo da vida. No entanto, considerando as definições do método sistêmico, conforme Andrade et al. (2006), cuja teoria preceitua que a solução deve ter impacto considerado no tempo e no espaço, com análise de repercussão, resultado, influência, consequência e efeito, entende-se que a abordagem do método biomimético não é essencialmente sistêmica. Dessa forma, a adesão à metodologia sistêmica, que é estruturada no sentido de validar os impactos de uma solução no tempo e no espaço, surge como uma oportunidade de otimização do método biomimético.

O Pensamento Sistêmico, segundo Andrade et al. (2006), enseja considerar o todo e não apenas as partes, enfatizar mais os relacionamentos do que os objetos, promover o entendimento da realidade mais como redes do que como hierarquias, ver círculos maiores de causalidade em vez de cadeias lineares de causa e efeito, focalizar a dinâmica e os processos subjacentes em vez da estrutura estática. Nesse sentido, propõe deixar de conceber o mundo como uma máquina, percebendo-o como um organismo vivo. (ANDRADE et al., 2006).

O equilíbrio ambiental é possível apenas quando há um desenvolvimento sustentável da empresa ou organização. Em 1980, conforme Bellen (2005), na *World Conservation Union*, no documento *World's Conservation Strategy*, foi abordado pela primeira vez o tema desenvolvimento sustentável. Segundo esse documento, para que o desenvolvimento seja sustentável devem ser considerados os aspectos referentes às dimensões social e ecológica, assim como fatores econômicos, recursos vivos e não vivos e vantagens de curto e longo prazo de ações alternativas.

Na mesma linha, visando à sustentabilidade empresarial, o Relatório de Sustentabilidade Empresarial foi criado pelo Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), que faz parte da rede de conselhos vinculada ao Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (CEMDS). (BELLEN, 2005).

Seiffert (2010) afirma que o desenvolvimento sustentável é constituído na utilização de um padrão de desenvolvimento que possibilite, a partir das necessidades

humanas, uma satisfação duradoura preocupada com a qualidade de vida. DeLuca (2016) traz a perspectiva de que a transformação radical geralmente sugere focar no longo prazo em vez do curto prazo. A natureza não faz essa escolha. Segundo o autor, na natureza, o curto prazo é construído pelo longo prazo, ou seja, o longo prazo apoia o curto prazo para que haja desenvolvimento. Em síntese, DeLuca (2016) argumenta que a dicotomia curto e longo prazo não se manifesta no ambiente natural. Por consequência, a adoção do pensamento biomimético poderia contribuir para mitigar esse *trade-off* nas organizações empresariais.

Segundo Bellia (1996), sustentável possui dois conceitos: o primeiro é estático, significando suportar, conservar, apoiar, proteger e manter; o segundo é dinâmico e positivo, referindo auxiliar, favorecer, incitar, instigar e estimular. Na abordagem deste trabalho, visa-se a otimizar uma ferramenta que contribui para o desenvolvimento sustentável a fim de estimular a empresa a ser ecologicamente saudável, permitindo, assim, a existência de um planeta também saudável. Conforme Cattano, Nikou e Klotz (2011), o Pensamento Sistêmico e a Biomimética são meios relevantes que viabilizam a sustentabilidade.

Desse modo, este trabalho visa a propor um novo método que considera o uso combinado do Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistêmico, a saber, o Método Biomimético-Sistêmico. Em uma economia crescente e baseada na exploração de recursos naturais finitos, aprender com a natureza faz ainda mais sentido, ressoa, responde a perguntas e cria oportunidades.

1.1 PROBLEMA E OBJETO DE PESQUISA

A natureza, segundo Lyanage (2010), considera diversos princípios quando realiza seus projetos. Três deles são: a otimização da produção a fim de evitar desperdícios; os ciclos, considerando que tudo é regido por ciclos, como as marés, as fases da lua, as estações do ano; e a interdependência, que é a conexão entre todos os pontos, noção que considera o princípio de ação e reação. No ambiente natural, não há começo nem fim de cada relação complexa. Os sistemas naturais são círculos fechados, sem pontas, como um nó celta. (LIYANAGE, 2010).

Senge et al. (2006) afirmam que uma nova era de desenvolvimento não surgirá de decretos governamentais ou de mudanças estratégias empresariais. Essa

perspectiva reitera o que afirma Brown (2010): é provável que se tenha de começar a imitar a natureza, não no nível molecular, mas no nível sistêmico de empresas e organizações. Para isso, é imprescindível que se busque uma inspiração mais biológica do que mecânica. Pauw et al. (2014) trazem que também no campo de desenvolvimento de produtos sustentáveis estão sendo implementadas estratégias de design inspiradas na natureza.

Integrar o Pensamento Sistêmico e o Pensamento Biomimético a fim de tornar o Pensamento Biomimético mais sistêmico, no sentido de que as soluções bioinspiradas sejam avaliadas em termos de impactos no tempo e no espaço, segue a lógica de pensar sistematicamente como um todo. Além disso, o Pensamento Biomimético pode herdar do Pensamento Sistêmico formalizado por Andrade et al. (2006) algumas características, como a quebra de modelos mentais para encontrar soluções e a possibilidade de visualizar cenários alternativos para buscar soluções mais ou menos viáveis.

O Pensamento Biomimético, por sua vez, pode contribuir com o Pensamento Sistêmico para que as soluções sistêmicas sejam sustentáveis e inspiradas em organismos naturais, de forma que o planeta e as empresas sejam impactados positivamente por tais soluções. Quando abordadas soluções sustentáveis, estas incorporam produtos, processos, sistemas, projetos de melhorias e projetos de inovação.

Segundo Mikhailova (2004), sustentabilidade é a capacidade de se sustentar, de se manter. Uma atividade sustentável é aquela que pode ser mantida sem cessar. A exploração de um recurso natural realizada de forma sustentável pode durar para sempre, sem se esgotar. Uma sociedade sustentável é aquela que não coloca em risco os elementos do meio ambiente. Logo, uma solução sustentável é aquela que, conforme Collins (2014), não esgota os recursos naturais e contribui para o desenvolvimento sustentável.

Barbieri et al. (2010) consideram a sustentabilidade dos negócios como uma contribuição efetiva para o desenvolvimento sustentável, de modo que as inovações passam a ter outros aspectos de avaliação além dos convencionais. Não é por outra razão que esse tema faz parte do núcleo central do conceito de desenvolvimento sustentável. Ademais, uma organização inovadora sustentável “não é a que introduz novidades de qualquer tipo, mas novidades que atendam às múltiplas dimensões da sustentabilidade em bases sistemáticas e colham resultados positivos para ela, para

a sociedade e o meio ambiente”. (BARBIERI, 2007, p. 105). Além disso, Barbieri et al. (2010, p. 150) afirmam que

Inovações devem gerar resultados econômicos, sociais e ambientais positivos ao mesmo tempo, o que não é fácil de fazer, dadas as incertezas que as inovações trazem, principalmente quando são radicais ou com elevado grau de novidade em relação ao estado da arte.

Logo, uma solução inovadora e sustentável tem capacidade de inovar com eficiência em termos econômicos sem desconsiderar a responsabilidade social e ambiental, estando alicerçada nas dimensões social, ambiental e econômica. (BARBIERI et al., 2010).

Mikhailova (2004) traz ainda que o desenvolvimento sustentável é aquele que melhora a qualidade da vida do homem na Terra, ao mesmo tempo em que respeita a capacidade de produção dos ecossistemas. O conceito de sustentabilidade é compreendido, portanto, quando se atribui um sentido amplo à palavra sobrevivência, contemplando a manutenção dos recursos naturais atuais para as gerações futuras. (COGO et al., 2012).

Sendo assim, o tema desta pesquisa é o **desenvolvimento sustentável**, e o Objeto de Pesquisa é o **desenvolvimento de soluções sustentáveis**. Dessa forma, o trabalho busca responder à seguinte questão: **Como seria um método integrativo do Pensamento Sistêmico e do Pensamento Biomimético para a construção de soluções sustentáveis?**

A seguir, são apresentados os objetivos deste trabalho.

1.2 OBJETIVOS

Para realizar esta pesquisa foram estabelecidos objetivos geral e específicos, que são a seguir explicitados.

1.2.1 Objetivo Geral

Para responder à questão de pesquisa apresentada, o objetivo principal deste trabalho é **propor o Método Biomimético Sistêmico, a partir da integração entre**

o Pensamento Biomimético e o Pensamento Sistêmico, a fim de contribuir para o desenvolvimento ambientalmente sustentável.

1.2.2 Objetivos Específicos

O objetivo geral anteriormente exposto foi desmembrado nos seguintes objetivos específicos:

- a) analisar os métodos de Pensamento Sistêmico e de Pensamento Biomimético;
- b) propor ações preliminares para melhoria do desempenho do método proposto nos quesitos críticos identificados.

A seguir, apresenta-se a justificativa deste trabalho.

1.3 JUSTIFICATIVA

A justificativa para o estudo apresenta-se contextualizada sob duas perspectivas: a do meio acadêmico-científico e a do meio empresarial. Sob o ponto de vista acadêmico-científico, evidencia-se a busca pela originalidade do tema proposto e pelo desenvolvimento de novos conhecimentos científicos. A segunda perspectiva é focada no contexto do desenvolvimento ambientalmente sustentável das empresas, buscando evidenciar a relevância de encontrar soluções sustentáveis.

Larkin (2013) afirma que natureza e negócios são interdependentes e essenciais para o bem-estar humano; este trabalho se consolida na intenção de alinhar as forças desses dois vetores em prol do desenvolvimento sustentável. Pauw et al. (2012) explicitam que as estratégias de design inspiradas pela natureza encorajam o pensamento disruptivo e que essas estratégias podem ser utilizadas para desenvolver produtos sustentáveis e inovadores.

Segundo Álvares, Barbieri e Cajazeira (2009), a inovação é a introdução de uma nova ideia. Tal ideia se apresenta na forma de planos, fórmulas, modelos, protótipos, descrições e outros meios que permitam registrá-la e comunicá-la. De acordo com Tigre (2006), a inovação já existe há séculos. Esteve presente na era de

fiação e tecelagem do século XVIII e nas revoluções industriais, evoluindo até os dias de hoje. A inovação ajudou o mundo a se tornar capitalista, pois proliferou as tecnologias, fazendo-as cada vez mais responsivas às necessidades humanas.

Para Álvares, Barbieri e Cajazeira (2009), a inovação busca suprir os desejos dos consumidores, utilizando novos conhecimentos para ofertar novos produtos e serviços. A inovação é, pois, muitas vezes, resumida à fórmula invenção mais comercialização. Segundo os mesmo autores, todo processo de inovação parte de uma ideia inicial, agregando outras ideias com o passar do tempo.

Seiffert (2010) afirma que o desenvolvimento sustentável é constituído na utilização de um padrão de desenvolvimento que possibilite, a partir das necessidades humanas, uma satisfação duradoura preocupada com a qualidade de vida. Wackernagel e Rees (1996), por sua vez, abordam a questão da relação da sociedade com o meio ambiente.

Na concepção desses autores, existe, atualmente, um elevado grau de consenso em relação ao fato de que o ecossistema terrestre não é capaz de sustentar indefinidamente o nível de atividade econômica e de consumo de matéria-prima. A interpretação dos autores para a definição de desenvolvimento sustentável, com base no *Relatório Brundtland*, é de que o imperativo econômico convencional e a maximização da produção econômica devem ser restringidos em favor dos imperativos sociais, que dizem respeito à minimização do sofrimento humano atual e futuro, e ecológicos, que sinalizam a proteção à ecosfera. O desenvolvimento sustentável depende, então, da redução da destruição ecológica, principalmente por meio da diminuição das trocas de energia e de matéria-prima no círculo econômico. Logo, o meio ambiente e a equidade se tornam fatores explícitos no debate do desenvolvimento.

O presente trabalho aborda, de forma original, o uso de dois métodos consolidados, porém não formalmente combinados. O Pensamento Biomimético é um método de solução de problemas, enquanto o Pensamento Sistêmico permite a compreensão holística do problema e de seus impactos de forma integral, no tempo e no espaço.

Baumeister (2013) explicita que a biomimética é usada para resolver problemas importantes e para ajudar os agentes de mudança a consultarem a natureza em cada deliberação e decisão. Segundo o autor, desde 1998 o *Biomimicry 3.8*, consultoria especializada em biomimética, ajudou mais de 250 organizações a

projetarem e reprojetares os mais diversos elementos, como tênis, carpetes, móveis, processos de manufatura, aeronaves e até cidades inteiras, a partir da inspiração na natureza.

O método sistêmico utilizado nesse trabalho decorre de um amadurecimento dos trabalhos desenvolvidos por Goodman e Karash (1995) em parceria com a *Innovation Associates*. O método foi ampliado por Andrade (1997). Após diversos trabalhos e a incorporação de etapas relacionadas ao Planejamento de cenários, conforme proposto por Schwartz (2000), o método utilizado neste trabalho tomou forma com base nas obras de Moreira (2005) e de Andrade et al. (2006).

Andrade et al. (2006) estabelecem que o Pensamento Sistêmico faz parte de um ciclo de aprendizado profundo, sendo um processo individual que ocorre no nível cognitivo e também um processo coletivo que se dá no nível cultural. Além disso, os autores reiteram que a habilidade de conceituação está conectada à importância de ver forças complexas maiores em jogo e de construir descrições coerentes do todo complexo. Nesse sentido, o Pensamento Sistêmico é a estrutura que proporciona o desenvolvimento dessa habilidade.

O Pensamento Sistêmico, segundo Andrade et al. (2006), é uma técnica e uma maneira de pensar a realidade, com o intuito de diagnosticá-la e de construir estratégias de ação coerentes e produtivas. Por meio do princípio da alavancagem, permite aumentar a eficácia da mudança e, mais do que isso, permite estabelecer indicadores de acompanhamento dos resultados compatíveis com o seu tempo e forma de maturação.

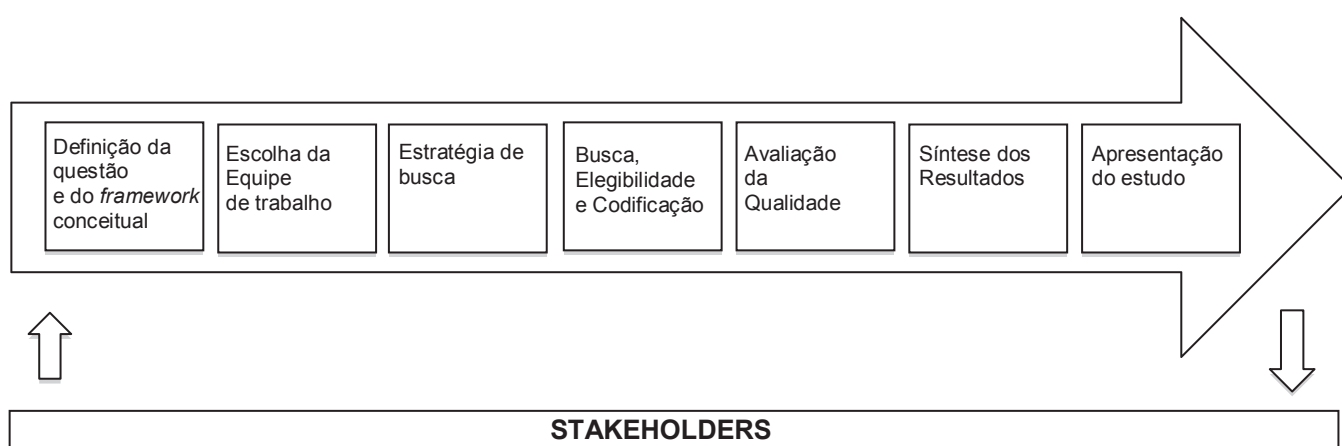
Dessa forma, a partir da integração do Pensamento Sistêmico e do Pensamento Biomimético, esta pesquisa estrutura e identifica as relações sistêmicas e o impacto no tempo e no espaço de uma solução biomimética e sustentável. Por meio dessa abordagem, busca quebrar modelos mentais que possam dificultar o olhar para a natureza como fonte de inspiração, bem como avaliar diferentes cenários que envolvem as soluções encontradas.

Benyus (2006) lamenta o fato de que muitos engenheiros não tenham interesse nas ciências da vida, e de que muitos biólogos demonstrem achar entediante tudo o que envolve a mecânica. A convivência com pessoas de áreas distintas promove a criatividade e incentiva a criação de departamentos interdisciplinares com o objetivo de colocar os modelos mentais que envolvem algumas áreas na direção correta. A colaboração entre engenheiros e biólogos tem como resultado um novo processo,

sistema ou dispositivo. (BENYUS, 2006). Benyus (2006, p. 293) afirma que “[...] a única maneira de conseguirmos fazer com que os modelos da natureza sejam realmente considerados de fato é [colocando] biólogos e engenheiros nas mesmas equipes de trabalho”.

A fim de justificar acadêmica e cientificamente a realização do estudo, utiliza-se a metodologia proposta por Morandi e Camargo (2015), a qual se baseia na pesquisa e revisão sistemática da literatura, conforme Figura 2.

Figura 2 – Método para a Revisão Sistemática da Literatura



Fonte: Morandi e Camargo (2015).

Definidos a questão e o *framework* conceitual desta pesquisa, conforme apresentado no Capítulo 1.1, no tocante à equipe de trabalho esta revisão é realizada por uma única pessoa o que, de acordo com o prescrito por Morandi e Camargo (2015), é aceitável. Visando a estabelecer relação com o tema desta pesquisa, efetuou-se uma revisão sistemática da literatura, cujos resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2 disponíveis no Apêndice A. O Quadro 20, também no Apêndice A, apresenta o protocolo da revisão sistemática da literatura realizada para estruturar a estratégia de busca deste trabalho.

A pesquisa teve como princípio encontrar publicações contendo o termo *Biomimética* e, após, a expressão *Pensamento Sistêmico*. Outro termo utilizado na busca foi *Pensamento Biomimético*. Além disso, também foram pesquisados os termos correspondentes em inglês, *Biomimicry*, *Biomimicry Thinking* e *Systems Thinking*. A fim de verificar a originalidade do trabalho, uma nova busca foi feita, refinando o resultado previamente obtido com uma busca combinada dos termos

Pensamento Sistêmico e Pensamento Biomimético. Em seguida, também se pesquisou acerca do uso combinado de metodologias. Para tanto, foram utilizados os termos *Combinação de Métodos* e *Combination of Methods*.

Com os resultados obtidos, pode-se verificar que a proposta do trabalho é original e que, embora as publicações pesquisadas não representem a totalidade de trabalhos sobre o assunto, não foram encontradas publicações que abordem a aplicação do Pensamento Biomimético associada ao Pensamento Sistêmico. A combinação de métodos, no entanto, já é utilizada em diversos trabalhos, o que pode indicar um fator de sucesso no que tange à proposta desta dissertação.

Pauli (1996) expõe que as empresas do futuro serão regidas por um sistema sustentável. Pauli também afirma que (1996, p. 133), “[...] a metodologia das emissões zero pode ser aplicada a todas as indústrias”. Na mesma direção, Capra (2008) explicita que se reconectar com a teia da vida significa construir, nutrir e ensinar comunidades sustentáveis, nas quais é possível satisfazer aspirações e necessidades sem reduzir as oportunidades das gerações futuras.

A Biomimética tem extrapolado os limites das ciências das quais se originou. Recente pesquisa de Sivakumar, Balasubramanya e Sundaresan (2012), por exemplo, ilustra a utilização dos conceitos biomimétricos para incrementar a sustentabilidade de uma cadeia de suprimentos por meio do estudo da cadeia de suprimento sustentável com base na perspectiva da biossíntese de proteínas, que é uma das cadeias de fornecimento mais fundamentais dos organismos. Daniel (2017) avança ainda mais ao expor alguns resultados observados em aplicações da Biomimética. O autor afirma que

A biomimética é uma abordagem orientada para os resultados que tem sido utilizada por organizações de todos os tipos – de corporações a organizações sem fins lucrativos e entidades governamentais – para resolver alguns dos seus desafios mais difíceis. O governo do Condado de Alameda, Califórnia, por exemplo, empregou as principais lições da biomimética em um programa piloto peer-to-peer focado em ensinar comportamentos mais sustentáveis. E a América Learns, uma empresa de gerenciamento de dados, optou por renunciar ao seu impulso de vendas no final do ano e, em vez disso, entrou em um período autoimposto de ‘hibernação’ para abrandar, olhar para dentro da organização e reconfigurar as suas operações. No ano seguinte, as vendas da empresa aumentaram 20%. (DANIEL, 2017, p. 23).

Benyus (2006), que popularizou o biomimetismo, observa que a Era Industrial se baseia no princípio *heat, beat and treat* – que seria *aquecimento, batida e tratamento*. No entanto, esse fundamento, conforme Brown (2010), precisa ser

substituído por alternativas menos invasivas, por uma abordagem mais biológica e sistêmica. Para tanto, Brown (2010) destaca a importância de olhar para a natureza em um nível sistêmico de organizações e não mais apenas à forma molecular.

Conforme Capra (2008, p. 231), “[...] essa sabedoria da natureza é a essência da eco-alfabetização”. Portanto, é importante reformular algumas perguntas e usar abordagens como: *Isso se adapta ao sistema?, É duradouro? Existe um precedente assim na natureza? Funciona com energia solar? Usa apenas a energia de que precisa? Adapta a forma à função? Recicla tudo? Recompensa a cooperação? Apoia-se na diversidade? Explora o poder dos próprios limites?.* Se a inovação for inspirada na biomimética e cumprir com os pontos propostos pelas afirmações, a próxima decisão do projeto envolve a questão de escala, que é um dos principais separadores das tecnologias dos modelos da natureza, já que uma economia de mercado em escala adequada possibilita a prosperidade da diversidade das espécies. (BENYUS, 2006). Segundo Benyus (2006, p. 293),

A vida produz, computa, faz química, constrói estruturas, cria sistemas e os meios, com extrema paciência, necessários ao voo, à escavação para o abrigo em toca, à construção de diques, ao aquecimento ou refrigeração dos lares dos seus seres e assim por diante. A diferença entre aquilo que a vida precisa e o que nós precisamos fazer é outra daquelas barreiras que não existe.

Senge (2009) também aborda a importância de se viver em harmonia com a natureza eliminando os desperdícios. Segundo o autor, o desenho dos produtos, as embalagens e os processos de fabricação devem eliminar o desperdício, o que representa uma profunda transformação às economias industriais. Acrescenta, ainda, que tal atitude é difícil, de modo que qualquer país que aspire a realizar esse feito tem um longo caminho a percorrer. Senge (2009) afirma que os sistemas vivos obedecem a ciclos conforme representa a Figura 3:

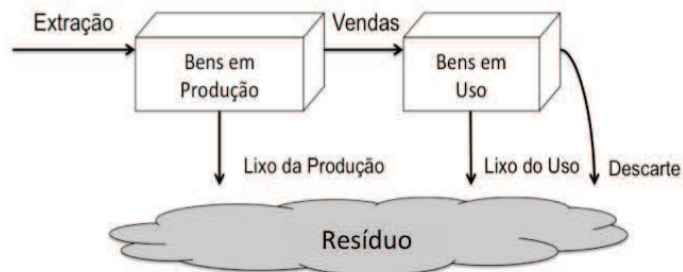
Figura 3 – Os Sistemas Vivos Obedecem a Ciclos



Fonte: Adaptado de Senge (2009, p. 466).

No entanto, os sistemas da Era Industrial não obedecem a ciclos, conforme pode ser observado na Figura 4:

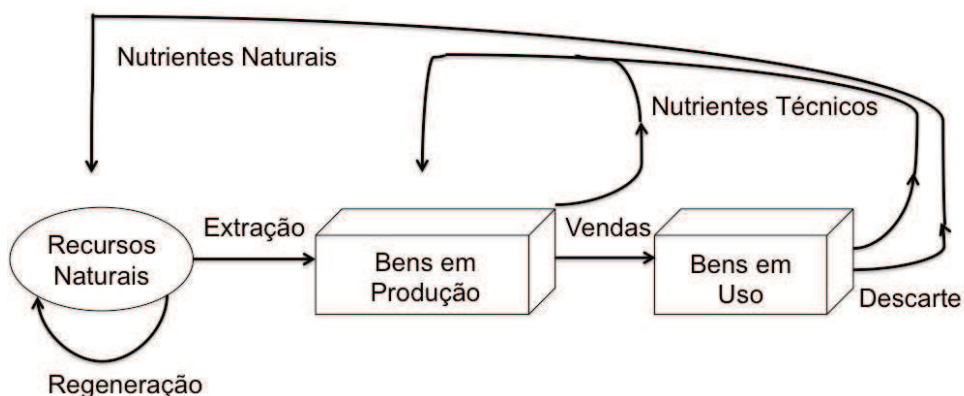
Figura 4 – Os sistemas da Era Industrial



Fonte: Adaptado de Senge (2009, p. 466).

Nesse contexto, Senge (2009) sugere como a indústria pode reduzir o lixo imitando a natureza, conforme Figura 5:

Figura 5 – Como a indústria pode reduzir o lixo imitando a natureza



Fonte: Traduzido pela autora a partir de Senge (2009, p. 466).

Complementando a visão de Senge (2009), Capra (2008, p. 233), ao falar de parceria nas relações humanas, propõe uma relação direta com os ecossistemas:

A parceria é uma característica essencial das comunidades sustentáveis. Num ecossistema, os intercâmbios cíclicos de energia e de recursos são sustentados por uma cooperação generalizada. Na verdade, vimos que, desde a criação das primeiras células nucleadas há mais de dois bilhões de anos, a vida na Terra tem prosseguido por intermédio de arranjos cada vez mais intrincados de cooperação e de coevolução. A parceria – a tendência para formar associações, para estabelecer ligações, para viver dentro de outro organismo e para cooperar – é um dos 'certificados de qualidade' da vida.

Na mesma perspectiva, Pauli (2014) acrescenta que somente por meio de cooperação, parceria e trabalho em teias, e não de lutas, é que a vida conquistou o planeta. Portanto, a interdependência das relações é como um ecossistema.

A relevância da escolha das metodologias de Pensamento Sistêmico e de Pensamento Biomimético para medir, mentorear e servir como base para verificar as relações sistêmicas de uma empresa, que funciona como um organismo vivo, também será abordada para uma melhor compreensão do tema. Segundo Benyus (2006), a adoção desse modelo mental é uma oportunidade para uma nova fase em que os seres humanos se adaptem à realidade da Terra e não o contrário. A seguir, são apresentadas as delimitações deste trabalho.

1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho tem como foco a proposição do Método Biomimético Sistêmico, a partir da integração do Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistêmico. São abordadas apenas as duas metodologias para reportar o desempenho da organização em análise. Não são discutidos nem propostos métodos para avaliar as variáveis econômicas e sociais, embora estes sejam fundamentais para o atendimento do conceito de desenvolvimento sustentável. Portanto, essa dissertação aborda o termo desenvolvimento sustentável como sinônimo de desenvolvimento ambientalmente sustentável, uma vez que dois pilares (o econômico e o social) não são contextualizados na pesquisa. O tratamento dos dados é apresentado no método.

O foco deste trabalho está, portanto, na proposição e avaliação de um método. As melhorias sugeridas são preliminares e, portanto, podem ser adequadas e complementadas com outras propostas de melhorias, conforme a necessidade da empresa, respeitando a área de atuação. Sendo assim, convém evidenciar que o presente trabalho não pretende esgotar o tema em análise.

Na seção seguinte, apresenta-se a estrutura da pesquisa.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho estrutura-se em 5 capítulos, conforme os conteúdos concisamente abordados a seguir. O Capítulo 1 apresenta uma sucinta introdução, contextualizando os assuntos abordados na pesquisa. Nele, evidencia-se a questão de pesquisa que deve ser respondida pelo estudo e, na sequência, os objetivos geral e específicos. As justificativas científico-acadêmica e empresarial também são apresentadas neste capítulo, bem como as delimitações do trabalho.

O Capítulo 2 aborda uma revisão do referencial teórico sobre os assuntos convenientes ao trabalho. Trata-se de uma apresentação das abordagens da Biomimética, do Método do Pensamento Biomimético, do Pensamento Sistêmico, do Método do Pensamento Sistêmico e da combinação de ambos os métodos.

O Capítulo 3 delinea o método de pesquisa utilizado para a realização do trabalho, a *Design Science Research* (DSR). Subsequentemente, são discutidas a descrição do método, as justificativas para a escolha e a utilização dessa metodologia. Por fim, apresenta-se o método de trabalho, descrevendo-se todas as etapas cumpridas para a finalização da pesquisa.

No Capítulo 4, detalha-se a construção do artefato proposto, desenvolvido a partir da integração do Pensamento Biomimético com o Pensamento Sistêmico. Na seção, também é apresentada a avaliação do artefato efetuada por especialistas nas duas áreas, a sistêmica e a biomimética. Realiza-se, ainda, uma síntese avaliativa dos resultados encontrados. Finalmente, contextualizam-se as características detalhadas das etapas do método proposto.

No capítulo 5, o último da presente pesquisa, são evidenciadas as considerações finais e elencadas sugestões para trabalhos futuros. A seguir, explicita-se o referencial teórico desta pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são apresentados os conceitos fundamentais que norteiam a elaboração deste trabalho. Explicita-se um levantamento teórico preliminar para viabilizar que a área da pesquisa seja delimitada e definida. Por isso, são abordados elementos essenciais para situar o leitor a fim de que ele possa ter uma adequada compreensão da pesquisa.

2.1 BIOMIMÉTICA

A respeito da engenhosidade e sabedoria presentes na natureza, Leonardo da Vinci, que foi um expoente na área da engenharia, dizia que apesar da grande genialidade do homem, este nunca descobrirá invenções mais belas, econômicas ou diretas que as da natureza. As observações e os experimentos descritos em seus diários, dentre os quais é possível encontrar uma primeira ideia de submarino, de asa-delta, de tanques de guerra, de pontes e de dezenas de peças mecânicas, são claros exemplos de sua inspiração nos modelos naturais. (VINCI, 2004).

A partir da década de 1950, começam a aparecer em documentos científicos diversos termos que associam atividades humanas à natureza. A seguir, abordam-se três termos que são frequentemente utilizados: *Biomimetics*, *Bionics* e *Biomimicry*. (LIMA; ANDRADE, 2002).

O termo *Biomimetics*, do grego *bios* (vida) e *mimesis* (imitação), foi usado pela primeira vez pelo engenheiro biomédico Otto H. Schmitt, na década de 1950, objetivando criar uma distinção da Biofísica. (LIMA; ANDRADE, 2002; RAMOS; SELL, 1994; ROSENDAHL, 2011; SCHNEIDER, 2010). O termo se estabeleceu nas áreas biomédicas como o estudo e a imitação de processos, métodos e mecanismos da natureza. Conforme Buchan (2009), a *Biomimetics* objetiva sintetizar produtos semelhantes por meio de mecanismos artificiais que imitam os naturais.

Em 1958, surge o termo Biônica, na língua inglesa, *Bionics*, e na alemã, *Bioniks*. O termo foi cunhado pelo major Jack Ellwood Steele (SOARES, 2008; OLIVEIRA; LANDIM, 2011), que o definiu como a “ciência dos sistemas [cujo] funcionamento é baseado nos sistemas naturais ou que apresentem características

específicas dos sistemas naturais, ou ainda que sejam análogos a estes”. (ARRUDA, 1994, p. 19).

Há relatos de que o major buscou criar um sistema de orientação com base na estrutura dos olhos das abelhas. (SOARES, 2008; OLIVEIRA; LANDIM, 2011). A oficialização da ciência Biônica ou sua atividade formalizada ocorreu no *Bionics Symposium*, evento que reuniu profissionais de variados ramos científicos. (ARRUDA, 1994; OLIVEIRA; LANDIM, 2011).

No campo de projeto, as referências à Biônica são de autores como Werner Nachtigall, fomentador e criador dos dez princípios da Biônica, Victor Papanek, na obra “Design for the Real World” (1971) (PAPANECK, 1971) e Bruno Munari, na obra “Das coisas nascem coisas” (1981) (MUNARI, 1998). Segundo Gruber (2013), com o tempo, o termo passou a ser associado somente à inovação tecnológica. A inspiração na natureza por meio da expressão foi utilizada para melhorar o desempenho de diversos artefatos, inclusive da indústria bélica. Atualmente, a Biônica é comumente associada à robótica e à substituição de órgãos e membros ou partes deles, em uma abordagem tecnológica. (GRUBER, 2013). Porém, há vertentes da área de projetos que seguem utilizando o conceito de Biônica em sua versão original.

Wahl (2006) faz uma ressalva à atuação da Biônica, afirmando que ela, embora inspirada na natureza, passou ironicamente a desencorajar propósitos ecológicos e sustentáveis. O autor aponta que a ciência, muitas vezes, negligenciaria a complexidade da atuação sustentável, a ecologia e questões sociais. Segundo Wahl (2006), décadas após a aparição da Biônica no meio científico, especificamente na década de 1970, surgiu um novo termo denominado Biomimética (em inglês *Biomimicry*), criado pelo casal John Todd e Nancy Jack-Todd, a partir do grupo chamado *The New Alchemy Institute*. Segundo o grupo, as necessidades humanas fundamentais poderiam encontrar soluções mais sustentáveis a partir do estudo da ecologia, da biologia e da abordagem de sistemas bio-cibernéticos. Observa-se, com isso, um esforço em compreender a natureza realizando uma associação harmoniosa entre o mundo artificial, idealizado pelos homens, e o mundo natural.

O discurso tem caráter atual e foi difundido nas últimas décadas por meio do livro “*Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*”, lançado em 1997 por Janine Benyus. Segundo Benyus (2006), a aplicação do termo está ligada a estudos na

área de complexidade. A Biomimética é um campo emergente da ciência que visa ao estudo de fluxos e lógicas da natureza como princípio e inspiração para solução de problemas de *design*. (BENYUS, 2006).

Logo, a biomimética também surgiu do grego *bios* (vida) e *mimesis* (imitação). Trata-se de uma ciência que aprende com os modelos da natureza e depois os copia, os usa como inspiração ou se baseia em seus processos para solucionar problemas humanos. Considerando que o planeta Terra tem aproximadamente 4.6 bilhões de anos, dos quais 3.85 bilhões são anos de evolução, há muito para aprender com a natureza e não apenas para extrair dela. (BENYUS, 2006).

Michael Rubner, do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) (MUELLER, 2008), afirma que a biomimética traz novas ferramentas e ideias não estudadas por outra ciência. A Biomimética, segundo Benyus (2006), complementando a visão de Liyanage (2010) e de Baumeister (2013), toma a natureza como professora e mentora para resolver projetos humanos de engenharia, de economia, de medicina, de *design* e de outras áreas sem comprometer a sustentabilidade da Terra.

A Biomimética envolve, portanto, emular as estratégias de sobrevivência da natureza para resolver problemas humanos. (BENYUS 1997; TIMPSON et al. 2006). Como exemplo, pode-se citar o caso do edifício *Eastgate Centre*, localizado em Harare, Zimbábwe, que possui um sistema de refrigeração passiva que utiliza tubulações em vez de métodos convencionais como ar condicionado. O edifício foi inspirado em cupinzeiros, que mantêm a temperatura interna constante apesar do ambiente dinâmico fora dele. (DOAN, 2012). Esse projeto viabiliza usar menos de 10% da energia de um edifício típico de seu tamanho (pilar ambiental), fazendo os donos economizarem em torno de 3,5 milhões de dólares (pilar econômico) ao eliminar a necessidade de um sistema de ar condicionado central. (DOAN, 2012).

A Biomimética deve reposicionar a pergunta ‘*o que se pode extrair do mundo natural?*’ para ‘*o que se pode aprender com o mundo natural?*’ Pode, ainda, ensinar aos engenheiros que a natureza resolveu muitos dos problemas que precisam ser articulados no contexto industrial. (BENYUS 1997). Plotino, filósofo romano, defendia que todas as coisas estão repletas de sinais, e que é sábio aquele que consegue aprender uma coisa a partir de outra. (HEMENWAY, 2010). Segundo Capra (2007, p. 182),

a força motriz da evolução, de acordo com a nova teoria emergente, deve ser encontrada não em eventos casuais de mutações aleatórias, mas, sim, na tendência inerente da vida para criar novidade, na emergência espontânea de complexidade e de ordem crescentes. Uma vez que essa nova intuição fundamental tenha sido entendida, podemos então indagar: 'Quais são os caminhos pelos quais se expressa a criatividade da evolução?'

Na definição mais básica, a biomimética pode soar simples ao ser conceituada como *imitar a vida*, mas, na prática, essa noção é mais complexa e menos retilínea. Baumeister (2013) aborda que para se ter sucesso ao aplicar a biomimética, é necessário conectar-se à natureza e enxergá-la como um guia.

A Biomimética, segundo Benyus (1997), é um campo de abordagem transdisciplinar que conecta natureza e tecnologia, biologia e inovação, vida e design. O que diferencia a biomimética de outras abordagens são os valores fundamentais, os elementos essenciais da Biomimética: Ethos, Reconectar e Emular. Os elementos essenciais têm como objetivo criar condições propícias para a vida. Isso significa que devem permitir que a vida e os negócios prosperem por meio de soluções sustentáveis.

A seguir, são apresentados os elementos essenciais da Biomimética.

2.2 OS ELEMENTOS ESSENCIAIS DA BIOMIMÉTICA

Baumeister (2013) afirma que a prática da biomimética incorpora três esferas interconectadas, mas únicas. Os três elementos essenciais da Biomimética, *Ethos*, Reconectar e Emular, não só representam os valores principais e a essência da disciplina, mas também descrevem três diferentes formas com que uma pessoa pode usar a biomimética em sua realidade, já que as motivações e os interesses sobre o tema são variados. Para os que praticam a biomimética há anos, contudo, é difícil imaginar a prática sem os três elementos juntos. (BAUMEISTER, 2013). A seguir, apresentam-se os três elementos essenciais que representam a base da disciplina.

2.2.1 *Ethos*

Ethos diz respeito à essência da ética, às intenções e à filosofia do porquê de praticar a biomimética. Na forma mais simples, pode ser definido como o desejo de

se encaixar no planeta. Além disso, representa o respeito, a gratidão e a responsabilidade em relação às espécies e ao planeta. (BAUMEISTER, 2013).

Um exemplo de aplicação do *ethos* é refletir, ao realizar o projeto de um novo produto, sobre o porquê da criação, bem como sobre a importância e o impacto que esse produto vai ter no mundo. Faz parte dessa reflexão questionar se o mundo precisa de mais um produto.

Se o produto já existe, deve-se questionar se precisa seguir existindo ou se pode ser melhorado e otimizado. Além disso, também são importantes perguntas como quais materiais podem ser substituídos e como o processo de produção pode ser mais sustentável. Essas reflexões devem ser feitas tanto para produtos quanto para processos, sistemas e outros.

Ao fixar o *ethos*, Baumeister (2013) afirma que a humanidade chegará a soluções que criam condições propícias a vida, ou seja, a condições que permitam a vida prosperar. Esse elemento age como um guia e cria oportunidades de escolha sobre onde, como e quando a prática da biomimética ocorre.

2.2.2 Reconectar

Reconectar significa ressignificar, reconhecer e entender que não existe *nós* e *eles* quando se trata de pessoas e elementos da natureza. Todas as espécies são natureza, o que inclui a espécie humana. Reconectar é uma prática e uma mudança de pensamento que explora as relações entre os seres humanos e os outros seres da natureza. A vida é resultado de 3.85 bilhões de anos de evolução, tempo que revela a sabedoria com a qual os humanos podem aprender e na qual devem se inspirar. (BAUMEISTER, 2013).

Dessa forma, conectar-se significa descobrir a inteligência da natureza e começar a explorar a biologia inerente à prática da biomimética. Com isso, os laços entre as espécies são estreitados e as habilidades humanas de observar a natureza e de aprender com ela são reforçadas. (BAUMEISTER, 2013).

2.2.3 Emular

O elemento emular representa a intenção de continuar no planeta de forma apropriada, tendo a natureza como modelo, medida e mentora. Segundo Baumeister (2013), emular diz respeito à resolução de problemas por meio da bioinspiração, que, conseqüentemente, minimiza os impactos negativos ao planeta.

Emular é verbo transitivo direto e tem como significado, conforme o dicionário da língua portuguesa Silveira Bueno (BUENO, 1996), emparelhar(-se), imitar, seguir o exemplo (de). O elemento emular é a ação da biomimética; engloba princípios, padrões e estratégias encontrados na natureza para criar e inovar. Emular está diretamente relacionado à prática e à utilização do Método de Pensamento Biomimético (*Biomimicry Thinking*). (BAUMEISTER, 2013).

Para conduzir projetos utilizando a biomimética, a fim de construir produtos, processos ou sistemas emulando os organismos naturais, é imprescindível utilizar o método de Pensamento Biomimético seguindo todas as etapas de desenvolvimento de um projeto com aplicação da metodologia. A seguir, apresenta-se o Método do Pensamento Biomimético, que é parte do elemento essencial emular que, por sua vez, está associado ao “fazer biomimética”.

2.3 MÉTODO DO PENSAMENTO BIOMIMÉTICO

Emular a natureza é uma parte primordial da prática da biomimética. Todas as pessoas podem projetar utilizando a natureza como modelo, mentora e medida. Baumeister (2013) afirma que o método da biomimética providencia um contexto direcionando para onde, como, o que e por que a biomimética se encaixa em diversos processos de diferentes disciplinas.

Nesse contexto, Gruber (2013) destaca um importante motivo para que essas ideias sejam inseridas de forma estratégica no projeto por meio da natureza: a biomimética é um método de trabalho que envolve abordagens transdisciplinares. Nesse sentido, para que se obtenha resultados concretos, deve se assegurar uma comunicação adequada entre as diversas áreas envolvidas.

Diferentemente dos outros elementos essenciais da biomimética, o emular exige que se tenha uma visão clara e disciplinada do que é integrar o Pensamento

Biomimético na prática. (BAUMEISTER, 2013). Ao longo dos anos, reitera Baumeister (2013), foram criadas e testadas diferentes versões do que hoje é formalmente chamado de metodologia da biomimética. A versão apresentada neste trabalho foi formalizada em 2013.

Nesse processo, segundo Baumeister (2013), há quatro esferas em que a biomimética contribui de forma mais eficaz no desenvolvimento de um projeto: o escopo, o descobrir, o criar e o avaliar. Estas são as macroetapas do Método do Pensamento Biomimético. A seguir, tais etapas são explicadas individualmente.

O escopo se refere à preparação, é quando ocorre a identificação do problema. Nessa fase, são analisados o contexto, os critérios e as limitações. O escopo inclui etapas como identificar o verdadeiro desafio, definir os parâmetros de operação e criar um resumo ou programa para o projeto. De forma geral, o escopo ocorre antes da definição do projeto e contempla o trabalho preparatório para determinar os desafios do projeto, coletar e analisar os fatos, delimitar os objetivos e harmonizar a convivência e a colaboração do time do projeto. Além disso, o escopo designa a visão do projeto, oportunizando às partes interessadas que se unam em prol de uma mesma aspiração, com foco nas prioridades e na definição de padrões de desempenho. (BAUMEISTER, 2013).

Nessa fase, utilizam-se os Princípios da Vida, que são estratégias da natureza que permitem que a vida prospere na terra há 3.85 bilhões de anos. (BAUMEISTER, 2013). Esses princípios são ferramentas que possibilitam integrar a inteligência da natureza ao trabalho que é realizado; são, também, um meio visionário de ajudar a determinar as prioridades do projeto para que este funcione como a natureza.

Ao adotar os Princípios da Vida há uma mudança de paradigma. Realizar projetos com base nesses princípios permite atuar na sustentação da vida na terra, realizando projetos com princípios sustentáveis. A seguir, na Figura 6, são apresentados os Princípios da Vida.

Figura 6 – Os Princípios da Vida



Fonte: Adaptado de Baumeister (2013, p. 24).

O descobrir acontece após o desafio/opportunidade de projeto estar definido. Essa fase inclui pesquisa e exploração de projetos tangenciais que possam fornecer conteúdo à fase de criação, como *brainstorming*. Nessa fase, as inspirações não têm limites. A pesquisa inclui trabalho de campo, artigos, livros, internet e outros estudos relacionados ao tema. (BAUMEISTER, 2013).

O criar é o momento em que o projeto acontece, quando se apresenta um novo produto, processo ou sistema. Diz respeito a criar algo novo, reprojeter algo, fazer ou inventar. A fase de ideação do criar envolve, tradicionalmente, uma combinação entre o explorar resoluções de problemas parecidos e o efetuar *brainstorming* de novas soluções. (BAUMEISTER, 2013).

O avaliar ocorre quando um produto, processo, solução ou oportunidade já foi identificado. Nessa fase, são analisadas a apropriação e a viabilidade em longo

prazo e dentro de um determinado contexto. Nessa fase também são considerados os limites e as fronteiras. Realiza-se, ainda, uma reflexão quanto às intenções e aos objetivos originais, além de uma análise para garantir que a qualidade e a segurança do projeto foram alcançadas. Geralmente é necessário revisitar as outras fases para abordar e tratar os *gaps* ou as inadequações na solução ou oportunidade encontrada. (BAUMEISTER, 2013). No Quadro 1, apresenta-se uma visão geral da metodologia do Pensamento Biomimético.

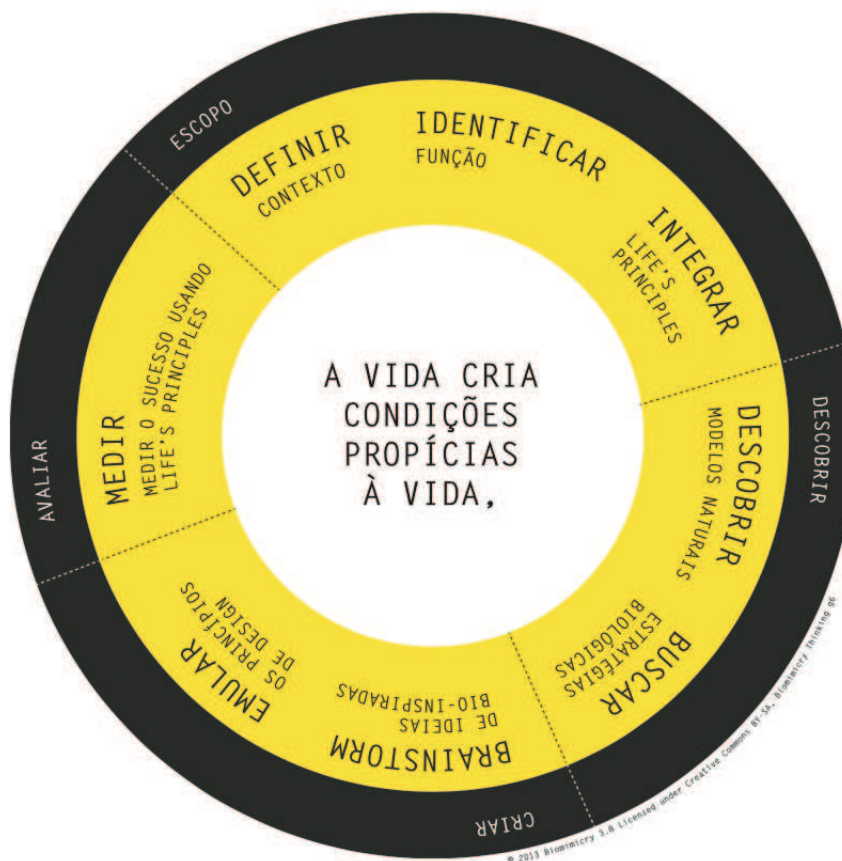
Quadro 1 – Visão Geral da Metodologia Pensamento Biomimético

	Passos do Pensamento Biomimético	O que é incorporado da Biologia?	Benefícios
Escopo	*Definir contexto; *Identificar o desafio real como função; *Estabelecer metas aspiracionais utilizando os Princípios da Vida.	Lição universal da vida: "Uma estratégia biológica bem adaptada deve encontrar as necessidades funcionais do organismo no contexto no qual ele vive para que ele sobreviva.	*Mudar mentalidade; *Ajudar a identificar o verdadeiro desafio; *Ampliar o espaço da potencial solução; *Aprofundar o entendimento do contexto; *Articular a visão de uma maneira voltada para a sustentação da vida.
Descobrir	* <i>Biologizar</i> a função identificada; *Descobrir os modelos naturais; *Escolher as principais estratégias biológicas e colocá-las em Princípios de <i>Design</i> .	Estratégias e mecanismos dos organismos, processos e sistemas representados tanto pelas estratégias vencedoras em termos de adaptação, quanto pelos padrões que ocorrem em muitos organismos.	*Descobrir a superabundância de modelos inovadores e amigos da vida; *Encontrar ideias pré testadas e aprovadas.
Criar	* <i>Brainstorming</i> bio inspirado de idéias; *Emular os Princípios de <i>Design</i> concebidos a partir das estratégias biológicas.	Abstrair os Princípios de <i>Design</i> fase Descobrir, assim como os Princípios da Vida.	*Ser inspirado por ideias lindas e elegantes; *Resolver desafios vexatórios; *Criar soluções realmente inovadoras.
Avaliar	*Medir e avaliar utilizando os Princípios da Vida.	Princípios da Vida mais a questão "O que a natureza faria (aqui)?"	*Identificar limites e oportunidades perdidos; *Pré-testes para verificar o sucesso da solução; *Trabalhar com uma definição mais holística de sucesso.

Fonte: Traduzido e adaptado de Baumeister (2013, p. 89).

O método de Pensamento Biomimético é dividido em quatro fases principais conforme abordado anteriormente: escopo, descobrir, criar e avaliar. A Figura 7 mostra o Método de Pensamento Biomimético.

Figura 7 – Método Pensamento Biomimético



Fonte: Adaptada de Baumeister (2013, p. 86).

Logo, além das macroetapas principais apresentadas, cada etapa principal é detalhada em uma ou mais subetapas, explicadas anteriormente de forma genérica. Na Figura 7, essas etapas aparecem de forma mais clara para auxiliar na condução do projeto. No escopo, além da definição do contexto, identifica-se a função, já que para traduzir um projeto industrial para a biologia é preciso identificar as funções e questionar como a natureza as realiza. A partir daí, adaptam-se as perguntas e definem-se as condições que melhor se encaixam no projeto por meio de uma tradução dos Princípios da Vida em parâmetros de projeto.

Em se tratando de descobrir os modelos naturais, deve-se considerar os modelos literais e metafóricos da natureza, aprender com a literatura, realizar *brainstorm*, consultar especialistas e buscar estratégias biológicas para, então, imitar

as estratégias da natureza e explorar os modelos propostos a partir de um *brainstorm* de ideais bioinspiradas que visam a solucionar o desafio/opportunidade do projeto. Após, os princípios de *design* encontrados na natureza são emulados e transformados em uma solução prática para a realidade. Então, pode-se avaliar o *design* em relação aos Princípios da Vida, ponderando se o projeto se adapta e evolui, criando condições propícias à vida, e se existe possibilidade de torná-lo melhor. (BENYUS, 2006).

Todas essas etapas são descritas detalhada e individualmente na seção 4.4 Proposta final do Método Biomimético Sistêmico deste trabalho. A seguir, apresenta-se o Pensamento Sistêmico e a sua metodologia.

2.4 PENSAMENTO SISTÊMICO

Andrade et al. (2006) afirmam que o pensamento sistêmico tem origem no questionamento da aplicabilidade universal dos pressupostos do pensamento analítico, que compreende que os fenômenos, em sua totalidade, podem ser entendidos ao serem desmembrados em suas partes componentes e a partir de relações causais lineares. Porém, segundo Andrade et al. (2006), tais pressupostos são inconsistentes quando o objeto em questão é um “todo organizado”, que expõe características e propriedades que surgem (propriedades emergentes) de um conjunto de interações simultâneas e peculiares ao todo.

É ponto essencial para o Pensamento Sistêmico que novas ideias, conexões, e *networks* sociais sejam a base de toda a mudança sistêmica em larga escala. Essa afirmação contrasta com a teoria de que a mudança ocorre por meio de um ponto centralizado de poder. (SENGE et al., 2006).

Bender (2015) apresenta como exemplo de Método de Pensamento Sistêmico e adaptado o caso de uma empresa de adesivos e selantes do Rio Grande do Sul. O método objetiva buscar pontos alavancadores e visualizar cenários futuros que possibilitem pensar na expansão da marca por meio de uma abordagem sistêmica. Neto (2010) apresenta, na forma de um *roadmap*, um roteiro às organizações que desejam caminhar no sentido de implantar a abordagem do Pensamento Sistêmico em sua gestão. Morandi et al. (2014), por sua vez, desenvolvem um método para compreender os fatores-chave que influenciam o preço das commodities, propondo

uma abordagem sistêmica que permita estimar e avaliar preços futuros em diferentes cenários. Em pesquisas anteriores, verificou-se que utilizar o Pensamento Sistêmico pode otimizar o Método de Pensamento Biomimético.

Artefatos, construções, organizações empresariais, computadores, entre outros possuem uma complexa interação de componentes, estruturas e relações. A vida acrescenta informação à matéria, ou seja, propõe estrutura, e, ao fazê-lo, gera uma função para a criação. A criatividade em diferentes projetos envolve não apenas questões de funcionalidade e estética, mas também a integração correta dos sistemas e subsistemas para atingir a máxima performance. (LIYANAGE, 2010). Em seguida, são apresentadas as características do Pensamento Sistêmico.

2.4.1 Características do Pensamento Sistêmico

O Pensamento Sistêmico, conforme Andrade et al. (2006), possui dez características principais. Essas características são importantes pontos norteadores que contribuem para tornar um projeto sistêmico. Por esse motivo, foram levadas em consideração ao elaborar o presente trabalho.

Em seguida, no Quadro 2, são apresentadas as dez características do Pensamento Sistêmico, segundo Andrade et al. (2006), explicitando-se o significado de cada uma delas.

Quadro 2 – Características do Pensamento Sistêmico

CARACTERÍSTICAS DO PENSAMENTO SISTÊMICO
1 - DAS PARTES PARA O TODO
No sentido contrário ao reducionismo e ao atomismo, enfatiza o todo em detrimento à parte. Logo, interessa-se pelo todo integrado e dinâmico.
2 - DOS OBJETOS PARA OS RELACIONAMENTOS
Não considera objetos ou partes em absoluto, mas padrões de relacionamento mais ou menos estáveis. Esse padrão de organização, chamado sistema, está em permanente coevolução por meio de interações.
3 - DAS HIERARQUIAS PARA AS REDES
Do ponto de vista da construção do conhecimento preconiza que as descrições do mundo acabam por formar uma rede interconectada de concepções e modelos.
4 - DA CAUSALIDADE LINEAR PARA A CIRCULARIDADE
Nomeia tais relações como <i>feedback loops</i> ou enlaces de retroalimentação. Entende que a compreensão do todo fica limitada sem o entendimento das relações circulares.
5 - DA ESTRUTURA PARA O PROCESSO
Vê toda a estrutura como a manifestação de processos subjacentes, fazendo com que o Pensamento Sistêmico seja um “pensamento de processo”, que considera a natureza dinâmica da realidade.
6 - DA METÁFORA MECÂNICA PARA A METÁFORA DO ORGANISMO VIVO E OUTRAS NÃO MECÂNICAS
Enfatiza o uso da metáfora do organismo vivo em contraposição à dominante metáfora mecanicista. Entende que, para um mundo complexo, é preciso uma forma de pensamento também complexa, o que implica um repertório quantitativa e qualitativamente superior de metáforas, modelos e pontos de vista.
7 - DO CONHECIMENTO OBJETIVO PARA O CONHECIMENTO CONTEXTUAL E EPISTÊMICO
Aceita uma mudança de postura a respeito do processo de observação e de conhecimento, que deixa de ser objetivo e passa a ser contextual e epistêmico.
8 - DA VERDADE PARA AS DESCRIÇÕES APROXIMADAS
Entende que o Pensamento Sistêmico implica em um deslocamento de busca da verdade para a busca de descrições aproximadas úteis dentro de um contexto.
9 - DA QUANTIDADE PARA A QUALIDADE
Considera relacionamentos, formas e padrões difíceis de ser mensurados, requerendo uma atitude mais flexível, que envolve visualização e mapeamento. Entende que pensar em termos de padrões implica em uma mudança de quantidade para qualidade.
10 - DO CONTROLE PARA COOPERAÇÃO, INFLUENCIAÇÃO E AÇÃO NÃO VIOLENTA
Vê a necessidade de mudança na atitude de dominação e controle da natureza, incluindo os seres humanos, para um comportamento cooperativo e de não violência, tanto na ciência quanto na tecnologia, nas organizações e na sociedade.

Fonte: Adaptado de Andrade et. al (2006, p. 89).

A seguir, explicita-se a Metodologia do Pensamento Sistêmico, também conhecida como Método do Pensamento Sistêmico.

2.5 MÉTODO PENSAMENTO SISTÊMICO

O Método do Pensamento Sistemico passou por um longo processo de otimização, conforme anteriormente descrito. Nesta dissertação, utiliza-se o método proposto por Andrade et al. (2006). O Quadro 3, a seguir, retrata, em uma visão geral, as etapas do Método do Pensamento Sistemico.

Quadro 3 – Visão Geral Método Pensamento Sistemico

MÉTODO SISTÊMICO		
	ETAPAS	DESCRIÇÃO
1	Definir uma situação de interesse	Determina um desafio estratégico, um problema complexo ou uma situação que exija um estudo aprofundado.
2	Apresentar a história por meio de eventos	Descreve eventos relevantes relacionados com a situação ao longo do período considerado.
3	Identificar as variáveis-chave	Apresenta as variáveis relacionadas à situação de interesse.
4	Traçar padrões de comportamento	Coleta de dados para compor a série histórica das variáveis.
5	Desenhar o Mapa Sistemico	Identifica as relações causais que se estabelecem entre os fatores. Diz respeito ao mapeamento das variáveis e das relações de causa e efeito que há entre elas; efetiva a construção a partir da linguagem sistemica.
6	Identificar os modelos mentais	Levanta crenças ou pressupostos que atores-chave mantém em suas mentes e que influenciam as decisões, gerando as estruturas do mundo real.
7	Visualizar cenários	O método sistemico é adequado para reconhecer uma situação, seja seu contexto histórico, seja seu estado presente. Quando se trata de visualizar futuros alternativos, a metodologia de Cenários é mais adequada.
8	Modelar em computador	Constrói modelos em softwares de Dinâmica de Sistemas, visando ao desenvolvimento de micromundos gerenciais a fim de testar estratégias e obter aprendizagem de forma mais rápida.
9	Presenciar o todo, criar visão de futuro e liderar para a auto-organização	Reconhece a natureza do todo e entende como as partes e o todo estão inter-relacionados.
10	Definir pontos de germinação, planejar ações e reprojeter o sistema	Desenvolve ações para semear a mudança eficaz e sustentada em direção à visão.

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Andrade et al. (2006).

Conforme Senge (2009), o Pensamento Sistêmico permite o entendimento e a construção das estruturas sistêmicas presentes na realidade. Para Andrade (1997), esse processo ocorre por meio do aprofundamento da percepção e da compreensão de questões sistêmicas e complexas que envolvem o contexto organizacional. Ademais, a linguagem sistêmica pode ser considerada uma filosofia subjacente (GOODMAN, 1997), o que também se aplica ao Método de Pensamento Sistêmico, que é um conjunto de passos sistematizados em que cada passo permite atingir resultados que servem como entrada aos subsequentes. (ANDRADE et al., 2006).

As etapas sistêmicas escolhidas para complementar o Método de Pensamento Biomimético, originando o Método Biomimético Sistêmico, estão descritas detalhadamente e individualmente na seção 4.4, Proposta final do Método Biomimético Sistêmico. A seguir, aborda-se a combinação de métodos.

2.6 COMBINAÇÃO DE MÉTODOS

Daniel Quinn explicita que a primeira Revolução Industrial não foi uma utopia subestimada, mas o resultado de milhões de pequenos começos que não prosseguiram conforme alguma concepção teórica. (SENGE et al., 2006). Nesse sentido, Benyus (2004) afirma que é preciso unir áreas de estudo usualmente separadas, pois, apenas assim, cria-se um senso de comunidade, não apenas com outros organismos mas com pessoas que atuam em diferentes disciplinas.

O Pensamento Sistêmico é um método utilizado com frequência para complementar outros. Segundo Moreira (2005), que propôs a combinação dos métodos de Pensamento Sistêmico e de Planejamento de Cenários, o novo método construído pode sistematizar e construir um elo entre as duas abordagens, evidenciando a sinergia existente entre elas e potencializando os benefícios de ambas.

Salles et al. (2011) também utilizam métodos combinados a fim de otimizar a gestão de operações de uma organização. Menezes (2008) propôs o Método Sistêmico de Formulação Estratégica. A pesquisa teve resultados satisfatórios ao responder como conceitos, princípios e práticas do pensamento sistêmico, do

planejamento por cenários e do planejamento estratégico podem ser integrados em um método que auxilie no processo de formulação estratégica. Da mesma forma, os resultados obtidos nas aplicações do DUMAIC, método que integra o Pensamento Sistêmico e o método Seis Sigma, demonstraram viabilidade de uso em quaisquer projetos Seis Sigma que lidem com problemas de complexidade dinâmica.

Deus (2011) desenvolveu um método de análise e proposição de indicadores sistêmicos para avaliar fornecedores, adaptando o Método Sistêmico por meio da criação de um roteiro de aplicação do Pensamento Sistêmico. Os resultados indicam que o método proposto permite analisar e propor indicadores sistêmicos para avaliação de fornecedores por intermédio do Pensamento Sistêmico.

Considerando os trabalhos acima, acredita-se que a integração entre os métodos biomimético e sistêmico, que originam o Método Biomimético Sistêmico, pode contribuir para a busca de soluções ambientalmente sustentáveis. A combinação dos dois métodos permite alterar os sistemas existentes e agir de acordo com os processos do mundo natural com o uso de uma linguagem que descreve e compreende as forças e inter-relações que moldam o comportamento dos sistemas. No próximo capítulo, são apresentados os procedimentos metodológicos deste trabalho.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo são apresentados o delineamento, o método e os procedimentos utilizados para realizar a pesquisa, bem como as técnicas de coleta e de análise de dados. Conforme Miguel (2010), deve-se enxergar o trabalho de pesquisa como um processo, sendo que os métodos e as técnicas fazem parte de um conjunto que suporta as transformações das entradas em saídas.

A seguir, apresenta-se o delineamento desta pesquisa.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

As pesquisas podem ser classificadas conforme a natureza (básicas e aplicadas), os objetivos (exploratórias, descritivas e explicativas), a abordagem (qualitativas e quantitativas) e os procedimentos técnicos. (SILVA; MENEZES, 2005). Quanto aos objetivos, esta pesquisa tem caráter exploratório, pois, como afirmam Collis e Hussey (2005), esse tipo de estudo tem como foco o conhecimento e a familiarização com o assunto para uma análise posterior mais específica e detalhada. Assim, Collis e Hussey (2005, p. 24) relatam que “A pesquisa exploratória é realizada sobre um problema ou questão de pesquisa quando há poucos ou nenhum estudo anterior em que possamos buscar informações sobre a questão ou problema”. Quanto à abordagem, a presente pesquisa é qualitativa. Bryman (1989, p. 24)

considera ser um erro afirmar que a diferença entre as abordagens quantitativa e qualitativa seja a ausência de quantificação na segunda. A abordagem qualitativa não tem aversão à quantificação de variáveis e, por vezes, os pesquisadores qualitativos quantificam variáveis.

No que diz respeito à pesquisa qualitativa, segundo Bryman (1989, p. 24), “A característica distintiva, em contraste com a pesquisa quantitativa, é a ênfase na perspectiva do indivíduo que está sendo estudado”. Miguel (2010) afirma que conseguir informações sob a ótica dos indivíduos é uma grande preocupação, assim como também é relevante a interpretação do local em que a problemática acontece, de modo que o ambiente de pesquisa deve ser o ambiente natural dos indivíduos. Conforme Miguel (2010, p. 50) “[...] na pesquisa em engenharia de produção,

significa o pesquisador visitar a organização pesquisada fazendo observações e, sempre que possível, coletando evidências”.

De acordo com Silva e Menezes (2005), a pesquisa aplicada baseia-se no uso do conhecimento adquirido para a aplicação prática, a fim de elaborar soluções para problemas específicos. Este trabalho tem natureza teórica e aplicada, visto que propõe um novo método a partir da integração dos métodos do Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistêmico.

A seguir, discute-se o método de pesquisa.

3.2 MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa pode ser considerada uma investigação sistemática cujo objetivo é desenvolver e refinar teorias ou, em alguns casos, resolver problemas. Na área da gestão, as pesquisas apresentam característica aplicada, ou seja, têm como enfoque principal a resolução de problemas ou o projeto e a construção de artefatos que apoiem as organizações a superar restrições que as impedem de alcançar os seus objetivos. (DRESCH et. al, 2015).

Quanto ao rigor metodológico, na condução de estudos científicos é necessário que o método de pesquisa seja definido no início das atividades. Ademais, o pesquisador deve evidenciar os motivos que o levaram a fazer tal escolha. Logo, conforme Dresch et al. (2015), quatro são os pontos principais que devem ser considerados no momento da escolha do método de pesquisa: i) o método deve ter condições de responder ao problema de pesquisa; ii) o método deve ser reconhecido pela comunidade científica; iii) o método deve estar alinhado com o método científico; e iv) o método deve evidenciar as etapas que foram seguidas para a realização da pesquisa.

O método de pesquisa adotado neste trabalho pressupõe esses quatro pontos. Na sequência, são abordadas as principais definições do método e apresentadas as justificativas dessa opções.

O primeiro ponto acima levantado por Dresch et al. (2015) diz respeito ao fato de que o método deve responder ao problema de pesquisa. Nessa perspectiva, entende-se que o método de pesquisa mais adequado para responder ao problema proposto neste estudo é a *Design Science Research* (DSR), caracterizada por

Dresch et al. (2015, p. 67) como “[...] o método que fundamenta e operacionaliza a condução da pesquisa quando o objetivo a ser alcançado é um artefato ou uma prescrição”. Como nesta pesquisa o objetivo é elaborar um artefato e propor um novo método a partir da integração dos Métodos do Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistêmico, a DSR é uma ferramenta adequada ao contexto, fornecendo as referências necessárias para atingir os objetivos.

O segundo pressuposto apontado por Dresch et al. (2015) evidencia que o método deve ser reconhecido pela comunidade científica. Nesse ínterim, a DSR é reconhecida como um método apropriado para determinar soluções por meio da construção e avaliação de artefatos. Muitos autores realizaram trabalhos notáveis e contribuíram conceitualmente para o desenvolvimento da DSR. Algumas dessas pesquisas são contextualizadas a seguir.

Takeda et al. (1990) formalizaram um método de pesquisa baseado em projeto para desenvolver sistemas de software de desenho assistido por computador. March e Smith (1995) preconizaram que as pesquisas em tecnologia da informação deveriam contemplar as demandas de projeto enfrentadas pelos profissionais. Os autores alegam que tanto as atividades das ciências naturais quanto as das ciências de projeto são importantes para garantir a relevância e a eficácia de pesquisas em tecnologia da informação. Manson (2006) questionou a prática da Pesquisa Operacional enquanto pesquisa e apontou que a ciência de projeto (*Design Science*) proporciona uma visão de pesquisa que se adequa melhor às práticas da Pesquisa Operacional. Lacerda et al. (2013) verificaram que os conceitos associados à ciência de projeto são aplicáveis e oportunos à prática da Engenharia de Produção; esses conceitos possuem como característica a busca por soluções para problemas do cotidiano das organizações.

O alinhamento do método com o método científico é o terceiro ponto abordado por Dresch et al. (2015) como fundamental para a pesquisa. Nesse sentido, o método científico que predomina nesta pesquisa é o abduutivo, que consiste em estudar fatos e propor teorias que os expliquem. Segundo Dresch et. al (2015), o método abduutivo é considerado um processo criativo, sendo o mais indicado quando o pesquisador propõe soluções para resolver um problema em estudo. A DSR tem o método abduutivo como principal método científico para a condução de suas investigações, mas isso não significa que outros métodos não sejam utilizados. (DRESCH et. al, 2015).

Por fim, o quarto ponto diz respeito ao fato de que o método deve evidenciar as etapas que foram seguidas na pesquisa. Quanto a isso, os passos de realização desta pesquisa são detalhados no método de trabalho, na seção seguinte.

De acordo com o exposto, o rigor e a relevância são dois dos fatores mais importantes para o sucesso da pesquisa e estão diretamente relacionados à *Design Science Research*. Dessa forma, as pesquisas realizadas sob a ótica da DSR propõem soluções para problemas práticos, contribuindo para aprimorar teorias (DRESCH et al., 2015) e para gerar pesquisa e conhecimento. Os principais conceitos da DSR são, segundo Dresch et al. (2015), os de *Design Science*, Artefato, Soluções Satisfatórias, Classes de Problemas e Validade Pragmática. Esses conceitos são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Síntese dos Principais Conceitos da Design Science

Conceito de <i>Design Science</i>
Ciência que procura consolidar conhecimentos sobre o projeto e desenvolvimento de soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas e criar novos artefatos.
Artefato
Algo que é construído pelo homem; interface entre o ambiente interno e o ambiente externo de um determinado sistema.
Soluções Satisfatórias
Soluções suficientemente adequadas para o contexto em questão. As soluções devem ser viáveis, não necessariamente ótimas.
Classes de Problemas
Organização que orienta a trajetória e o desenvolvimento do conhecimento no âmbito da <i>Design Science</i> .
Validade Pragmática
Busca assegurar a utilidade da solução proposta para o problema. Considera: custo/benefício da solução, particularidades do ambiente em que será aplicada e as reais necessidades dos interessados na solução.

Fonte: Adaptado pela autora a partir de Dresch et al. (2015, p. 59).

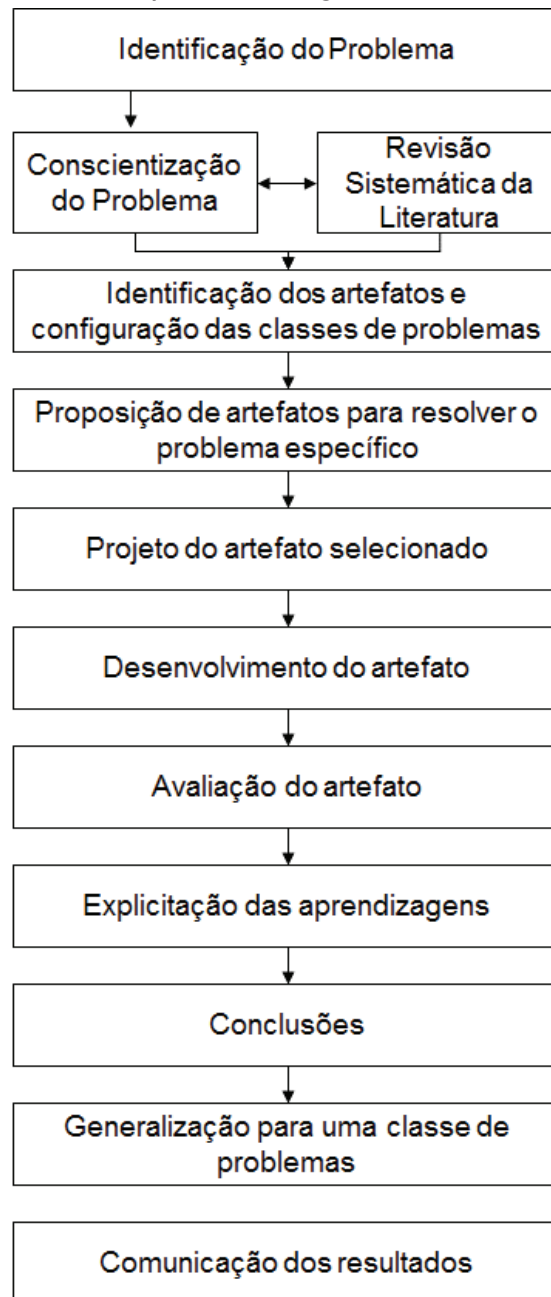
A *Design Science Research* é, portanto, segundo Dresch et al. (2015), um método que conduz à solução de problemas. Intenta, desde o entendimento do problema, construir e avaliar artefatos que permitam transformar situações, modificando as condições para estados melhores ou desejáveis. Visa, assim, à solução satisfatória de uma situação, sendo utilizada para diminuir a distância entre teoria e prática. A seguir, aborda-se o método de trabalho.

3.2.1 Método de Trabalho

O método de trabalho determina a sequência de passos que são seguidos para atingir o objetivo da pesquisa. Ele indica como o trabalho é conduzido, detalhando e desdobrando o método de pesquisa selecionado. Na apresentação do método de trabalho devem ser descritas as atividades a serem realizadas ao longo do estudo, bem como a justificativa de cada passo, de modo a mostrar como cada etapa coopera para alcançar as conclusões da pesquisa ou para aumentar a sua confiabilidade. (DRESCH et. al, 2015).

O método da *Design Science Research* (DSR) é composto pelas atividades básicas de construção e de avaliação. A DSR estuda o que é artificial, o que ainda não existe. Segundo Manson (2006), os constructos são criados e posteriormente avaliados, a fim de verificar utilidades e de validá-los.

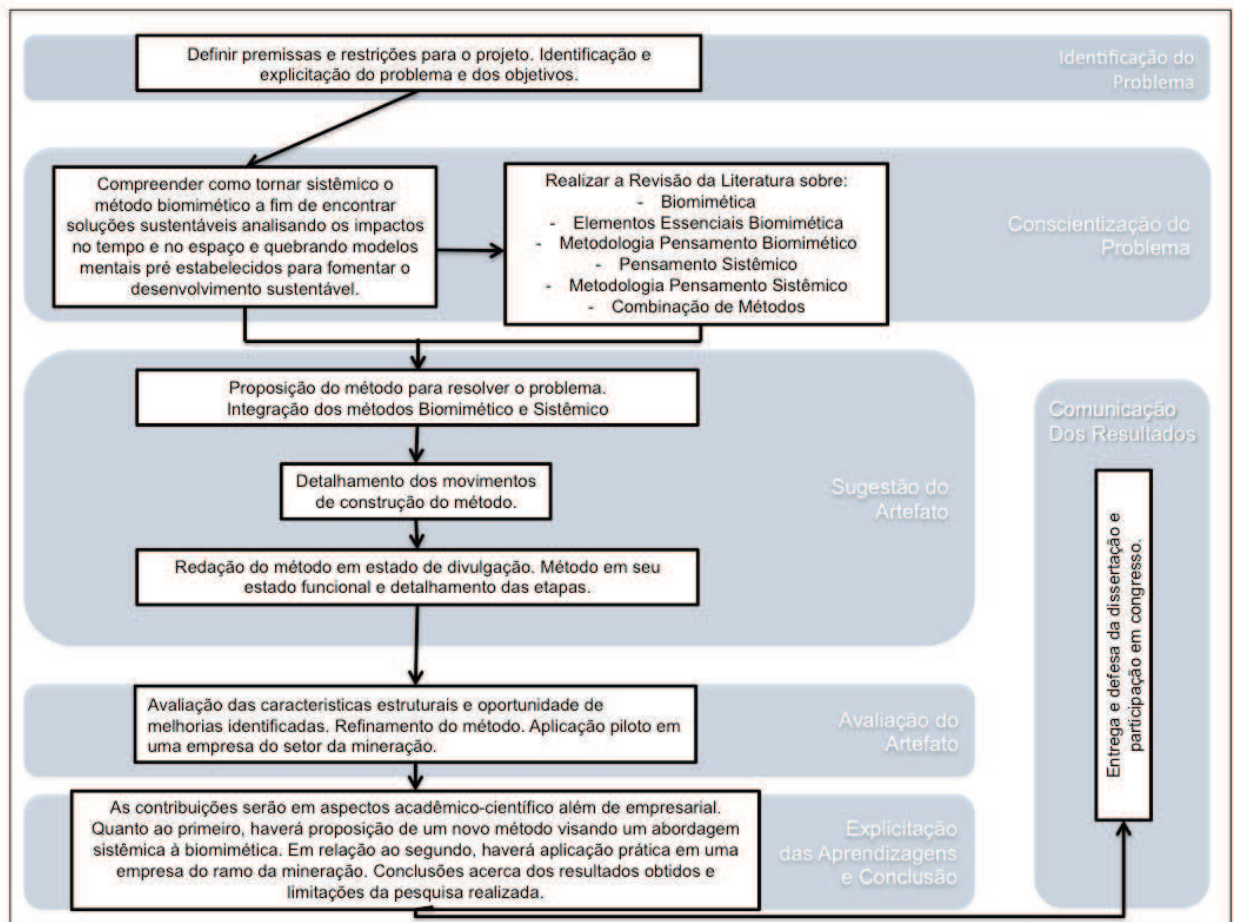
A presente pesquisa é conduzida por 12 passos principais, sugeridos por Dresch et al. (2015). A figura 8 mostra esses passos. Na ilustração, as setas contínuas sinalizam a ordem direta de realização de cada etapa.

Figura 8 – Etapas da *Design Science Research*

Fonte: Dresch et al. (2015, p. 125).

O método *Design Science Research* é conduzido, nesta pesquisa, conforme os passos sugeridos por Dresch et al. (2015). O Quadro 5 apresenta as etapas da DSR aplicadas no contexto deste trabalho, evidenciando os passos explicitados na Figura 8.

Quadro 5 - Desenvolvimento do Método DSR da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora.

Em função da estrutura de trabalho escolhida, a saber, o modelo sugerido por Dresch et al. (2015), definiu-se uma estrutura conceitual teórica para mapear a literatura e delinear proposições. Assim, foi formulado o problema, definida a unidade-caso, propostos os artefatos para o projeto, desenvolvidos e avaliados os artefatos, explicitadas as aprendizagens e, por conseguinte apresentadas as conclusões com a comunicação dos resultados. Reitera-se que a pesquisa seguiu, portanto, o método de trabalho apresentado na Figura 8 e determinado no Quadro 5, que detalha como a *Design Science Research* foi adaptada para este estudo em particular. Cada uma das 10 etapas é descrita a seguir.

A **Etapa 1**, Identificação e explanação do problema e dos objetivos da pesquisa, focou a identificação do problema e dos objetivos do estudo. O problema surge do interesse da pesquisadora em buscar soluções para uma situação específica dentro de uma classe de problemas: compreender como tornar sistêmico

o método biomimético visando a encontrar soluções sustentáveis a partir da análise dos impactos no tempo e no espaço e da quebra de modelos mentais pré-estabelecidos. Com o problema entendido e explicitado, os objetivos da pesquisa foram formulados, a fim de facilitar a articulação de respostas para o problema que motivou o trabalho.

Na **Etapa 2**, revisão sistemática da literatura, foi realizada uma revisão teórica, cujos resultados estão explicitados no Capítulo 2. Para esse passo, utilizou-se a técnica de coleta de dados bibliográfica, inicialmente alicerçada em dois livros base que tratam do Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistêmico (BAUMEISTER, 2013; ANDRADE et. al, 2006). A revisão teve sequência com consultas a bases de dados científicas (EBSCO – *Academic Search Complete, Business Source Complete, Environment Complete, Regional Business News, GreenFILE, Academic Search Premier, Academic Search Elite, Information Science & Technology Abstracts, CAPES*). Essa etapa proporciona acesso à parte do conhecimento previamente desenvolvido sobre o tema da pesquisa, possibilitando identificar a importância de se construir um artefato para mitigar um problema real.

Com base na revisão, foram apresentadas as justificativas da pesquisa sob duas perspectivas: a do meio acadêmico-científico e a do meio empresarial. Do ponto de vista acadêmico-científico, destaca-se a busca por originalidade no tema proposto e o desenvolvimento de novos conhecimentos científicos. A segunda perspectiva é focada no contexto do desenvolvimento sustentável das empresas, a fim de evidenciar a importância de buscar soluções sustentáveis.

A **Etapa 3** diz respeito à definição de artefatos de referência, de técnicas e de ferramentas que guiam o projeto do método. Tal etapa está detalhada no Capítulo 4 deste trabalho.

Na **Etapa 4** é proposto o Método Biomimético Sistêmico. Nessa fase, foram analisadas as principais alterações necessárias para melhorar as soluções dos Métodos Pensamento Biomimético e Pensamento Sistêmico. Essa avaliação considerou a formatação do artefato, conscientizando sobre as etapas necessárias para que o método cumprisse seus objetivos. O procedimento adotado, com base em Bardin (2016), contemplou quatro passos, divididos em três fases distintas:

- a) Fase 1, pré-análise: contempla o passo 1, leitura dos métodos de referência, e o passo 2, definição do objetivo e dimensão da análise, que propõe analisar as etapas dos métodos de referência;
- b) Fase 2, exploração do material: contempla o passo 3, avaliação das etapas, quando as etapas do método biomimético são classificadas como sistêmicas ou não;
- c) Fase 3, tratamento de resultados e interpretações: contempla o passo 4, Interpretação/avaliação dos resultados. As reflexões, análises e propostas de um novo método, resultado dessa etapa, são explicadas na seção 4.1 deste trabalho.

A **Etapa 5** trata do projeto e da construção do Método Biomimético Sistêmico. Visando à obtenção de resultados confiáveis concernentes ao objetivo de pesquisa, o projeto e a construção do artefato consideraram o alinhamento de todas as etapas iniciais do método de trabalho para a obtenção da primeira proposta de artefato.

A **Etapa 6** pressupõe a redação do método em estado de divulgação. Nessa etapa, todos os esforços de apresentação do artefato foram formalizados, de modo que o método ficasse disponível em seu estado funcional. O artefato tomou forma com elementos gráficos e textuais que indicam o fluxo e os passos do Método Biomimético Sistêmico. Todas as etapas do método foram detalhadas e, a partir daí, uma primeira versão do método passível de ser aplicada no ambiente externo foi disponibilizada. O artefato proposto é apresentado no Capítulo 4 deste documento.

A **Etapa 7** trata-se da avaliação das características estruturais e de oportunidades de melhorias. Essa etapa objetivou avaliar as características construtivas do artefato em relação à sua adequação ao cumprimento dos objetivos do trabalho. Para tanto, realizou-se uma análise estática por meio da aplicação de um questionário a especialistas das áreas sistêmica e biomimética.

Os questionários foram respondidos, por meio do *Google Forms*, por 10 (dez) especialistas, sendo 5 (cinco) especialistas sistêmicos e 5 (cinco) especialistas biomiméticos. Para ambientar os participantes em relação ao objetivo da pesquisa e ao conteúdo do método, a pesquisadora conversou com cada entrevistado explicando detalhadamente o Método Biomimético Sistêmico antes da aplicação do questionário. As perguntas que compuseram o questionário são apresentadas no

Capítulo 3, seção 3.3, deste trabalho. Os conteúdos das respostas foram analisados seguindo procedimentos de Bardin (2016), os quais foram divididos em duas fases distintas:

- a) Fase 1, pré-análise: contempla a definição do objetivo de análise, isto é, a identificação das adequações necessárias ao artefato proposto. Além disso, pressupõe a indexação das respostas, que é a análise individual das entrevistas por meio do *software* ATLAS T.I;
- b) Fase 2, análise e interpretação dos resultados: contempla a avaliação das ocorrências, com análise da síntese das respostas, objetivando identificar os pontos mais frágeis do método. Além disso, pressupõe a Interpretação das respostas, a partir da análise aprofundada do texto, para identificar possíveis melhorias ao método proposto. Esse passo foi realizado pela avaliação cruzada entre as respostas síntese organizadas em gráficos do *Google Forms* e os comentários registrados pelos respondentes.

A partir da interpretação das respostas, foram identificadas sugestões de adequações a serem consideradas para o refinamento do método proposto. Além disso, foi realizada, pela pesquisadora, uma avaliação crítica da aplicação, com o objetivo de gerar novas entradas para o refinamento do método. A análise de conteúdo é apresentada no na seção 4.2.

Na **Etapa 8**, aconteceu o refinamento do método. As oportunidades de melhoria identificadas na etapa anterior foram aplicadas, de modo que a saída desta etapa gerasse o método refinado. A etapa é importante para aprimorar a solução proposta, e compreende melhorias que não foram contempladas durante o desenvolvimento do artefato. Para obtenção de resultados confiáveis para o objetivo de pesquisa estabelecido, o refinamento do artefato focou no alinhamento das etapas de avaliação. Esse procedimento garantiu o alinhamento do método refinado com o projeto do método proposto e, conseqüentemente, com os objetivos da pesquisa.

Na **Etapa 9**, redação de aprendizagens, conclusões e possíveis trabalhos futuros, foram elaboradas as considerações finais da pesquisa, com destaque às aprendizagens alcançadas com o estudo e às sugestões de possíveis trabalhos

futuros. Ao tecer as conclusões e aprendizagens, considerou-se a pesquisa de modo holístico, abrangendo, além do método proposto, as demais contribuições para o desenvolvimento sustentável. Os possíveis trabalhos futuros foram apontados com base nas limitações e oportunidades identificadas na realização deste estudo. No Capítulo 6, estão esses relatos.

A **Etapa 10** considera a entrega e defesa da dissertação. Diz respeito, também, à comunicação dos resultados. O objetivo desse passo é tornar públicos os avanços obtidos, de modo que o conhecimento gerado possa ser aproveitado e ampliado. Nesse sentido, a pesquisa que originou este estudo foi apresentada em um Congresso de Biomimética em Austin, nos Estados Unidos, em 2015.

A seguir, aborda-se a coleta de dados deste trabalho.

3.3 COLETA DE DADOS

Os procedimentos de coleta de dados devem ser demonstrados com o objetivo de esclarecer como a amostra foi selecionada e como os elementos foram extraídos. (LACERDA et. al., 2007). De acordo com Dresch et. al (2015), as técnicas de coleta e análise de dados devem ser formulada com o objetivo de auxiliar o pesquisador a conduzir as atividades preditas. A coleta e análise de dados devem ser planejadas e executadas com rigor, com o objetivo de que os resultados gerados sejam confiáveis. (DRESCH et al., 2015).

De acordo com Yin (2004), deve haver uma contínua interação entre as questões teóricas que estão sendo estudadas e os dados que estão sendo coletados. Além disso, Yin (2005) ainda afirma que as entrevistas são importantes fontes de informações. Martins (2008) complementa que a entrevista é uma maneira de compreender questões e situações ainda não levantadas pelo pesquisador.

Dentre as desvantagens na utilização de entrevistas para coleta de dados podem estar: a dificuldade tanto de comunicação quanto de interpretação, por parte de entrevistador e entrevistado; a retenção de dados relevantes; a alta demanda de tempo. Marconi e Lakatos (2008) elucidam que, para obter um resultado coerente e condizente com a realidade, o pesquisador não deve intervir nas respostas dos entrevistados e nem induzi-los a responder o que espera.

A fim de alcançar os objetivos da pesquisa, Manzini (2012) contextualiza a importância do planejamento das questões do roteiro de entrevistas. Sendo assim, foram elaborados dois roteiros, um direcionado às pessoas especializadas em pensamento biomimético, e outro às pessoas especializadas em pensamento sistêmico. Incluir especialistas em ambas as abordagens procura reduzir um possível viés nas conclusões e na avaliação do método proposto.

No momento em que as informações começam a se repetir entre os entrevistados, admite-se que a etapa chegou ao "ponto de saturação", ou seja, que, conforme os objetivos da pesquisa, não há novas informações relevantes. (TOMASZEWSKI, 2014). Segundo Alexandre e Coluci (2011), recomenda-se um mínimo de cinco e um máximo de dez pessoas participando do processo de entrevistas. Há, porém, autores que sugerem de seis a vinte pessoas; entende-se que deve haver um mínimo de três sujeitos em cada grupo de profissionais selecionados para participar.

Alexandre e Coluci (2011) definem que é importante levar em consideração as características do instrumento, a qualificação e a disponibilidade dos profissionais necessários. Em relação à seleção, leva-se em conta a experiência e a qualificação dos indivíduos do comitê. A fim de validar o método de combinação do Pensamento Sistêmico e do Pensamento Biomimético, gerando assim o Método Biomimético Sistêmico, foram realizadas entrevistas com o objetivo de que o método proposto fosse avaliado por profissionais qualificados e especialistas nas áreas envolvidas.

Esta atividade serviu como subsidio para refinar o método proposto. Nessa etapa, é importante o envolvimento das pessoas e a capacitação dos participantes quanto aos aspectos de interesse da pesquisa, à geração de dados, à natureza qualitativa e à discussão focada em um tópico que é determinado pelo propósito da pesquisa. (KRUEGER, 1994).

Para isso, com o objetivo de se obter respostas condizentes ao interesse do presente estudo, nos Quadros 6 e 7 são apresentados os entrevistados na pesquisa. Todos os especialistas nas áreas de biomimética e de pensamento sistêmico são referências em suas áreas de atuação. O Quadro 6 evidencia os especialistas Sistêmicos e o Quadro 7 lista os especialistas Biomiméticos.

Quadro 6 – Entrevistados Sistêmicos

	Área Sistêmica	Especialista em	Atuação	Autor(a)
1	Aurélio Andrade	Pensamento Sistêmico	Sócio-administrador do Instituto Sistêmico. Facilitador, consultor e professor em Pensamento Sistêmico, Cenários, Análise e Aprendizagem Organizacional, Modelagem e Simulação, Gestão Estratégica e Gestão da Produção. Mestre em Engenharia de Produção (UFRGS). Graduado em Administração de Empresas (PUCRS).	1. "O Curso do PS". (2014). 2. "PS, caderno de campo: o desafio da mudança sustentada nas organizações e na sociedade". (2006).
2	Ana Carolina Francisco	Pensamento Sistêmico	Analista de Gestão na CMPC Celulose Rio-grandense. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas (UNISINOS). Pesquisadora nos temas de Gestão de Mudanças, Pensamento Sistêmico e Sistemas de Informação. Especialista em Marketing Estratégico (ESPM). Graduada em Administração de Empresas (UNISINOS).	
3	André Diehl	Pensamento Sistêmico	Gerente da Base de Suprimentos da John Deere. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas (UNISINOS). Professor convidado de Pensamento Sistêmico em diversas universidades. MBA em Business Executive Management (UNISINOS). Graduado em Engenharia de Produção (UNISINOS).	
4	Felipe Menezes	Pensamento Sistêmico	Coordenador do Curso de Engenharia de Produção e Professor na Universidade Feevale. Professor de Pensamento Sistêmico na Graduação em Engenharia de Produção na Universidade Feevale. Cofundador da WTF! School. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas (UNISINOS). Graduado em Engenharia de Produção (UNISINOS).	
5	Maria Isabel Wolff Motta Morandi	Pensamento Sistêmico	Cofundadora da Escola do Pensamento Sistêmico. Coordenadora de Projetos no GMAP-UNISINOS. Professora de Pensamento Sistêmico na Graduação em Engenharia de Produção. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas (UNISINOS). MBA em Gestão e Logística (FGV). Especialista em Tratamento de Resíduos Industriais (PUCRS). Graduada em Engenharia Química (UFRGS).	

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 7 – Entrevistados Biomiméticos

	Área Biomimética	Especialista em	Atuação	Autor(a)
1	Alessandra Araújo	Pens. Biomimético	Sócia da GCP Arquitetura e Urbanismo. Mestre em Biomimética (Arizona State University, ASU). Mestre em Bioquímica Ambiental (University of Hawaii at Manoa). Environment and Urban Sustainability pela Schumacher College. Certificada Especialista em Biomimética pelo Biomimicry 3.8. Graduada em Biologia (UNISA).	
2	Dayna Baummeister	Pens. Biomimético	Cofundadora e Sócia do Biomimicry 3.8. Professora do curso de Biomimética e Codiretora do Biomimicry Center na Arizona State University (ASU). Conselheira no Biomimicry Institute. Keystone do Biomimicry Guild. Ph.D in Organismic Biology and Ecology (Doutora em Biologia Organística e Ecologia). Master in Resource Conservation (Mestre em Conservação de Recursos). Graduada em Ecologia Tropical, Química e Belas Artes (New College of Florida).	1. <i>"Biomimicry resource handbook: a seed bank of best practices"</i> . (2013).
3	Erin Leitch Rovalo	Pens. Biomimético	Diretora Principal no Biomimicry 3.8. Professora de Biomimética na Graduação em Biomimética da Arizona State University (ASU). Doutoranda em Design Biomimético na Loughborough University. Master of Science in Biomimicry (Mestre em Biomimética) (ASU). Graduada em Design Ambiental e Arquitetura (University of Colorado Boulder).	
4	Janine Benyus	Pens. Biomimético	Fundadora do Biomimicry 3.8. Cofundadora do Biomimicry Institute. Consultora de Inovação. Cofundadora do AskNature.org. Cofundadora do Biomimicry Guild. Professora de Biomimética na Arizona State University (ASU). Cunhou o termo "biomimicry" (biomimética) em 1997 quando lançou o livro "Biomimicry: Innovation Inspired by Nature" ("Biomimética: Inovação inspirada pela Natureza"). Graduada em Gerenciamento de Recursos Naturais e Literatura e Escrita em Língua Inglesa (Rutgers University).	1. "The Secret Language & Remarkable Behavior of Animals" (coautoria de Juan Carlos Barbery). (1998). 2. "Biomimicry: Innovation Inspired by Nature" . (1997). 3. <i>"Beastly Behaviors: A Zoo Lover's Companion"</i> (coautoria de Juan Carlos Barbery). (1993). 4. "Wildlife in the upper Great Lakes Region a Community Profile". (1992). 5. <i>"Northwoods Wildlife: A Watcher's Guide to Habitats"</i> . (1989). 6. "The Field Guide to Wildlife Habitats of the Eastern United States". (1989). 7. "Christmas Tree Pest Manual". (1983)
5	Monica Cohen	Pens. Biomimético	Fundadora do Biomimicry Argentina. Diretora do Remadein Argentina. Certificada Especialista em Biomimética pelo Biomimicry 3.8. Graduada em Arquitetura (Universidad de Belgrano).	1. <i>"Insperience: Nature's Design"</i> . (2015).

Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir, nos Quadros 8 e 9, estão os dois roteiros de entrevistas, um para os Biomiméticos e outro para os Sistêmicos. Além disso, no Apêndice C, há o roteiro biomimético traduzido para o inglês. Essa versão foi utilizada com alguns dos entrevistados visto que nem todos compreendem a língua portuguesa. Os roteiros foram construídos a fim de atingir os objetivos pretendidos por este trabalho.

Para iniciar a aplicação das perguntas aos entrevistados, foi realizada uma conversa a fim de esclarecer dúvidas e introduzir o assunto sobre o que é biomimética e o que é o pensamento sistêmico. Após, apresentou-se o Método de Pensamento Biomimético aos sistêmicos e o Método de Pensamento Sistêmico aos biomiméticos, para, somente então, dar continuidade ao protocolo, apresentando o Método Biomimético Sistêmico a todos os entrevistados. Os roteiros foram segmentados em categorias de questões, iniciando-se com a 'Sensibilização'. Essa categoria visava a permitir um contato do entrevistado com temas sobre os quais ele tinha pouco ou nenhum conhecimento.

Na sequência, foi definida a categoria 'Compreensão', com perguntas sobre as quais os entrevistados foram convidados a discutir para entender o assunto que estava sendo abordado, a saber, a integração dos dois métodos consolidados. Após, foram lançadas perguntas referentes à categoria Avaliação, quando os entrevistados realizaram uma análise do método proposto, fizeram um levantamento de limites e oportunidades e ainda contribuíram com sugestões de mudanças. A última categoria contemplou questões sobre 'Resolução'. Essas perguntas estimularam a validação do Método Biomimético-Sistêmico, de modo que os entrevistados puderam argumentar se usariam ou não o método proposto e por que.

Quadro 8 – Roteiro de Entrevistas para Biomiméticos

Categoria	Questões	Objetivos
Sensibilização	<p>1) Segundo Andrade et. al (2016), as características de ser sistêmico são:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Das partes para o todo; b) Dos objetos para os relacionamentos; c) Das hierarquias para as redes; d) Da causalidade linear para a circular; e) Da estrutura para o processo; f) Da metáfora mecânica para a metáfora do organismo vivo e outras não mecânicas; g) Do conhecimento objetivo para o conhecimento contextual e epistêmico; h) Da verdade para as descrições aproximadas; i) Da quantidade para a qualidade; j) Do controle para a cooperação, influência e ação não violenta. <p>2) Em que grau você concorda com essas características do Pensamento Biomimético?</p> <p>3) Você já conhecia o Método de Pensamento Sistêmico?</p> <p>4) Quais etapas contribuem para uma melhor solução biomimética?</p>	Relacionamento inicial com o tema com o qual se tem pouco ou nenhum conhecimento.
Compreensão	<p>5) Considerando as etapa(s) selecionada(s) na questão anterior, por que você acha que essa(s) contribuem ao Método de Pensamento Biomimético?</p> <p>6) O que você acha da união do método de Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistêmico? É possível? Não? Por quê?</p>	Disposição e discussão para entender o assunto abordado.
Avaliação	<p>7) A sequência lógica do método facilita a compreensão e condução do método? Sim? Não? Sugestões.</p> <p>8) Você teve alguma dificuldade de entendimento? Se sim, qual?</p> <p>9) Você mudaria alguma etapa do método? Se sim, qual?</p> <p>10) Qual(is) etapa(s) você considera mais crítica(s)?</p> <p>11) Você considera o método suficiente? Adicionaria alguma etapa?</p> <p>12) Adicionaria alguma etapa ao Método Biomimético-Sistêmico?</p> <p>13) Retiraria alguma etapa ao Método Biomimético-Sistêmico?</p>	Análise do método proposto; levantamento de limites e oportunidades; sugestões de mudanças.
Resolução	<p>14) Você utilizaria o método no desenvolvimento dos seus projetos? Sim? Não? Por que?</p>	Validação do método

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 9 – Roteiro de Entrevistas para Sistêmicos

Categoria	Questões	Objetivos
Sensibilização	1) A Natureza é sistêmica. Você concorda? Sim? Não? Por quê? 2) Qual é a sua visão de um mundo em que negócios se baseiam nas lições da natureza? 3) Você já conhecia o Método de Pensamento Biomimético?	Relacionamento inicial com o tema com o qual se tem pouco ou nenhum conhecimento.
Compreensão	4) Considerando o método apresentado, você o considera sistêmico? 5) Em sua opinião, quanto o método de Pensamento Biomimético adere/concorda com as características do que é ser sistêmico? 6) A Natureza opera de forma sistêmica. Você considera o método de Pensamento Biomimético um método sistêmico? Sim? Não? Por que? 7) O que você acha da união do método de Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistêmico? Concorda? Não? Por que?	Disposição e discussão para entender o assunto abordado.
Avaliação	8) A sequência lógica facilita a compreensão e condução do método? Sim? Não? Sugestões. 9) Você teve alguma dificuldade de entendimento? Se sim, qual? 10) Você mudaria alguma etapa do método? Se sim, qual? 11) Qual(is) etapa(s) você considera mais crítica(s)? 12) Você considera o método suficiente? Adicionaria alguma etapa? 13) Adicionaria alguma etapa ao Método Biomimético-Sistêmico? 14) Retiraria alguma etapa do Método Biomimético-Sistêmico?	Análise do método proposto; levantamento de limites e oportunidades; sugestões de mudanças.
Resolução	15) Você utilizaria o método no desenvolvimento dos seus projetos? Sim? Não? Por quê?	Validação do método.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os questionários foram constituídos por perguntas abertas, que se justificam por permitir uma análise mais profunda da opinião dos respondentes. Para perguntas relacionadas à descrição, técnicas, ferramentas e saídas de cada etapa do método proposto, utilizou-se uma escala, com respostas que variam de um a quatro, para capturar a opinião dos respondentes. O objetivo foi facilitar a análise de comentários e sugestões de adequação.

As entrevistas foram realizadas individualmente, por meio do *Skype* ou pessoalmente, de acordo com a disponibilidade e a localização geográfica do

entrevistado. Inicialmente, era apresentado o Método de Pensamento Biomimético para os que são Sistêmicos e o Método de Pensamento Sistêmico aos que são Biomiméticos. Após essa apresentação inicial, contextualizava-se o artefato proposto, que integra os Métodos do Pensamento Sistêmico e do Pensamento Biomimético, ou seja, o Método Biomimético Sistêmico. Ao longo dessa apresentação, os entrevistados interagiam e faziam sugestões de otimização do método.

Em seguida, aplicava-se o questionário, conforme disposto nos Quadros 7 e 8. Os questionários foram elaborados no *Google Form*, conforme Apêndices D, E e F, o que permitiu fácil interação e clareza das perguntas, além de contribuir para a compilação dos dados levantados. Quantos às perguntas para os especialistas, foram utilizadas escalas, ou seja, perguntas abertas e fechadas, conforme Apêndices D, E e F. A seguir, discute-se a análise de dados.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

Segundo Dresch et. al (2015), a análise dos dados é a etapa da pesquisa na qual se procura compreender e analisar criticamente as informações levantadas. A análise dos dados deste trabalho ocorreu a partir dos resultados compilados pelo *Google Form*, por meio de gráficos, e de análise individual das entrevistas, com apoio do *software* Atlas.ti. Tanto os dados quantitativos quanto as observações qualitativas foram utilizadas como ferramentas a fim de refinar o método proposto.

A informática auxilia na análise de conteúdo, oferecendo otimização do tempo e exatidão. Os *softwares* de Análise Qualitativa de Dados (*Qualitative Data Analysis*, QDA) são programas de computador desenvolvidos com o objetivo de auxiliar a análise. “Os softwares QDA são ferramentas desenvolvidas e utilizadas para suportar o processo de análise de dados qualitativos”. (KLIPPEL et al., 2004, p. 5).

Klippel et al. (2004) comparam alguns softwares QDA, a saber, o Atlas.ti, o *The Ethnograph*, o *QSR Nud*ist* e o *MAXqda Professional*. Segundo os autores, o “uso de *software* para a análise de dados qualitativos é relativamente recente, datando de meados da década de 80”. (KLIPPEL et al., 2004, p. 5). Neste trabalho,

devido à disponibilidade e eficácia do *software*, optou-se pelo uso do Atlas.ti para complementar a análise de conteúdo.

No que diz respeito ao software Atlas.ti foram utilizados códigos para auxiliar na análise das entrevistas, conforme apresentado nos Quadros 10 e 11, a seguir. O Quadro 10 traz os códigos correspondentes aos entrevistados sistêmicos e o Quadro 11 aponta os códigos condizentes aos entrevistados biomiméticos.

Quadro 10 – Códigos Atlas.ti para Sistêmicos

Códigos	Subcódigos
Conexão com a natureza	Conectado Desconectado
Percepção da natureza	Mundo melhor Natureza é Sistêmica Inteligente
Potencial Sistêmico do Método Biomimético	
Combinação dos métodos	Concordo Discordo
Análise do método	
Dinâmica	Design do Método Distribuição das etapas
Oportunidades, Limites Sugestão de mudanças	Etapa 1A Etapa 1B Etapa 2 Etapa 3 Etapa 4A Etapa 4B Etapa 5 Etapa 6A Etapa 6B Etapa 7 Etapa 8 Etapa 9A Etapa 9B Etapa 10A Etapa 10B Etapa 10C Etapa 10D
Validação do método	Utilizaria Não utilizaria

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 11 – Códigos Atlas.ti para Biomiméticos

Códigos	Subcódigos
Percepção do Método Biomimético	Possui etapas sistêmicas Não possui etapas sistêmicas
Potencialidades	Etapa 1 Etapa 2 Etapa 3 Etapa 4 Etapa 5 Etapa 6 Etapa 7 Etapa 8 Etapa 9 Etapa 10
Potencial Sistêmico do Método Biomimético	
Agrega valor	
Combinação dos métodos	Concordo Discordo
Análise do método	
Dinâmica	Design do Método Distribuição das etapas
Oportunidades Limites Sugestão de mudanças	Etapa 1A Etapa 1B Etapa 2 Etapa 3 Etapa 4A Etapa 4B Etapa 5 Etapa 6A Etapa 6B Etapa 7 Etapa 8 Etapa 9A Etapa 9B Etapa 10A Etapa 10B Etapa 10C Etapa 10D
Validação do método	Utilizaria Não utilizaria

Fonte: Elaborado pela autora

Verifica-se que desde a conscientização do problema deste trabalho o conteúdo foi explorado e analisado e que, por meio das observações feitas, pode-se compreender o material a fim de responder à questão de pesquisa. A conscientização do problema gerou a análise de conteúdo para a criação da questão de pesquisa. Definida a questão, novamente utilizou-se a análise com o objetivo de realizar a revisão sistemática da literatura.

Para propor o artefato e analisar o seu desempenho, empregou-se a análise de conteúdo. Após a avaliação dos especialistas, analisou-se o conteúdo das entrevistas a fim de retroalimentar o método e refiná-lo. As respostas ao questionário passaram por análise de conteúdo, seguindo procedimentos propostos por Bardin (2016), que foram divididos em duas fases distintas:

- a) Fase 1, pré-análise: contempla a definição do objetivo de análise, isto é, a identificação das adequações necessárias ao artefato proposto;
- b) Fase 2, análise e interpretação dos resultados: contempla a avaliação das ocorrências, com análise da síntese das respostas, objetivando identificar os pontos mais frágeis do método. Além disso, pressupõe a interpretação a partir da avaliação da síntese das respostas organizadas em um quadro, que aborda o conteúdo dos gráficos e das avaliações registradas pelos respondentes.

A partir da interpretação das respostas, foram identificadas sugestões de adequação a serem consideradas para o refinamento do método proposto. A seguir, será apresentada a proposta do método biomimético sistêmico.

4 PROPOSTA DO MÉTODO BIOMIMÉTICO SISTÊMICO

Este capítulo aborda como foi construído o artefato a partir da integração dos métodos do Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistemico. Inicialmente, foi desenvolvida uma análise dos métodos e foram verificadas as características necessárias para o artefato. A seguir, apresentam-se as premissas do projeto e os principais movimentos para sua construção.

Ao desenvolver um novo método, é preciso estabelecer requisitos de classificação a fim de manter uma concordância geral sobre o que o sistema deve fazer. Deve-se, pois, oferecer uma compreensão clara do método e delimitá-lo. Além disso, deve-se planejar o desenvolvimento do método e fornecer uma base para estimar se o caminho escolhido é o mais adequado. (BROWN, 2010).

Conforme Brown (2010), é preciso uma abordagem inovadora, poderosa, eficaz e amplamente acessível, que possa ser integrada a todos os aspectos dos negócios e da sociedade, a fim de que indivíduos e equipes possam utilizá-la para implementar novas ideias que façam a diferença. A seguir, apresenta-se o processo construtivo do método.

4.1 PROCESSO CONSTRUTIVO

O Quadro 12, a seguir, apresenta como é realizada a classificação das características do Pensamento Biomimético em relação às características do que é ser sistemico (vide Quadro 2). Esses graus de classificação analisam as macro etapas presentes no método de Pensamento Biomimético, possibilitando identificar se há complementação entre os métodos.

Quadro 12 – Graus de classificação Método Biomimético em relação ao Método Sistemico

Graus de Classificação
Totalmente (T)
Parcialmente (P)
Não atende (NT)
Não se aplica (N/A)

Fonte: Elaborado pela autora

Abaixo, as características do Pensamento Biomimético são classificadas conforme os graus identificados no Quadro 12. Além disso, explica-se o porquê de cada grau atribuído em relação a ser sistêmico, conforme Quadro 13.

Quadro 13 – Atributos sistêmicos das macroetapas do Método de Pensamento Biomimético

(Continua)

Passos do Método do Pensamento Biomimético		É Sistêmico?
Escopo	<ul style="list-style-type: none"> *Definir contexto; *Identificar o desafio real como função; *Estabelecer metas aspiracionais utilizando os Princípios da Vida 	<p>A primeira etapa pode ser classificada como sistêmica, considerando os números de 1 a 10, com exceção do item 9. Poderia haver, nessa etapa, a elaboração de um mapa sistêmico a fim de identificar toda a estrutura dinâmica envolvida no contexto a ser estudado. Isso colaboraria para identificar o verdadeiro desafio e ampliaria de modo consistente o entendimento do contexto permitindo articular a visão de um modo mais flexível e holístico. Elaborar questões norteadoras e definir atores também pode trazer benefícios se utilizado em conjunto com a questão biologizada que é a pergunta-chave a ser respondida ao longo do processo de desenvolvimento do método. A quebra de alguns modelos mentais também traz benefícios. Assim sendo, seria possível focar nos pontos principais a serem trabalhados ao buscar a solução do desafio.</p>
	Grau de Classificação	Parcialmente
Descobrir	<ul style="list-style-type: none"> *<i>Biologizar</i> a função identificada; *Descobrir os modelos naturais; *Escolher as principais estratégias biológicas e colocá-las em Princípios de <i>Design</i>. 	<p>A segunda etapa também pode ser classificada como sistêmica, já que atinge com excelência principalmente a etapa 6, do organismo vivo, ao permitir o olhar atento ao funcionamento da natureza. Outro ponto importante é o 8, sobre o qual não se busca, nesse momento, verdades absolutas, mas, sim, a descrição aproximada útil dentro de um contexto, a fim de encontrar diferentes possibilidades ao observar um organismo e ao considerar o sistema em que ele está inserido. Essa perspectiva se aproxima do item 3, que pressupõe que tudo está interconectado, e do item 2, que remete aos relacionamentos ou sistemas. Novamente, aqui, seria interessante elaborar um mapeamento dos organismos de modo a classificá-los ou conectá-los de acordo com o que inspiram e fazem. No entanto, não seria considerado como algo que delimita a etapa, ficando apenas como sugestão auxiliar na elaboração do método; há a Taxonomia Biomimética para auxiliar na classificação.</p>
	Grau de Classificação	Totalmente

(Conclusão)

Passos do Método do Pensamento Biomimético		É Sistêmico?
Criar	* <i>Brainstorming</i> bioinspirado de ideias; *Emular os Princípios de <i>Design</i> concebidos a partir das estratégias biológicas.	A terceira etapa abrange também todas as características do que é sistêmico. O <i>brainstorm</i> permite uma visão holística e não linear tanto das estratégias biológicas quanto das possibilidades de criação a partir dessas ideias. Nesta etapa, a circularidade que leva ao todo formando um sistema sustentável aponta a importância de criar soluções inovadoras.
	Grau de Classificação	Totalmente
Avaliar	*Medir e avaliar utilizando os Princípios da Vida.	A quarta etapa tem como objetivo encontrar uma solução de sucesso. A metodologia do Pensamento Biomimético visa uma definição holística de sucesso, por isso apresenta uma abordagem sistêmica nessa etapa. Nessa etapa, seria de grande valia apresentar cenários e forças motrizes, a fim de entender diferentes perspectivas ao se analisar limites e oportunidades. Assim, trabalhar com pontos de alavancagem e limitadores permitiria uma análise mais completa da solução encontrada.
	Grau de Classificação	Parcialmente

Fonte: Elaborado pela autora

Com a tabela classificativa, é possível observar que há contribuições que podem ser consideradas sistêmicas no Método do Pensamento Biomimético. Analisa-se, também, que existe oportunidade de complementar essa etapa de modo que a solução encontrada tenha mais força de aplicação. Nesse sentido, foram elaborados pontos norteadores para auxiliar na proposição da integração dos métodos sistêmico e biomimético, conforme apresentado a seguir:

- a) verificar as etapas do Método de Pensamento Sistêmico que podem contribuir ou não para o novo Método Biomimético Sistêmico;
- b) compreender se as etapas do Método de Pensamento Biomimético seriam todas necessárias no novo Método Biomimético Sistêmico;
- c) analisar comparativamente os resultados (saídas) do Método de Pensamento Biomimético e do Método de Pensamento Sistêmico.

Para responder ao ponto “a”, referente às etapas do Método do Pensamento Sistêmico e às suas contribuições para o Método de Pensamento Biomimético, foi elaborado o Quadro 14, que especifica todas as etapas. O Quadro apresenta a etapa, a descrição da etapa sistêmica e a contribuição para o Método de Pensamento Biomimético.

Quadro 14 – Contribuições sistêmicas para o Método de Pensamento Biomimético

(Continua)

MÉTODO SISTÊMICO		CONTRIBUIÇÃO PARA O MÉTODO BIOMIMÉTICO
ETAPAS	DESCRIÇÃO	
1	Definir uma situação de interesse	Trata-se de um desafio estratégico, um problema complexo ou uma situação que exija um estudo aprofundado.
2	Apresentar a história por meio de eventos	Elaborar questões norteadoras e compreender toda a situação do desafio a ser estudado complementa a etapa definir contexto que, muitas vezes, é limitada em termos de análise mais ampla do todo.
3	Identificar as variáveis-chave	Ainda que importante, a etapa não foi considerada como relevante para o método biomimético, visto que exige tempo e levantamento histórico específico, o que pode desestimular o uso do método proposto. Ademais, não impacta diretamente na busca por inspiração da natureza.
4	Traçar os padrões de comportamento	As variáveis-chave são essenciais para a elaboração do mapa sistêmico, configurando-se como importantes contribuições para o método proposto. Aqui serão considerados, também, como variáveis-chave, os Princípios da Vida selecionados na etapa de definir contexto, além de variáveis relacionadas às questões norteadoras e à situação de interesse e contexto.
5	Desenhar o Mapa Sistêmico	Ainda que importante, a etapa não foi considerada como relevante para o método biomimético, visto que exige tempo e levantamento histórico específico, o que pode desestimular o uso do método proposto. Ademais, não impacta diretamente na busca por inspiração da natureza.
		Diz respeito à identificação das relações causais que há entre os fatores. É o local em que são mapeadas as variáveis e as relações de causa e efeito que há entre elas; é construído a partir da linguagem sistêmica.
		A elaboração do mapa sistêmico possibilita identificar toda a estrutura dinâmica envolvida na situação e no contexto a serem estudados. O mapa contribui para perceber o verdadeiro desafio e ampliar de modo consistente o entendimento do contexto e da situação, permitindo articular a visão do desafio/ oportunidade de um modo holístico. Além disso, permite que se compreenda se a função definida, de fato, é a função que deve ser estudada, ou se é necessário estipular outra(s). Ademais, o mapa permite entender as relações de causa e efeito entre todas as variáveis do problema e identificar as relações causais que existem entre os fatores, possibilitando conhecer os impactos e a causa-raiz do desafio a ser solucionado.

(Conclusão)

MÉTODO SISTÊMICO		CONTRIBUIÇÃO PARA O MÉTODO BIOMIMÉTICO
ETAPAS	DESCRIÇÃO	
6	Identificar os modelos mentais	<p>É a ação de levantar crenças ou pressupostos que atores-chave mantêm em suas mentes e que influenciam suas decisões, gerando as estruturas do mundo real.</p> <p>A etapa permite a quebra de modelos mentais limitantes que possam impedir a equipe de buscar na natureza a inspiração para o desafio. Além disso, pressupõe transpor paradigmas ou pré-conceitos a fim de que toda a equipe esteja alinhada quanto à importância de transpor o que sempre foi feito e, de fato, investir em uma inovação/solução disruptiva.</p>
7	Visualizar cenários	<p>O método sistêmico é adequado para reconhecer uma situação, seja seu contexto histórico, seja seu estado presente. Quando se trata de visualizar futuros alternativos, a metodologia de Cenários é mais adequada.</p> <p>Visualizar cenários e forças motrizes a fim de entender diferentes perspectivas ao se analisar limites e oportunidades permite trabalhar com pontos de alavancagem e fazer uma análise mais completa da solução encontrada. Assim, posicionar a solução em, pelo menos, quatro diferentes cenários, possibilita estudar oportunidades, forças, fraquezas e fatores limitantes.</p>
8	Modelar em computador	<p>Processo de construir modelos em softwares de Dinâmica de Sistemas, visando ao desenvolvimento de micromundos gerenciais a fim de testar estratégias e obter aprendizagem de forma mais rápida.</p> <p>A modelagem em computador permite uma simulação de um ou mais cenários a fim de identificar qual é o ideal e/ ou entender quais são as ações e estratégias mais importantes para operacionalizar a solução.</p>
9	Presenciar o todo, criar visão de futuro e liderar para a auto-organização	<p>Trata-se de reconhecer a natureza do todo e de como as partes e o todo estão inter-relacionados.</p> <p>Nessa etapa opta-se por criar visão de futuro tendo como premissa o entendimento do todo já levantado. Aqui surge a oportunidade de elaborar um plano estratégico de implantação da solução levantando pontos-chave de como ela vai se comportar na realidade. Essa etapa e a próxima, que contemplam ação e prática, não são apresentadas de forma clara no Método de Pensamento Biomimético.</p>
10	Definir pontos de germinação, planejar ações e reprojeter o sistema	<p>Movimento de desenvolver ações para semear a mudança eficaz e sustentada em direção à visão.</p> <p>Planejar como colocar em prática tudo o que foi construído e como reprojeter o sistema caso necessário ou habilitar o seu funcionamento.</p>

Fonte: Elaborado pela autora

Quanto ao ponto “b”, referente à importância de as etapas biomiméticas serem integralmente contempladas pelo novo método, entende-se que todas são relevantes para encontrar soluções inspiradas na natureza. O não uso da

metodologia completa pode gerar falhas no emprego da natureza como modelo, medida e mentora.

As etapas do Método do Pensamento Biomimético são interdependentes e apresentam-se todas como importantes para que se tenha solução sustentável com inspiração nos organismos naturais. As etapas do Método do Pensamento Biomimético, conforme apresentadas na Figura 7, são as seguintes: definir situação de interesse, identificar a função (a fim de *biologizar* a questão para que se possa fazer a pergunta correta para a natureza, utilizando a Taxonomia da Biomimética), descobrir os modelos naturais (viável apenas se bem definida a função), traduzir as estratégias biológicas (somente possível se encontrados modelos naturais afins ao desafio), criar o *brainstorm* de ideias bioinspiradas (apenas possível com estratégias biológicas), emular os princípios de design (ação diretamente conectada à etapa das ideias bioinspiradas) e medir o sucesso da solução usando os Princípios da Vida com a finalidade de avaliar a solução encontrada e definir limites e oportunidades.

A fim de responder ao ponto “c”, o Quadro 15 mostra as saídas dos Métodos de Pensamento Biomimético, Pensamento Sistêmico e Biomimético Sistêmico, evidenciando as vantagens da integração dos dois métodos, conforme apresentado no Quadro 14.

Quadro 15 – Contribuições sistêmicas para o Método de Pensamento Biomimético

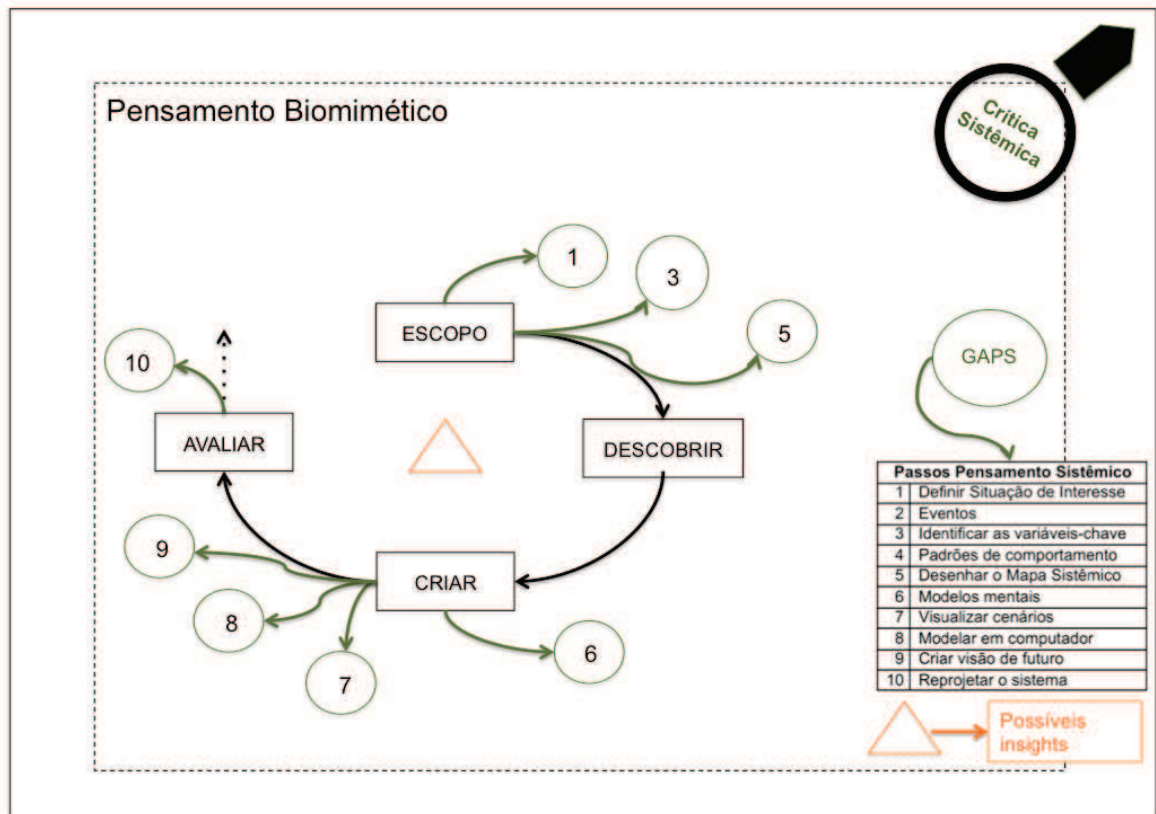
MÉTODO	ENTRADA	SAÍDA
Pensamento Sistêmico	Problema, desafio, oportunidade.	Entendimento geral da situação, atores-chave, visão sistêmica dos impactos no tempo e no espaço e correlações entre os fatores, visão de futuro do que poderia ser feito diante da análise sistêmica.
Pensamento Biomimético	Problema, desafio, oportunidade.	Solução sustentável com inspiração em um ou mais organismo(s) natural(is). Limites e oportunidades da solução encontrada com base nos Princípios da Vida.
Biomimético Sistêmico	Problema, desafio, oportunidade.	Entendimento geral da situação, quebra de modelos mentais, visão sistêmica dos impactos no tempo e no espaço a fim de encontrar a solução sustentável com inspiração em um ou mais organismo(s) natural(is). Limites e oportunidades da solução encontrada com base nos Princípios da Vida. Visão de futuro a fim de viabilizar a aplicabilidade da solução encontrada.

Fonte: Elaborado pela autora

Com o intuito de visualizar a construção do artefato e de facilitar a compreensão, foi desenhado um mapa. O mapa reflete os *gaps* e as oportunidades da combinação de um método com o outro, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Mapa de construção do artefato

Pensamento Biomimético - Sistêmico



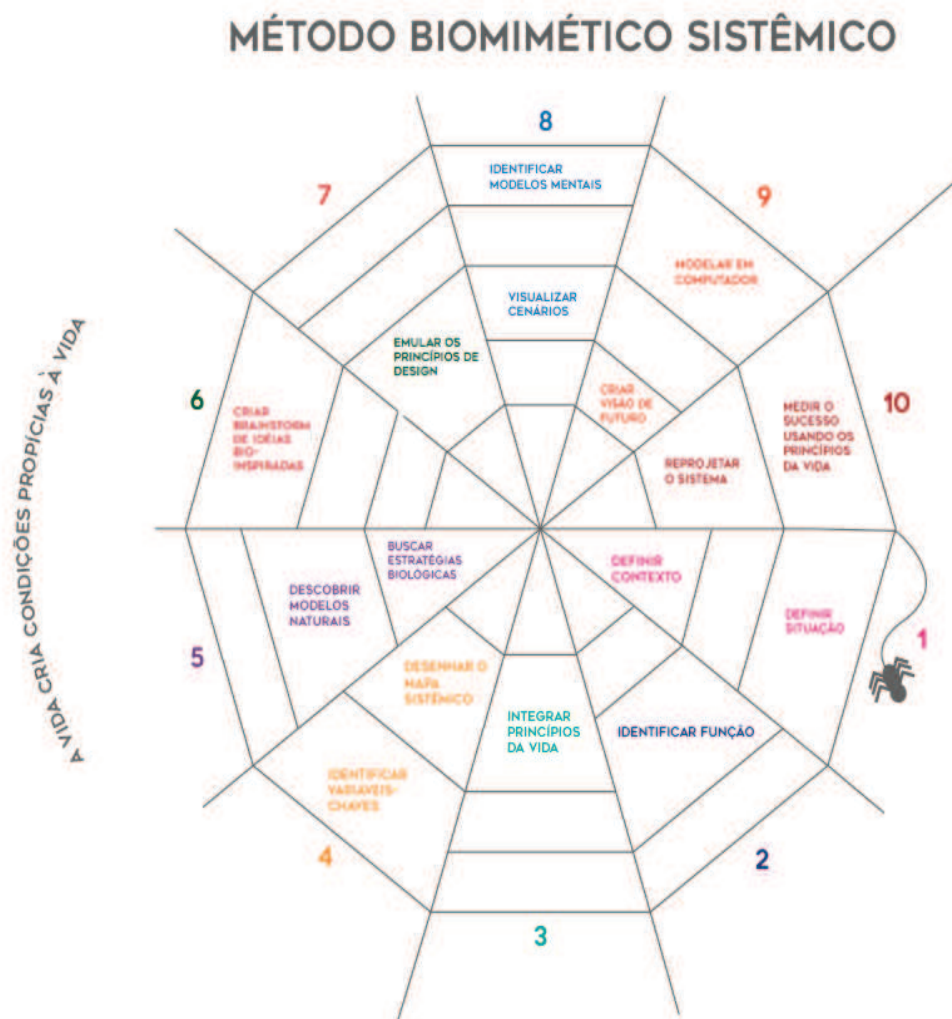
Fonte: Elaborado pela autora

Após as análises referentes aos *gaps* e às oportunidades a serem trabalhados no artefato, construiu-se uma ideia possível do método a ser proposto integrando o Pensamento Sistêmico e o Pensamento Biomimético. Essa versão preliminar é apresentada a seguir, na próxima seção.

4.2 VERSÃO PRELIMINAR DO MÉTODO BIOMIMÉTICO SISTÊMICO

A Figura 10, a seguir, apresenta uma versão preliminar do desenho do método que integra o Pensamento Sistêmico e o Pensamento Biomimético.

Figura 10 – Método Biomimético Sistêmico



Fonte: Elaborado pela autora

Na subseção a seguir, apresenta-se o detalhamento das etapas que envolvem a construção do método.

4.2.1 Detalhamento das etapas

Nesta seção, trata-se o método resultante da integração entre os Métodos de Pensamento Biomimético e de Pensamento Sistêmico, conforme Figura 10. O método é explicitado em seu estado funcional, com detalhamento de cada etapa.

4.2.1.1 Etapa 1: Definir situação de interesse e definir contexto

A Etapa 1 é dividida em duas partes. A primeira delas, **definir situação de interesse (1A)**, tem por objetivo encontrar um desafio estratégico, um problema complexo ou uma situação que exija um estudo aprofundado. Essa etapa procura definir, de modo claro e evidente, uma situação de interesse, identificando algo relevante para a organização, que pode se configurar como um desafio ou uma oportunidade. A situação de interesse é demarcada em uma frase ou título. Após a determinação da situação de interesse, devem ser definidas as questões norteadoras, isto é, as perguntas a serem respondidas para determinar o nível de atendimento aos objetivos. Sendo assim, perguntas como “Quais são os problemas que esse desafio (ou situação de interesse) gera hoje?” e “Quais os benefícios que seriam atingidos se esse problema fosse resolvido?” podem auxiliar a definir a situação mais relevante. Essas questões e as respectivas respostas servem como parametrizadores do trabalho na medida em que medem o quanto se está próximo ou distante do foco, servindo como balizadores de priorização de variáveis dentro do método. É importante salientar, em conformidade com Deus (2011), que deve haver certo nível de confiança entre os atores e, preferencialmente, que estes tenham habilidade de argumentação e inquirição. Após essa etapa, pode-se, então, entender o contexto e defini-lo.

A segunda parte da Etapa 1, **definir contexto (1B)**, auxilia a mudar a maneira de ver o desafio a ser resolvido. É um exercício que envolve a identificação preliminar do problema. Aqui pode-se traçar paralelos entre contextos tecnológicos e biológicos. A questão pertinente não é apenas “Como esse projeto vai funcionar?” mas “Como esse projeto deve funcionar aqui?”. No contexto, são levados em consideração os fatores bióticos e abióticos, que devem ser descritos no escopo do projeto. As considerações típicas de contexto geralmente incluem parâmetros econômicos e culturais do sistema em que o projeto está inserido. Deve-se dedicar

um tempo para questões como: “Descreva o ecossistema no qual o projeto está inserido”, “Quais são os recursos/nutrientes que o projeto usará?”, “Em quais ciclos o projeto será submetido?”, “Que ciclos o projeto criará?”, “Qual será o sol do projeto? Solo? Água? Árvores?, Quais serão os predadores? Produtores? Consumidores?”, “No ecossistema global da indústria, qual o nicho do projeto?, Como o projeto vai interagir com os outros membros desse ecossistema?”, “Quais são os fatores inesperados ou atípicos que podem limitar o projeto?, Quais são as oportunidades no ecossistemas?” Essas e outras perguntas podem ser criadas pela equipe/ pessoa que está aplicando o método. Após entender o desafio, deve-se identificar qual a função desse desafio, a fim de ressignificá-lo.

4.2.1.2 Etapa 2: Identificar função

A etapa permite detectar o verdadeiro desafio. Promove reflexão sobre condições, circunstâncias, cenários, limitações, leis, orçamento e sistemas em que a solução deve encontrar a sua função. A função estabelece o que o projeto tem que fazer e não o que o projeto deve ser. Um prédio é um projeto que fornece abrigo (entre outras funções). Deve-se, pois, questionar se o que se quer é uma lâmpada (substantivo) ou uma solução que ilumina (verbo). Todas as funções podem ser desenvolvidas a partir de verbos, por exemplo: fornecer abrigo, criar cor, amortecer impacto, comunicar livremente, evitar colisão, lubrificar, conservar água, etc. Uma mudança importante é transformar a mente ao imaginar uma solução que normalmente se apresenta como um substantivo, enxergando-a na perspectiva de um verbo.

Outro passo importante é perguntar o que o projeto deve fazer, questionando, várias vezes, o porquê das coisas: Por que criar uma lâmpada? Para criar luz. Por que criar luz? Para iluminar. Por que um filtro de água? Para filtrar a água. Por que filtrar a água? Para remover partículas. Porque construir uma sede? Para reunir toda a equipe. Por que reunir toda a equipe? Para melhorar a comunicação. Por que melhorar a comunicação? Para criar ciclos produtivos de feedback. Com essas repetidas perguntas, a solução potencial do desafio é redefinida. A Taxonomia Biomimética, no Quadro 16, é outra ferramenta que pode auxiliar nesse processo. O diagrama apresenta um vasto olhar sobre as funções da vida, e todo desafio

humano a ser resolvido usando biomimética deve encontrar uma função correspondente no diagrama. O próximo passo é articular uma visão de sustentabilidade ao projeto por meio da integração dos Princípios da Vida.

Quadro 16 – Taxonomia Biomimética

(Continua)

TAXONOMIA BIOMIMÉTICA		
GRUPO	SUBGRUPO	FUNÇÃO
Mover ou Ficar Parado	Atar	Permanentemente Temporariamente
	Mover	Em sólidos/ Com sólidos Em líquidos/ Com líquidos Em gases
Manter Integridade Física	Proteger de fatores bióticos	Animais Plantas Fungos Micróbios
	Proteger de fatores abióticos	Excesso de líquidos Vento Perda de líquidos Gases Perda de gases Sujeira/ Sólidos Luz Químicos Fogo Gelo Temperatura Radiação Nuclear
	Gerenciar forças estruturais	Tosa Choque térmico Impacto Tensão Turbulência Desgaste mecânico Desgaste químico Deformação Compressão
	Regular processos fisiológicos	Processos celulares Homeostase Reprodução ou crescimento
	Prevenir falhas estruturais	Curvamento Deformação Fadiga (ruptura) Derretimento

(Continuação)

TAXONOMIA BIOMIMÉTICA		
GRUPO	SUBGRUPO	FUNÇÃO
Manter Comunidade	Coordenar	Grupos (auto-organização) Atividades Sistemas
	Cooperar e Competir	Com a mesma espécie Entre diferentes espécies Com um (eco)sistema Entre (eco) sistemas
	Fornecer serviços ao ecossistema	Regular os distúrbios de resposta do habitat Regular fluxos hidrológicos Gerar fertilidade ao solo / renovar solo Desintoxicação/ Purificação do ar/água/resíduos Controlar erosão e sedimentação Regular armazenamento de água Ciclo de nutrientes Regular composição atmosférica Regular clima Espalhar sementes Manter a biodiversidade Controle biológico de populações, pestes, doenças
Modificar	Modificar estados químico/ elétrico	Tamanho/Massa/Volume Pressão Densidade Fase Flutuabilidade Luz/ Cor Características do material Número Velocidade Posição

TAXONOMIA BIOMIMÉTICA		
GRUPO	SUBGRUPO	FUNÇÃO
Modificar	Modificar estados químico/ elétrico	Estado elétrico Reatividade dos radicais livres Concentração Potencial Químico Reatividade com a água Estado de oxidação Carga elétrica Condutividade Tensão de superfície pH Solubilidade Transporte de elétrons Fluxo de elétrons gerado quimicamente
	Adaptar/ Otimizar	Adaptar genótipo Adaptar fenótipo Coevoluir Adaptar comportamentos Otimizar espaço/ materiais
Fazer	Reproduzir	Autorreplicar
	Montar fisicamente	Estrutura
	Gerar/ Converter energia	Energia elétrica Energia magnética Energia química Energia mecânica Energia térmica Energia radiante (luz)
	Montar quimicamente	Polímeros Compostos a base de metal Isomeria espacial específica Cristais minerais Sob demanda Compostos inorgânicos Compostos orgânicos Anexar-se a um grupo funcional Desatar-se de um grupo funcional Catalizar reações químicas Dispositivos moleculares

(Continuação)

TAXONOMIA BIOMIMÉTICA		
GRUPO	SUBGRUPO	FUNÇÃO
Processar Informação	Navegar	Através do ar Através da água Sobre a terra Através dos sólidos
	Enviar sinais	Luz (espectro visível) Luz (Espectro não visível) Som Tátil Químico (odor, gosto, etc..) Vibratório Elétrico/ magnético
	Processar sinais	Diferenciar sinal de barulho Transdução/ Conversão de sinais Responder a sinais
	Sentir sinais/ Estímulos ambientais	Luz (espectro visível) Luz (Espectro não visível) Eletricidade/ magnetismo Infecção Forças mecânica e de toque Químicos (odor, gosto, etc.) Condições atmosféricas Som e outras vibrações Temperatura Movimento Dor Consciência corporal Equilíbrio/ gravidade/ orientação Forma e padrão Tempo e comprimento do dia
	Computar/ Aprender/ Codificar/ Decodificar	

(Conclusão)

TAXONOMIA BIOMIMÉTICA		
GRUPO	SUBGRUPO	FUNÇÃO
Desmembrar	Desmembrar quimicamente	Retirar metais pesados de compostos orgânicos Retirar halógenos de compostos orgânicos Outros compostos inorgânicos Polímeros Outros compostos orgânicos Catalizar reações químicas
	Desmembrar fisicamente	Materiais abióticos Materiais bióticos
Obter, armazenar ou distribuir recursos	Capturar, absorver ou filtrar	Organismos Partículas sólidas Granéis sólidos Gases Líquidos Energia Entidades químicas
	Armazenar	Granéis sólidos Gases Entidades químicas Partículas sólidas Energia Líquidos
	Distribuir	Sólidos Líquidos Gases Energia
	Expelir	Sólidos Líquidos Gases

Fonte: Adaptado pela autora a partir de Baumeister (2013, p. 113).

4.2.1.3 Etapa 3: Integrar Princípios da Vida

Esta etapa permite encontrar o espaço para uma possível solução, aprofundando o entendimento do contexto e articulando uma visão voltada à sustentação da vida.

Depois de definir a situação e o contexto, de identificar a função e de integrar os Princípios da Vida a fim de visualizar aonde se quer chegar em termos sustentáveis, definem-se as variáveis-chave para, em breve, desenhar o mapa sistêmico que permitirá entender as relações causais entre os fatores.

4.2.1.4 Etapa 4: Identificar Variáveis-chave e Desenhar o Mapa Sistêmico

A Etapa 4 é dividida em duas partes. A primeira delas, **identificar variáveis-chave (4A)**, tem por objetivo relacionar as variáveis-chave à situação de interesse, ao contexto definido, à função identificada e aos Princípios da Vida. Isso significa que tudo o que contribui para um resultado ligado ao desafio, ao problema ou à oportunidade de interesse e que esteja sujeito a variações, deve ser assinalado. Essas variáveis são a estrutura do mapa sistêmico. Após determinar as variáveis, elabora-se o mapa sistêmico.

A segunda parte da Etapa 4 é, pois **desenhar o mapa sistêmico (4B)**. O objetivo do mapa sistêmico é identificar as relações causais que existem entre os fatores. Para montar o mapa sistêmico, são utilizadas as variáveis-chave e mapeadas as relações de causa e efeito entre elas, conectando-as com setas para mostrar as relações que devem ser construídas a partir da linguagem sistêmica. Cria-se, então, uma espécie de “mapa”, modelo ou representação do terreno ligado ao tema de interesse.

O mapa representa a realidade e permite encontrar as causas estruturais dos padrões de comportamento, assim como localizar pontos de alavancagem para desenvolver ações eficazes e sustentáveis. (SERRANO, 2013). Ainda assim, o ponto de alavancagem não necessariamente precisa estar restrito à alguma variável da estrutura sistêmica. (ANDRADE et al, 2006).

A partir do mapa sistêmico, é possível compreender a situação e o contexto do desafio a ser solucionado e todas as suas relações causais. Com isso, torna-se praticável o próximo passo, que é explorar modelos naturais com funções correspondentes às buscadas nas soluções do desafio, inclusive combinando estratégias de diferentes organismos.

4.2.1.5 Etapa 5: Descobrir Modelos Naturais e Buscar Estratégias Biológicas

A primeira parte da Etapa 5 é **descobrir modelos naturais (5A)**. Nessa perspectiva, a etapa diz respeito a biologizar a função identificada, explorar e descobrir a abundância de organismos naturais que correspondam ao desafio. Biologizar é utilizar uma necessidade ou função e rephraseá-la para que a resposta possa ser encontrada no contexto biológico. Por exemplo: a questão “Como eu tinjo o tecido de vermelho?” se transforma em “Como a natureza cria cor?”. Basicamente, a pergunta a ser feita é: “Como a natureza “x”? (em que “x” representa a função). E após, questionar: “Como a natureza “x” dado “y” e “z” (em que “y” e “z” são as restrições do contexto). A Taxonomia Biomimética pode ser útil, nessa etapa, também, para identificar a terminologia (tanto do verbo quanto do contexto) que vai fazer sentido quando colocada em uma pergunta do tipo “Como a natureza...?”.

Com o projeto contextualizado e o desafio biologizado, pergunta-se à natureza a questão. Esse passo requer exploração e pesquisa de soluções naturais. Para descobrir modelos naturais, é preciso uma busca na natureza, seja fisicamente ou metaforicamente, por exemplo, combinando pesquisa literária, pesquisa em *websites*, pesquisa ao ar livre e pesquisa a biólogos. Nessa etapa, deve-se fazer um levantamento do maior número possível de organismos naturais que possam inspirar soluções. Após o levantamento, são selecionados alguns dos mais importantes em estratégias que contribuam com a solução do desafio. O número pode variar conforme a complexidade do desafio. Por exemplo, se foram encontrados 120 organismos naturais que podem ser importantes para o desafio, podem ser selecionados de 5 a 15 desses organismos para estudar mais profundamente suas estratégias.

Buscar estratégias biológicas (5B) configura-se, pois como a segunda parte da Etapa 5. O objetivo é encontrar ideias pré-testadas e aprovadas pela natureza. Trata-se de buscar as estratégias e os mecanismos dos organismos naturais selecionados, ou seja, de definir as principais técnicas e estratégias dos seus processos e sistemas, e até formas e padrões, quando relevantes ao desafio. Após, deve-se selecionar as principais estratégias, traduzindo-as em termos de design.

A primeira fase da abstração é, muitas vezes, bastante técnica. O mecanismo biológico do que está acontecendo deve ser entendido com o máximo de detalhes

possível. O mecanismo é o olhar mais detalhado sobre o fenômeno natural; diz respeito ao funcionamento da estratégia. Estratégia é como a função é alcançada. A função é o que a natureza está fazendo, como por exemplo, a enguia elétrica caçando a presa (sua função). A estratégia, nesse sentido, é liberar uma carga elétrica na água para atordoar a caça. Já o mecanismo é utilizar bombas de íons para criar uma separação de carga por meio da membrana celular.

Um mecanismo natural, às vezes, pode ser copiado diretamente, mas geralmente as restrições do contexto natural não serão exatamente iguais às do projeto, de modo que a imitação direta raramente representa a melhor emulação. É importante ressaltar que os princípios de design não contêm termos biológicos, mas terminologias que podem ser relevantes e assimiladas por um engenheiro ou designer, por exemplo, que precisam emular a estratégia. Algumas vezes, a biologia inclui valores quantitativos; quando forem críticos à estratégia, e somente nesse caso, devem ser incluídos também nos princípios de design. Após determinadas as estratégias de cada um dos organismos selecionados, criam-se ideias bioinspiradas.

4.2.1.6 Etapa 6: Criar *Brainstorm* de Ideias Bioinspiradas

Nessa etapa deve-se abstrair os princípios de design assim como os princípios da vida. Logo, deve-se permitir a inspiração de ideias lindas e elegantes. O *brainstorm* permite expandir o pensamento para além do espaço da solução. Portanto, focar na quantidade, desapegar do criticismo, ser receptivo a ideias diferentes, incomuns e combinar ideias, faz parte do processo. Após o *brainstorm*, surgem ideias de soluções inspiradas pelas estratégias biológicas e pelos seus princípios de design.

Uma técnica de brainstorming sistemática é tomar cada estratégia biológica abstraída e aplicá-la a diferentes categorias no desafio. Como exemplo, para a construção de um edifício, pode haver categoria revestimento, aquecimento e resfriamento, sistema de gerenciamento de resíduos, etc. É possível adicionar outras variáveis: traduções literais *versus* metafóricas da biologia, diferentes escalas de aplicação, Princípios da Vida, e o que quer que faça sentido para o projeto. O ideal é explorar novos territórios como resultado.

Na sequência desse processo, são emulados os princípios de design concebidos a partir das estratégias biológicas, conforme explicado na etapa a seguir.

4.2.1.7 Etapa 7: Emular os Princípios de Design

Nessa etapa, os princípios de design concebidos a partir das estratégias biológicas devem ser emulados. Sendo assim, é possível trabalhar com os princípios de design da mesma forma com que se trabalharia com outra fonte de inspiração. Nessa etapa, cria-se uma gama de soluções sustentáveis e inovadoras para o desafio.

Quando se projetam soluções que criam condições propícias à vida, quanto mais fiel se é à biologia e ao contexto, mais facilmente se alcançarão os resultados esperados. Por exemplo, se é parte da necessidade do projeto o gerenciamento de água, deve-se perguntar: “Como a natureza gerencia água?” A partir disso, pode-se pensar nas bromélias como fonte de inspiração para responder à pergunta. Abstraindo as estratégias biológicas das bromélias, alguns princípios de design podem ser obtidos, como: manter líquidos numa forma de copo formada por colocação radial de material impermeável; acessar recursos por meio de projetos que incentivem os recursos a se concentrar (em vez de se recolher); verificar velocidade de degradação por imersão de materiais na água; e reduzir inundação por capturar e segurar a água acima da superfície.

Essas traduções estão em diferentes níveis e podem, portanto, levar a múltiplas expressões das bromélias no projeto. Uma aplicação literal de um princípio de design das bromélias pode resultar na retenção de precipitação em tanques para uso em edifício. Uma aplicação física poderia usar uma forma radial para mover a água dentro do edifício. Uma aplicação de processo poderia ser facilitar a evaporação do excesso de água. Uma aplicação de sistema pode se dar a partir de tanques temporários de retenção de água para evitar sobrecarga no sistema de águas pluviais da cidade.

Dependendo do nível de profundidade com que se quer tratar essas ideias, pode-se voltar à biologia para entender melhor a capacidade de retenção da área-superfície-volume-água ou medir as características específicas da forma radial. Se o foco são os processos de evaporação, pode-se entender como a forma ou a química

da bromélia ajuda a facilitar isso. Idealmente, deve-se ir além das formas e incorporar também as lições mais profundas que a biologia das bromélias compreende, como a capacidade de quebrar-se em materiais e componentes benignos no final da vida. Naturalmente, também deve-se estender os princípios que são emulados para incluir os Princípios da Vida; estes, por si só, podem fornecer uma ampla inspiração para toda a gama de soluções inovadoras e sustentáveis.

A partir desse ponto, provavelmente, algumas pessoas questionarão o projeto ou defenderão que a empresa não se adequa ao projeto. Portanto, é importante analisar os modelos mentais e as crenças que podem influenciar as decisões.

4.2.1.8 Etapa 8: Identificar Modelos Mentais e Visualizar Cenários Futuros

Essa etapa é igualmente dividida em dois momentos. O primeiro, **identificar modelos mentais (8A)**, é importante para levantar crenças ou pressupostos que influenciem as decisões, gerando as estruturas do mundo real. O objetivo é identificar os modelos mentais dos atores envolvidos no processo. Para isso, primeiramente, devem ser identificados os atores-chave ligados ao tema central, que podem ser colocados em uma lista. Após, são levantadas as crenças ou pressupostos que cada um dos atores mantém e que influenciam os seus comportamentos, gerando as estruturas do mundo real, da mesma forma que as estratégias da empresa e seus cenários futuros. Em resumo, nesse passo são identificados os principais atores e, a seguir, os modelos mentais que mais afetam a situação ou realidade em questão.

Nessa etapa, considera-se também a visão que cada ator terá ao encarar a solução biomimética encontrada e como avaliará a sua aplicação na realidade da organização. A lista de atores, com a descrição de seus modelos mentais, concebida sob o olhar dos participantes, é apresentada e discutida, chegando-se a um consenso. Esses modelos mentais podem ser adicionados ao mapa sistêmico como novas variáveis, de modo a enriquecê-lo. Após, pode-se construir cenários com o propósito de buscar caminhos alternativos para o futuro, baseando-se nas forças que geram esses caminhos.

O segundo momento, **visualizar cenários futuros (8B)**, contempla que o método sistêmico é adequado para reconhecer uma situação, seja o seu contexto

histórico, seja o seu estado presente. Quando se trata de visualizar futuros alternativos, a metodologia de Cenários é a mais adequada. Os cenários são construídos com o propósito de prospectar caminhos alternativos para o futuro, baseando-se nas forças que geram esses caminhos. Essas forças, denominadas forças motrizes, podem ser classificadas como tendências predeterminadas ou incertezas críticas, sendo a fonte para encontrar os eixos dos cenários. Contudo, os eixos são definidos com base em incertezas críticas, pois são forças que não apresentam com clareza seus desdobramentos futuros. Já as tendências predeterminadas apresentam de forma clara os seus desdobramentos futuros, analisados sob o ponto de vista estrutural.

Para realizar esses cenários e definir as incertezas críticas, recomenda-se que o grupo pense no tema central, nas questões norteadoras e na variável-chave, assim como no contexto e nos Princípios da Vida. Posteriormente a essa etapa, definem-se os eixos que compõem os cenários, podendo a representação ser qualitativa ou quantitativa. Cada cenário recebe um nome, uma caracterização, ou seja, uma descrição. Para efetivar as descrições dos cenários, os participantes são incentivados a responder questões que envolvam o seu posicionamento no futuro, caso o cenário se configure.

Andrade et. al (2006) sugerem que, para cada cenário definido, o grupo seja estimulado a exercitar o “tele transporte” para o futuro, ou seja, a imaginar como seria o cenário diante das seguintes questões:

- a) Que nome melhor identifica o cenário?
- b) Como surge o cenário? Quais os sinalizadores?
- c) Uma vez concretizado, quais são as suas características? Que mundo é esse?
- d) Quais as consequências para o negócio?
- e) Quais são as estratégias criativas antes do cenário se configurar?
- f) Quais são as estratégias criativas, uma vez configurado o cenário?

4.2.1.9 Etapa 9: Modelar em Computador e Criar Visão de Futuro

Na primeira parte da etapa **modelar em computador (9A)**, que é opcional, é possível representar e transformar o diagrama de enlace causal da situação em um diagrama de fluxo, o que possibilita modelar o sistema no computador. Para tanto, aconselha-se o uso do *software iThink*, que permite uma representação bastante próxima da situação. A vantagem do uso do computador é a possibilidade de alterar parâmetros ou de simular a passagem do tempo, além de avaliar as influências mútuas de uma maneira dinâmica. A principal função da modelagem é a possibilidade de reavaliar os modelos mentais dos participantes do processo, no sentido de que o computador oferece um local seguro para experimentações. Após, elabora-se uma visão de futuro.

Na segunda parte da etapa, **criar visão de futuro (9B)**, deve-se elaborar a visão de como a solução funcionará quando aplicada. Segundo Andrade et. al (2006, p. 171) “construir uma visão inspiradora para todos é um desafio das organizações da era industrial”. Um dos requisitos para isso é pensar diferente, o que requer criatividade. (ANDRADE et. al, 2006). Ainda conforme Andrade et. al (2006, p. 171),

A distância entre o estado atual e o estado futuro desejado torna-se fonte de tensão criativa, movendo os indivíduos em direção a concretização desse futuro. A visão é uma fonte de inspiração, uma força motriz para a ação individual, de grupos e de organizações.

Para que seja possível elaborar uma visão de futuro, é imprescindível que os modelos mentais sejam desafiados. De acordo com Andrade et. al (2006), melhores ações podem ser tomadas quando é feito o exercício de visualizar os possíveis desdobramentos futuros.

Dessa forma, após a elaboração dos possíveis cenários para o atual desafio, dados os futuros alternativos, pode-se analisar se a visão de futuro inicial permanece a mesma. Se não, é momento de redefini-la. É importante que as mudanças sugeridas façam sentido para todos os envolvidos.

Essa visão de futuro emerge do processo de cenários, com estratégias robustas para sustentabilidade da organização. Aqui, pode-se recorrer também às ideias norteadoras e à visão da empresa como base do processo de criar esse novo ideal futuro. Em seguida, mede-se o sucesso do projeto utilizando os Princípios da Vida.

4.2.1.10 Etapa 10: Medir o Sucesso usando os Princípios da Vida e Reprojeter o Sistema

Na primeira parte da última etapa, **medir o sucesso usando os princípios da vida (10A)**, deve-se medir e avaliar o sucesso da solução utilizando os Princípios da Vida. O *Checklist* Princípios da Vida, apresentado na Figura 11, auxilia nessa verificação, a fim de permitir melhor visualização dos objetivos alcançados.

Figura 11 – Checklist - Princípios da Vida

CHECKLIST - PRINCÍPIOS DA VIDA	
O projeto é localmente atento e responsivo:	
<input type="checkbox"/>	por utilizar materiais e energia disponíveis;
<input type="checkbox"/>	por cultivar relações cooperativas;
<input type="checkbox"/>	por tirar vantagem dos processos cíclicos;
<input type="checkbox"/>	por usar ciclos de feedback.
O projeto se adapta a condições de mudança:	
<input type="checkbox"/>	por incorporar a resiliência através da variação e descentralização;
<input type="checkbox"/>	por incorporar diversidade;
<input type="checkbox"/>	por manter integridade através da auto-regeneração.
O projeto evolui para sobreviver:	
<input type="checkbox"/>	por replicar estratégias que funcionam;
<input type="checkbox"/>	por reordenar informação;
<input type="checkbox"/>	por integrar o inesperado.
O projeto é eficiente em recursos (material e energia):	
<input type="checkbox"/>	por reciclar todos os materiais;
<input type="checkbox"/>	por encaixar forma na função;
<input type="checkbox"/>	por utilizar design multi-funcional;
<input type="checkbox"/>	por usar processos que necessitem pouca energia.
O projeto utiliza química-amiga da vida?	
<input type="checkbox"/>	por fazer química na água;
<input type="checkbox"/>	por construir seletivamente utilizando um pequeno conjunto de elementos;
<input type="checkbox"/>	por desmembrar produtos em componentes benignos.
O projeto integra desenvolvimento com crescimento:	
<input type="checkbox"/>	por combinar componentes aninhados e modularmente;
<input type="checkbox"/>	por construir de baixo para cima;
<input type="checkbox"/>	por se auto organizar.

Fonte: Adaptada pela autora a partir de Baumeister (2013, p. 144).

Juntamente com o *checklist*, deve-se questionar: “O que a natureza faria sistema aqui?” e também “O que a natureza não faria aqui?”. A essa última pergunta deve-se associar a questão “Porque meu projeto faz o que a natureza não faria

aqui?” e justificar o porquê de a solução ou parte dela não apresentar relação com natureza. A partir das respostas, identificam-se limites e oportunidades perdidos que devem ser comunicados aos envolvidos no projeto. Pode-se também realizar pré-testes para verificar o sucesso da solução. Essa etapa pode também ser considerada como uma auditoria biomimética no projeto. Após, deve-se definir direcionadores estratégicos, planejar ações e reprojeter o.

Assim, na segunda parte da etapa, **reprojeter o sistema (10B)**, deve-se definir direcionadores estratégicos, planejar ações e reprojeter o sistema. Definir direcionadores estratégicos diz respeito a elaborar caminhos estratégicos úteis para serem usados como entrada no planejamento estratégico. Planejar ações visa à elaboração de um plano de projetos e ações que objetiva alavancar o sistema e direcioná-lo ao alvo desejado. Reprojetar o sistema é planejar alterações na estrutura visando a alcançar os resultados desejados, considerando as consequências sistêmicas dessas alterações.

Embora esta seja a última etapa do método, novos elementos podem ser adicionados ao mapa sistêmico. Também podem ser adicionados enlaces ou mesmo quebradas ligações que produzam impactos indesejáveis, com apoio no princípio da alavancagem, no qual a ação em um determinado ponto reflete efeitos em muitas partes do sistema. (SERRANO, 2013). Além disso, é importante considerar os limites e oportunidade analisados na etapa anterior para então verificar o sucesso da solução encontrada e adequar o sistema para tal mudança.

Nesta seção, foram apresentadas as etapas do Método Biomimético Sistêmico e o modelo visual do método proposto. A seguir, aborda-se a avaliação deste artefato por especialistas sistêmicos e biomiméticos.

4.3 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO

A avaliação de conteúdo no desenvolvimento de novas medidas representa a ferramenta inicial para associar conceitos abstratos a indicadores observáveis e mensuráveis. (ALEXANDRE; COLUCI, 2011). Os atributos mais significativos dos instrumentos de avaliação são: validade, confiabilidade, praticabilidade, sensibilidade e responsividade. (ALEXANDRE; COLUCI, 2011). A seguir, apresenta-se a avaliação do artefato por especialistas sistêmicos.

4.3.1 Avaliação dos Especialistas Sistêmicos

Nesta seção, são apresentados os resultados das entrevistas realizadas com os especialistas sistêmicos. Os resultados são referentes às perguntas do questionário apresentado no Quadro 9. Primeiramente, foram realizadas perguntas para a sensibilização do especialista, a fim de que este pudesse ambientar-se ao tema. A primeira pergunta refere-se ao fato de a natureza ser sistêmica ou não, conforme Figura 12. Na sequência, são contextualizadas as respostas:

Figura 12 – A natureza é sistêmica. Você concorda?



Fonte: Elaborado pela autora

Na questão 1 houve concordância de 100% dos entrevistados. Todos, pois, concordaram que a natureza é sistêmica, usando argumentos como:

“Sistêmica é a natureza. O sistêmico funciona a partir dos princípios da natureza; ou seja, enxergar o mundo como um organismo vivo e não mais uma máquina. A natureza veio antes. Temos também a Teoria Geral dos Sistemas. A natureza é circular, é sustentável porque é circular.” (Aurélio Andrade).

“Nada é mais sistêmico do que a natureza que é naturalmente sistêmica e orgânica. A natureza é um sistema de ações e reações em ciclos fechados. Tudo esta conectado”. (Ana Carolina Francisco).

“A natureza trabalha para manter o equilíbrio dentro do ecossistema. Seres vivos têm o seu papel no contexto em que estão inseridos e a função deles no sistema gera um desdobramento para que haja o equilíbrio e a interdependência que impacta o todo para que haja o

equilíbrio do organismo maior. Todos participam e têm o devido impacto no tempo e no espaço”. (André Diehl).

“Nada acontece isoladamente na natureza. Sempre o contexto como um todo”. (Felipe Menezes).

“Vemos muitos exemplos da natureza onde é possível verificar o impacto que as ações da natureza causam no tempo e no espaço e que demonstram os seus efeitos ao longo do tempo”. (Maria Isabel Wolf Motta Morandi).

Sobre a segunda pergunta: “Qual a sua visão de mundo em que negócios se baseiam nas lições da natureza?”, os entrevistados concordaram que há uma conexão com um propósito maior para a empresa existir e que esse é o caminho ideal para todas as corporações. As respostas são justificadas com os seguintes argumentos:

“Acredito muito. O líder visionário não exige argumentos pois entende a contribuição que a solução gera para o mundo, quando esta vem ao encontro do propósito”. (Aurélio Andrade).

“Desde antigamente, a natureza tem sido utilizada como fonte de inspiração e estratégias e pode ajudar muito nos negócios inclusive para soluções mais sistêmicas”. (Ana Carolina Francisco).

“Acredito. Para desenvolver o nosso design, podemos usar exemplos que a natureza nos dá gratuitamente. Produtos e liderança e outras aprendizagens. Tecnologias para móveis, roupas... além de inspiração sobre como ser um bom líder, e isso inclui respostas para as dificuldades do dia a dia. A natureza tem a capacidade de aprender com ela mesma e segue se adaptando e evoluindo dentro das suas condições. É um sistema, um organismo vivo que se adapta no tempo e no espaço e a empresa é também um organismo vivo com diferentes perfis e comportamentos assim como na natureza... então, podemos aprender como replicar essa estratégia para as organizações”. (André Diehl).

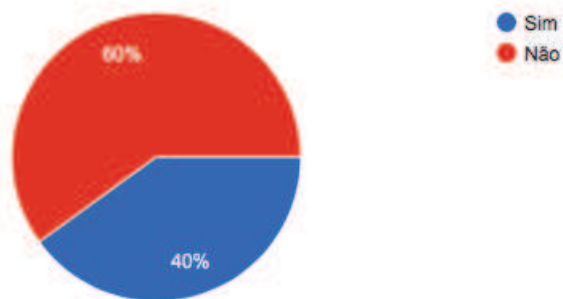
“Acredito que seria um mundo melhor”. (Felipe Menezes).

“É um caminho a ser seguido. É muito lógico. Muito óbvio. O planeta tem mais de 3 bilhões de anos. As soluções que estão aqui são as vencedoras. No entanto, ainda vejo muito mais como um desejo do que como uma realidade. Então, não sei qual a alavancagem para que essa ideia, que eu acho que faz todo o sentido, possa efetivamente ser parte dos negócios. Não sei se não são os modelos mentais da nossas

empresas e sociedade... sempre fizemos assim e vamos continuar fazendo como sempre fizemos". (Maria Isabel Wolf Motta Morandi).

A terceira pergunta questionou os entrevistados sobre o fato de já conhecerem o Método de Pensamento Biomimético. A maioria afirmou ainda não conhecer o método, apesar de já ter ouvido falar sobre o conceito da biomimética. O índice de respostas é apresentado no gráfico abaixo, na Figura 13:

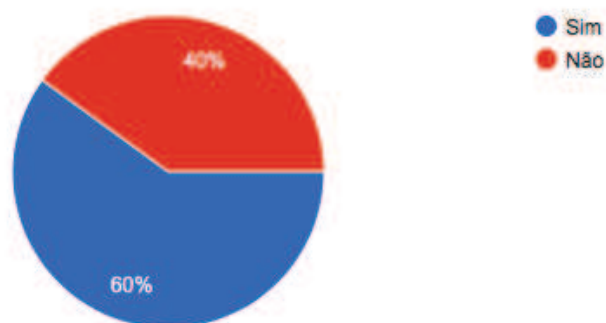
Figura 13 – Você conhece o Método de Pensamento Biomimético?



Fonte: Elaborado pela autora.

A quarta pergunta questionava se os participantes consideram o Método de Pensamento Biomimético um método sistêmico. A seguir, seguem os resultados no gráfico da Figura 14:

Figura 14 – Considerando o Método de Pensamento Biomimético, você o considera sistêmico?

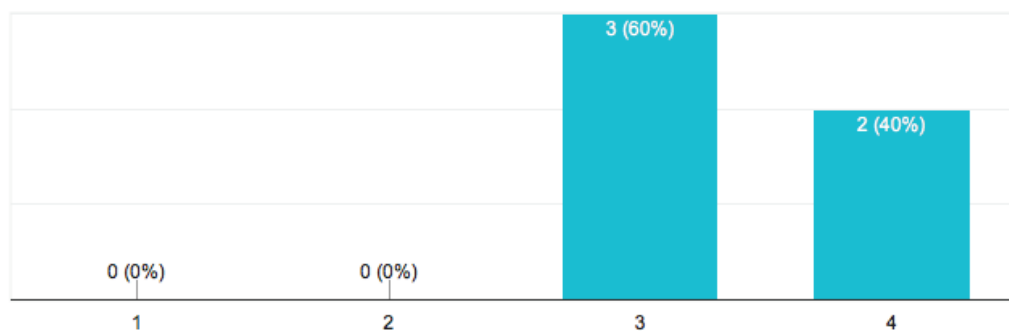


Fonte: Elaborado pela autora

Nesse ponto, a maioria dos respondentes concordou com o fato de que o método pode ser considerado sistêmico. Nas próximas questões são apresentadas as discussões sobre tal tópico.

A quinta questão referia-se à aderência das características do que é ser sistêmico, apresentadas por Andrade et. al (2006), com o Método Biomimético. A escala utilizada pressupõe 1 para a opção “não adere” e 4 para a opção “adere totalmente”. Os resultados são apresentados a seguir, conforme Figura 15:

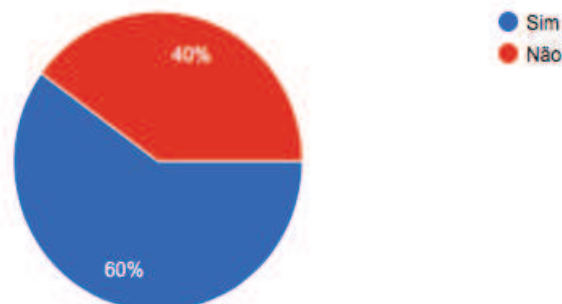
Figura 15 – Na sua opinião, o quanto o Método Biomimético adere/concorda com as características do que é ser sistêmico?



Fonte: Elaborado pela autora

Nesse momento, o foco foi sensibilizar os especialistas rerepresentando as características do que é ser sistêmico e analisando se manteriam os seus posicionamentos conforme gráfico da Figura 15. Percebe-se que há concordância em termos de aderência das características sistêmicas ao Método de Pensamento Biomimético na visão dos especialistas sistêmicos.

Figura 16 – A natureza opera de forma sistêmica. Você considera o método de Pensamento Biomimético um método sistêmico? Sim? Não? Por quê?



Fonte: Elaborado pela autora

Os especialistas mantiveram-se coerentes com as respostas dadas na primeira pergunta, a qual abordava se o método poderia ser considerado sistêmico ou não, apresentando as seguintes justificativas:

“Adere a vários dos princípios sistêmicos, como, por exemplo, os princípios 2, 3, 4, 6 e 10”. (Aurélio Andrade).

“Não o considero sistêmico porque o método biomimético não prevê o impacto no tempo e no espaço da solução que está sendo proposta”. (Ana Carolina Francisco).

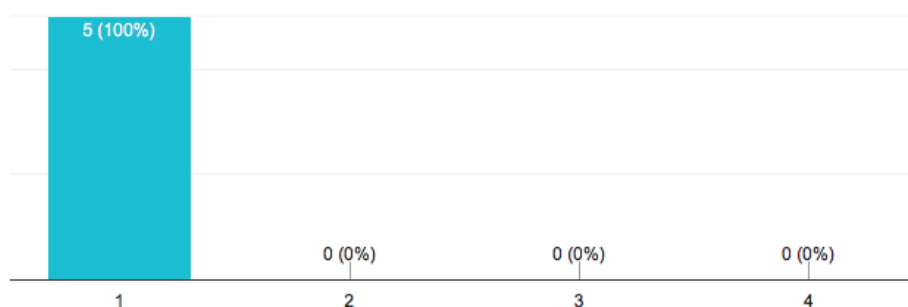
“Pelo motivo de investigar os modelos presentes e quais estratégias estão por trás disso, essas características dão um viés sistêmico para esse modelo”. (André Diehl).

“Considero que adere porque o método biomimético considera os princípios da vida, e a vida é sistêmica”. (Felipe Menezes).

“O método aparentemente não é sistêmico apesar da forma com que se apresenta. Não consigo perceber claramente somente analisando o método quais impactos vou ter aplicando essa solução. A natureza é sistêmica, no entanto, o método não se apresenta sistêmico da mesma forma. Falta a parte de analisar os impactos no tempo e no espaço”. (Maria Isabel Wolf Motta Morandi).

A seguir, os participantes foram questionados sobre o que acham da união do Método do Pensamento Sistêmico e do Método de Pensamento Biomimético. Na escala adotada, 1 corresponde à “Concordo” e 4 corresponde à “Discordo”. Os resultados são apresentados conforme gráfico da Figura 17:

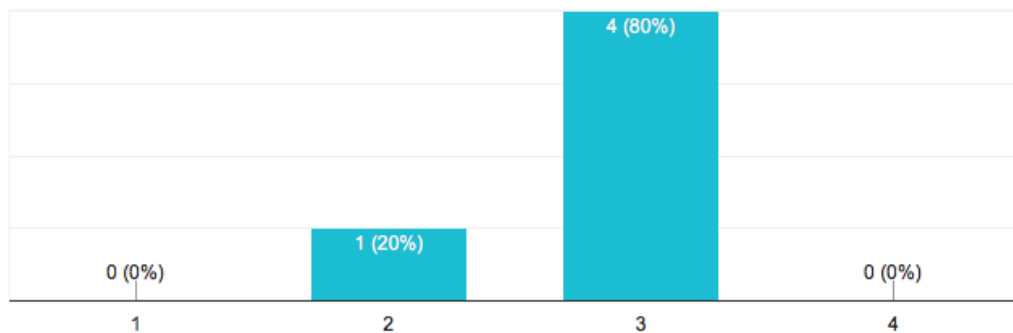
Figura 17 – O que você acha da união do Método do Pensamento Sistêmico e do Método do Pensamento Biomimético?



Fonte: Elaborado pela autora

Nesse caso, conforme gráfico apresentado na Figura 17, 100% dos especialistas concordaram quanto à importância da união dos dois métodos. Após, foram apresentados ao Método Biomimético Sistêmico, conforme Figura 10 deste trabalho, no formato de aranha. Em seguida, foram questionados se a sequência lógica do Método Biomimético Sistêmico facilita a compreensão e condução do método. Na escala adotada, 1 corresponde à “Não facilita” e 4 corresponde à “Facilita totalmente”.

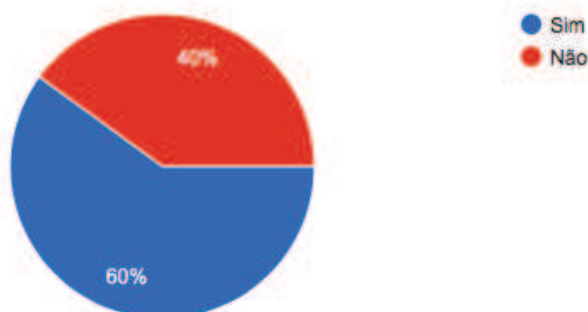
Figura 18 – A sequência lógica do Método Biomimético Sistêmico facilita a compreensão e condução do método?



Fonte: Elaborado pela autora

Nesse caso, a maioria visualiza o método como fácil de ser entendido ainda que haja possíveis melhorias a serem feitas. Para entender mais profundamente de que forma poderia ser otimizado, questionou-se, então, novamente, se houve dificuldade de compreensão do Método Biomimético Sistêmico, conforme Figura 19. Em seguida, averiguou-se quais seriam as maiores dificuldades.

Figura 19 – Você teve alguma dificuldade de entendimento do Método Biomimético Sistêmico?



Fonte: Elaborado pela autora

A seguir, explicitam-se os argumentos referentes às dificuldades encontradas na compreensão do método proposto:

“Não tive dificuldade, a curiosidade foi maior que a dificuldade”. (Aurélio Andrade).

“Não tive dificuldade”. (Ana Carolina Francisco).

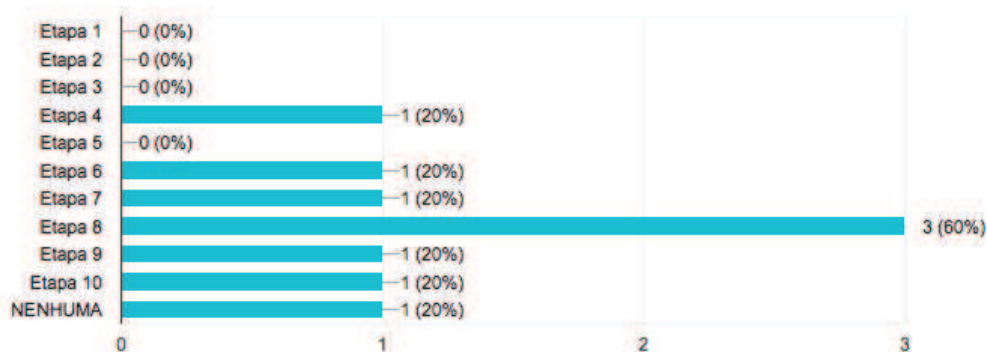
“Visão mais sistêmica em vez de tão linear. Possibilidade de verificar integração no que é um método e outro – separar Método de Pensamento Sistêmico e Método de Pensamento Biomimético – para deixar as etapas de cada método mais claras. O desenho poderia ser em forma de um coral, caracol... algo que desse ideia de integração”. (André Diehl)

“Maior dificuldade apresentou-se pela disposição do método. A figura poderia ser apresentada com alguns ajustes. No entanto, quando o método foi explicado através da fala, não houve dificuldade de compreensão. Acho válido uma leve distinção de para que vai ser utilizado o método. O método para a criação de um produto/serviço x solução de um problema. Poderia trabalhar com cores e localização de forma diferenciada”. (Felipe Menezes).

“Com explicação junto parece bem lógico, no entanto, se tivesse olhando sozinha talvez tivesse dificuldade de compreender. Com uma explicação mínima faz sentido”. (Maria Isabel Wolf Motta Morandi).

A próxima questão indaga se os entrevistados mudariam alguma etapa no Método Biomimético Sistêmico; nesse sentido, houve concordância total de que mudariam. Após, os especialistas foram questionados sobre se mudariam alguma etapa do método proposto e, se sim, qual ou quais etapa(s) seria(m) essa(s) e porque optariam pela alteração. Os resultados são apresentados na Figura 20:

Figura 20 – Quais Etapas você mudaria no Método proposto?



Fonte: Elaborado pela autora

A seguir, são apresentados os argumentos referentes à seleção das etapas acima:

“Sim, sugeriria alterações. Mudaria mais como uma ideia de teste e proposta do que por considerar que algo está errado no método apresentado. Testaria algumas possibilidades talvez mas precisaria de tempo para isso”. (Aurélio Andrade).

“Alteraria a ordem das etapas, sugeriria que ficasse assim: 6 – identificar os modelos mentais / 7 – brainstorm ideias bioinspiradas / 8 – visualizar cenários / 9 – reprojeter o sistema / 10 – emular/modelar (sem computador) e criar visão de futuro ou criar visão de futuro vai para o início, na etapa 1 ou pode ser retirado/ 11 – medir o sucesso com os Princípios da Vida”. (Ana Carolina Francisco).

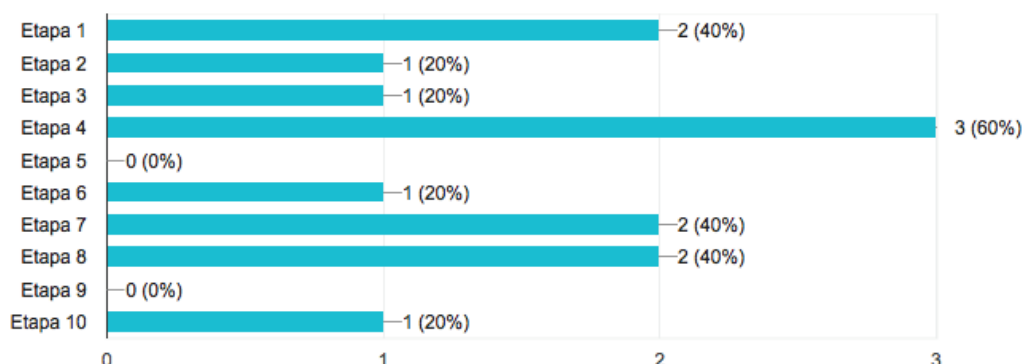
“Acrescentaria a etapa de avaliar eventos das variáveis-chave. Acho importante o histórico de comportamento e de evolução considerando o desenvolvimento de produtos x quantidade de patentes, enfim, importante ter os dados numéricos. Ou seja, os eventos com histórico de datas com variáveis relacionadas. A correlação de intensidade entre variáveis a fim de mostrar quais variáveis estariam mais intensas para resultados do mapa, isso antes de desenhar o mapa sistêmico”. (André Diehl).

“Mudaria a etapa 8, referente aos modelos mentais, não no sentido de retirá-la, ao contrário, a faria transcender etapas... estar presente em mais de uma, como, por exemplo nas etapas 5, 6, 7 e 8”. (Felipe Menezes).

“Acredito que a etapa 8, referente aos modelos mentais, precisaria entrar em dois momentos - antes da etapa 5 para conscientizar o grupo de que os nossos modelos mentais determinam as nossas escolhas e que é importante a gente estar alerta disso e constantemente se questionando. Modelos mentais precisam ser revistos para aceitar essas externalidades, para não fazer mais do mesmo”. (Maria Isabel Wolf Motta Morandi).

A próxima questão se refere às etapas que podem ser consideradas mais críticas, ou seja, as que demandam maior atenção. Os resultados são apresentados a seguir, no gráfico da Figura 21 e, em seguida, são mostrados os argumentos dos pesquisados:

Figura 21 – Qual(is) etapa(s) do Método Biomimético Sistemico você considera mais críticas?



Fonte: Elaborado pela autora

“Etapa 1 – noção sistêmica da complexidade / 3 – coração biomimética / 4 – coração do pensamento sistêmico / 5 – investigar natureza / 7 – parte criativa / 8 – parte humana – modelos mentais / 10 – ação”. (Aurélio Andrade).

“Etapa 4 – pensamento sistêmico geralmente é onde as pessoas tem mais dificuldade / 7– traduzir as estratégias biológicas em princípios de design”. (Ana Carolina Francisco).

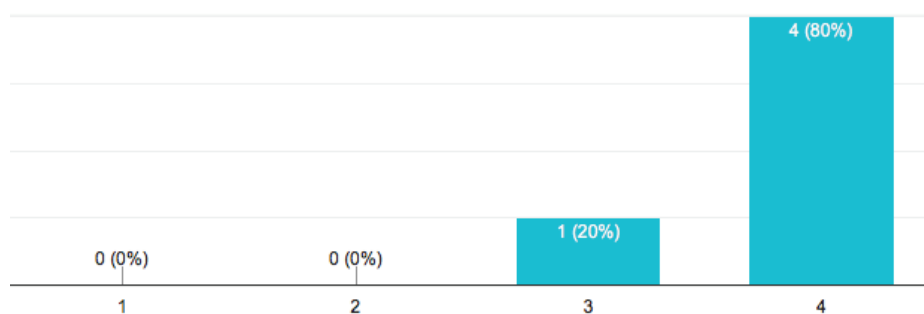
“Etapa mais crítica é a 1, definir a situação e o contexto de interesse. Afinal se não definir de uma maneira sólida, todas as outras etapas ficarão frágeis”. (André Diehl).

“Etapa 8 – modelos mentais e etapa 2 – pensar no propósito e função (antes de pensar na solução)”. (Felipe Menezes).

“A etapa 4 porque é o coração de tudo, a hora que está relacionando tudo e fazendo o entendimento sistêmico, logo, se não for bem feito não conseguirá fazer o link e as soluções vão ser desconectadas da realidade. A etapa 6 porque está relacionada com colocar em prática tudo o que foi feito. Também é crítico traduzir tudo o que vi e entendi na etapa 4, e tudo o que encontrei na etapa 5 (uma é o coração do sistêmico e a outra, o coração do biomimético)”. (Maria Isabel Wolf Motta Morandi).

A próxima pergunta questionou se os participantes consideraram suficiente o Método Biomimético Sistemico. Na Figura 22, podem ser observadas as respostas, sendo que a escala adotada corresponde a 1 – “Não/Insuficiente” e 4 – “Sim/Suficiente”. Após, foi questionado se adicionariam ou retirariam alguma etapa do método proposto. Os resultados podem ser visualizados na Figura 22, e os argumentos que justificam as respostas, na sequência:

Figura 22 – Você considera o Método Biomimético Sistemico suficiente?



Fonte: Elaborado pela autora

“Não adicionaria nenhuma etapa, mas pressupondo tanto 1 quanto 10 com a estratégia. No caso de retirar, se fosse simplificar em questões práticas – por questões de tempo – retiraria os que não considero fundamentais como os eventos. Deixaria apenas os práticos”. (Aurélio Andrade).

“Adicionaria a etapa Visualizar futuro, e traria para o começo do projeto – colocaria na etapa 1. // Sugiro utilizar um "Plano de implantação", afinal o reprojeter não é suficiente e é superficial. Nesse caso, o "reprojeter" se torna a última etapa. Métodos em geral falham na execução, na falta de planejamento da execução. Não retiraria nenhuma das etapas propostas”. (Ana Carolina Francisco).

“Deixaria como opcional a etapa de avaliar eventos e comportamento ao longo do tempo para enriquecer correlação das variáveis levantadas. Não retiraria nenhuma etapa”. (André Diehl).

“Adicionaria as variáveis do passado – remetendo a etapa eventos – considerando mais os acontecimentos. Olhar eventos do passado para compreender o todo e não com foco nas partes. Não retiraria nenhuma etapa”. (Felipe Menezes).

“Replicaria a etapa 8 – utilizar duas vezes. Além disso, deixaria a modelagem em computador como opcional, para não assustar, para que o método não seja descartado pela dificuldade de modelagem”. (Maria Isabel Wolf Motta Morandi).

A última pergunta solicitou se os especialistas utilizariam o Método Biomimético Sistemico em seus projetos. Os resultados são apresentados na Figura 23 e os argumentos explicitados a seguir:

Figura 23 – Você utilizaria o Método Biomimético Sistêmico no desenvolvimento dos seus projetos?



Fonte: Elaborado pela autora

Percebe-se que todos os especialistas afirmam que usariam o método proposto em seus projetos. Os argumentos utilizados são:

“Considero o método biomimético sustentável, no entanto, sempre foi uma dificuldade como encaixar na empresa. Acredito que essa combinação pode permitir que uma empresa tradicional aplique o método, desde que tenha um líder visionário”. (Aurélio Andrade).

“O método complementa o método sistêmico justamente por fazer lembrar que o reprojeter o sistema nos lembra que a natureza já pensou nisso antes, ou seja, passa a ser mais sistêmico ainda. Além disso, proporciona aprendizagem organizacional; estou aprendendo com o sistema mais antigo da Terra”. (Ana Carolina Francisco).

“Porque traria um caráter sustentável para o projeto, devido a utilização da natureza como conceito e inspiração. O método traria um ganho não só de inovação mas também ambiental, socioeconômico. Usando o que a natureza já tem e nos fornece de graça e trazer para dentro da indústria pode diminuir os gastos e os impactos negativos”. (André Diehl).

“Utilizaria para aprender a utilizar um método novo. Aprender. O método faz sentido. No pensar sistemicamente faz muito sentido considerar a natureza como inspiração”. (Felipe Menezes).

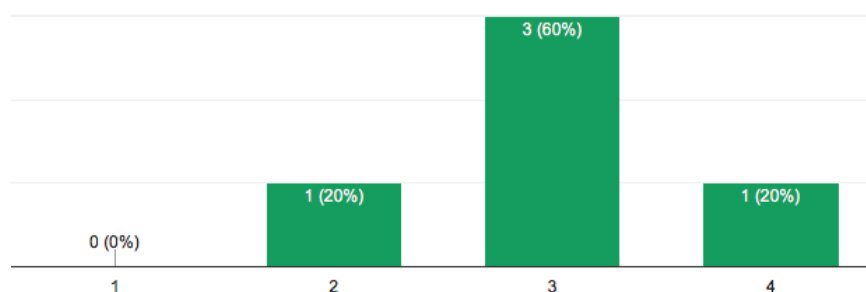
“Sim. O método parece muito assertivo porque dá clareza aos passos. Apesar da etapa 6 ser uma caixa preta (mais arte que ciência), sinto-me mais segura utilizando o Método Biomimético Sistêmico do que o Método de Pensamento Biomimético puro”. (Maria Isabel Wolf Motta Morandi).

A seguir, apresentam-se as avaliações do artefato pelos especialistas biomiméticos.

4.3.2 Avaliação dos Especialistas Biomiméticos

Nesta seção abordam-se os resultados das entrevistas com os especialistas biomiméticos. Os resultados são referentes às perguntas do questionário apresentado no Quadro 8. Em um primeiro momento, foram apresentadas, aos especialistas, as características do que é ser sistêmico segundo Andrade et. al (2006) e, em seguida, foi verificado o grau de concordância dessas características com o Pensamento Biomimético, segundo os entrevistados. Nessa questão, a escala é a seguinte: 1 representa “não concordo” e 4 representa “concordo totalmente”. A seguir, na Figura 24, são apresentados os resultados.

Figura 24 – Qual o grau de aderência dessas características do Pensamento Biomimético com as características sistêmicas?



Fonte: Elaborado pela autora

A maioria, dos especialistas, 60%, concorda que há aderência entre as características sistêmicas e o Pensamento Biomimético.

“Acho que sim, mas por uma falta de lidar com essas características talvez eu não veja tanta adesão. Acho complementar. As características são mais filosóficas, a biomimética é mais tangível mas para criar com a biomimética é importante essa reflexão. Fico com o 3, já que para concordar totalmente eu precisaria estudar um pouco mais sobre essas características”. (Alessandra Araújo).

“Se essas características sistêmicas tem a ver com o Pensamento Biomimético? Sim. Concordo totalmente. O Pensamento Biomimético é exatamente sobre isso”. (Dayna Baumeister).

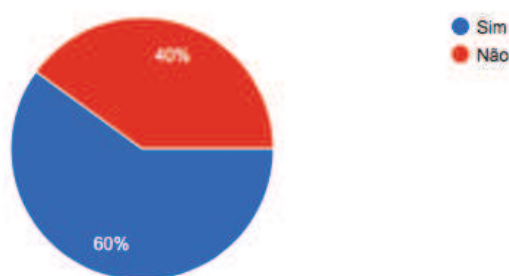
“Eu não tenho certeza absoluta se posso dizer que todas as etapas do que é ser sistêmico estão de acordo com a biomimética. Por exemplo, uma delas é a da estrutura para o processo eu acho que isso no pensamento biomimético não se encaixa visto que emulamos a natureza através de processo e estrutura. Eu daria 3 porque tem algumas características que eu tenho algumas questões sobre mas eu concordo com a maioria delas”. (Erin Leitch).

“Na biologia nós usamos o controle para a auto-organização, e cooperação é como você se auto-organiza. Então em vez de competir você coopera na visão sistêmica. Na visão biomimética você abre mão do controle e se auto-organiza e então coopera. Eu entendo que essas características possam ter sintonia com a visão biomimética porém analisando com uma visão de bióloga, classificaria como nível 2, não posso dizer que todas as características são compatíveis com o Pensamento Biomimético”. (Janine Benyus).

“Classificaria como nível 3 já que não são todas as características que aderem ao Pensamento Biomimético”. (Mônica Cohen).

A próxima pergunta se refere ao conhecimento dos entrevistados acerca do Método de Pensamento Sistêmico. 60% deles possuem conhecimento do método, conforme gráfico apresentado na Figura 25.

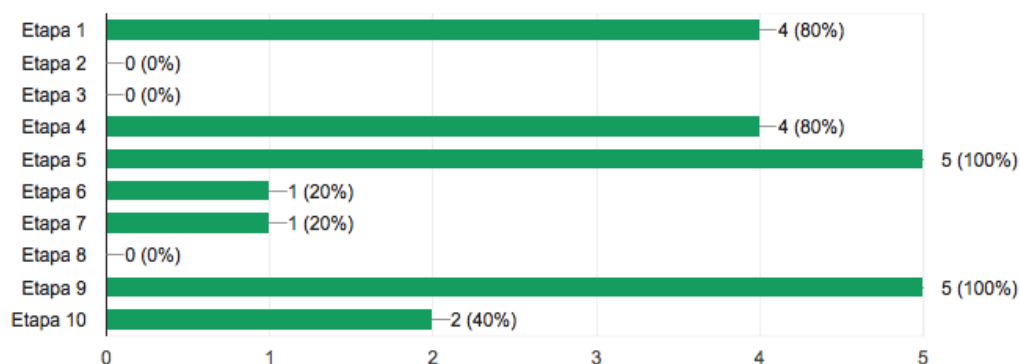
Figura 25 – Você já conhecia o Método de Pensamento Sistêmico?



Fonte: Elaborado pela autora

Em seguida, após serem apresentados ou reapresentados ao Método de Pensamento Sistêmico, os participantes foram questionados sobre qual ou quais etapa(s) sistêmica(s) contribui(em) para uma melhor solução biomimética. Os resultados são apresentados a seguir, na Figura 26.

Figura 26 – Quais etapas do Método de Pensamento Sistêmico você identifica que contribuem para uma melhor solução biomimética?



Fonte: Elaborado pela autora

Percebe-se que 100% dos entrevistados acreditam que a etapa 5, identificar modelos mentais, e a etapa 9, visualizar cenários futuros, são as mais relevantes e as que mais agregam valor ao método biomimético. 80% creditam importância à etapa 1, definir situação de interesse e definir contexto. Outra etapa bastante relevante, na visão dos especialistas biomiméticos, é a etapa 4, desenhar o mapa sistêmico, citada por 80% dos respondentes. Outras etapas votadas, porém não tão significativas em porcentagem, foram as etapas 10, criar visão de futuro, a etapa 6, descobrir modelos naturais, com 40% e a etapa 7, *brainstorm* de ideias bioinspiradas, com 20%. Estas já fazem parte do Método de Pensamento Biomimético. A seguir, seguem os comentários dos especialistas acerca da pergunta em questão:

“A etapa 1 é muito legal. Eu adoro essa história de representar a história por meio de eventos mas talvez seja muito confuso mesmo para os biomiméticos. A etapa 5 é muito legal (modelos mentais) e a desenhar o mapa sistêmico é bem interessante. Acho a etapa de visualizar cenários legal também porque pode, inclusive, ajudar no definir a função”. (Alessandra Araujo).

“Todas! Ou eu tenho que escolher só uma? Porque são todas importantes!”. (Dayna Baumeister).

“Eu acho que todas as etapas do método sistêmico são válidas e adicionam valor ao processo de pensamento biomimético. Eu realmente gosto das 4 primeiras (etapa 1, etapa 4A, 4B e 5) etapas do pensamento sistêmico e também da etapa visualizar cenários futuros. Definir situação é importante porque o pensamento biomimético é muito sobre a função e definir a situação permite um olhar mais holístico, além disso, o reflexo do

conhecimento do time é completamente abstraído do método de pensamento biomimético então essa etapa adiciona valor ao pensamento biomimético. Identificar as variáveis-chave providencia estrutura para as pessoas do time pensarem o que é importante. No pensamento biomimético nós temos muitas premissas baseadas em escopo e desafios de projeto e melhores práticas e eu acho que o pensamento sistêmico provoca fatores que vão além, como o tempo, o dinheiro e as limitações materiais... e então, você pode começar a buscar e elaborar novas perguntas sobre sustentabilidade e consequências que não são tão óbvias. Desenhar o mapa sistêmico permite visualizar mais amplamente a complexidade do problema e alinhar todo o time. Identificar os modelos mentais, gosto do local onde esta etapa está inserida pois aparece logo que o projeto já passou a sua fase de escopo. Acho autêntico porque é algo que as pessoas podem agir sobre e nós não temos nada assim no processo de pensamento biomimético. Em visualizar cenários futuros, gostei do que você falou sobre imaginar o pior e o melhor cenário e eu acho que isso provoca a imaginação mas também abre espaço para que as soluções biomiméticas sejam menos aspiracionais e sejam discutidas e consideradas. Porque, na maioria das vezes, as soluções são apenas aspiracionais porque temos um forte senso de ethos e motivação para inovação que pode ser difícil de trazer para um nível de praticidade/aplicabilidade para a solução. Então, acho que isso ajuda muito, de um modo seguro, a imaginar a solução funcionando no futuro". (Erin Leitch).

"As etapas sistêmicas mais importantes para o método biomimético são: etapa 4 (identificar variáveis-chave), o mapa sistêmico, definitivamente, e os modelos mentais, além da etapa visualizar cenários futuros. Eu acho que modelagem computacional contribuiria em poucos projetos. Pode funcionar, mas em poucos projetos". (Janine Benyus).

"Definir a situação é fundamental. Identificar modelos mentais também é importante, mesmo que não digam que é, é o que eu sempre falei que dificulta a aplicação da biomimética. Acredito que a modelagem de computador também possa ser importante, agrega uma linguagem mais de engenharia para a biomimética. Diria que as etapas sistêmicas mais importantes seriam as etapas 1A, 4, 5, 9B e 10". (Monica Cohen).

Quando questionados sobre o que acham da união dos dois métodos abordados neste trabalho, os respondentes novamente expuseram suas respostas por meio de uma escala numérica, em que 1 corresponde à "Concordo" e 4 corresponde à "Não concordo". Nessa questão, 100% dos especialistas biomiméticos concordam com a importância de se combinar os dois métodos.

"Concordo muito. Acho muito legal a combinação dos métodos". (Alessandra Araujo).

“Sim. Eu acho uma boa ideia combinar Pensamento Sistêmico e Pensamento Biomimético. Eu utilizo o Pensamento Sistêmico no Pensamento Biomimético todo o tempo intuitivamente. Mas o Pensamento Sistêmico não olha para a natureza frequentemente então eu acho que é uma boa ideia”. (Dayna Baumeister).

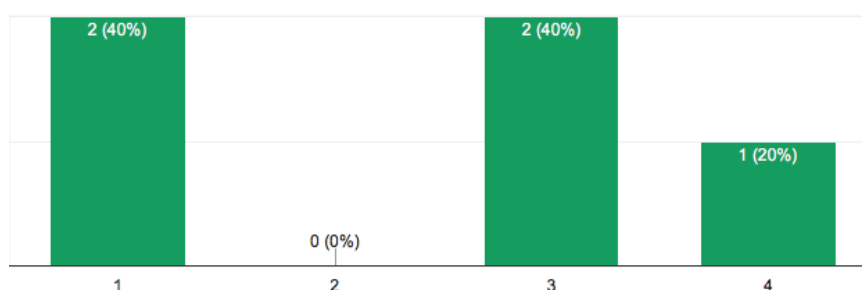
“Sim. Concordo totalmente com a combinação dos métodos. Eu realmente acho que esse método proposto adiciona valor a projetos e consultorias. Eu realmente acredito que você tem algo especial aqui (se referindo ao método proposto)”. (Erin Leitch).

“Eu gosto dessa combinação de métodos. Eu realmente gosto. E eu estou bastante interessada em ver aplicado em um processo [...] eu amo quantas sobreposições existem nos dois modos de inovar e acho que um adiciona valor ao outro – tanto o da biomimética para o sistêmico quanto o sistêmico para o da biomimética”. (Janine Benyus)

“Sim, concordo com a combinação dos métodos. Principalmente para chegar aos engenheiros me parece uma boa linguagem”. (Monica Cohen).

A visão dos especialistas expressa nos argumentos reforça a importância da proposta deste trabalho e corroborando a necessidade de otimização do método de Pensamento Biomimético. A próxima questão aborda a lógica do método proposto, questionando se esta facilita a compreensão e condução do método. Os resultados apresentados a seguir, na Figura 27, obedecem à escala em que 1 corresponde à “Não facilita” e 4 à “Facilita totalmente”:

Figura 27 – A sequência lógica do Método Biomimético Sistêmico facilita a compreensão e condução do método?



Fonte: Elaborado pela autora

De uma forma geral, a maioria concorda que a sequência permite uma compreensão do método; no entanto, os 40% que optaram pela resposta “não

facilita” também devem ser levados em consideração. A seguir estão os comentários dos especialistas.

“O design do método não facilita a compreensão. Tem tanta riqueza da relação do processo sistêmico com o biomimético que essa forma de apresentar deixa estanque. Vi muita riqueza de complementação”. (Alessandra Araujo).

“O design do método não facilita muito a compreensão do mesmo”. (Dayna Baumeister).

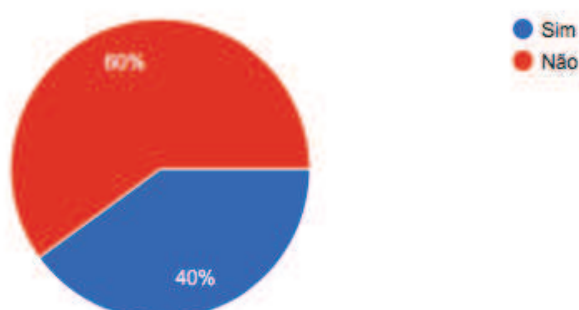
“Eu classificaria no número 3. Algumas coisas não facilitam a compreensão do método”. (Erin Leitch).

“Sim, acho que o design do método facilita o entendimento”. (Janine Benyus).

“O design do método está bom. Colocaria como nível 3 – facilita a compreensão.” (Monica Cohen).

Na próxima questão, referente à dificuldade no entendimento do Método Biomimético Sistêmico, 40% dos especialistas, em coerência com as respostas anteriores, responderam ter tido algum tipo de dificuldade. Esses números estão expressos na Figura 28, seguida pelos comentários dos entrevistados

Figura 28 – Você teve alguma dificuldade de entendimento do Método Biomimético Sistêmico?



Fonte: Elaborado pela autora

“Representação do método, pois reduz a abrangência e a aplicação dele. Quando explicado se torna mais simples”. (Alessandra Araújo).

“Sim, tive dificuldade de entender o método proposto”. (Dayna Baumeister).

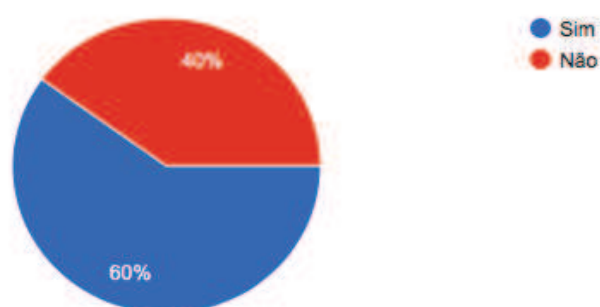
“Não tive nenhuma dificuldade para entender o método”. (Erin Leitch).

“Não tive dificuldade de entendimento do método”. (Janine Benyus).

“O método é um pouco difícil de compreender mas como estávamos conversando ficou fácil, então eu diria que não há dificuldade. Na verdade, foi fácil, fui entendendo”. (Monica Cohen).

A questão seguinte estimulava os respondentes a refletir se mudariam alguma etapa do Método Biomimético Sistemico, ao que 60% dos entrevistados ponderou que sim, conforme Figura 29.

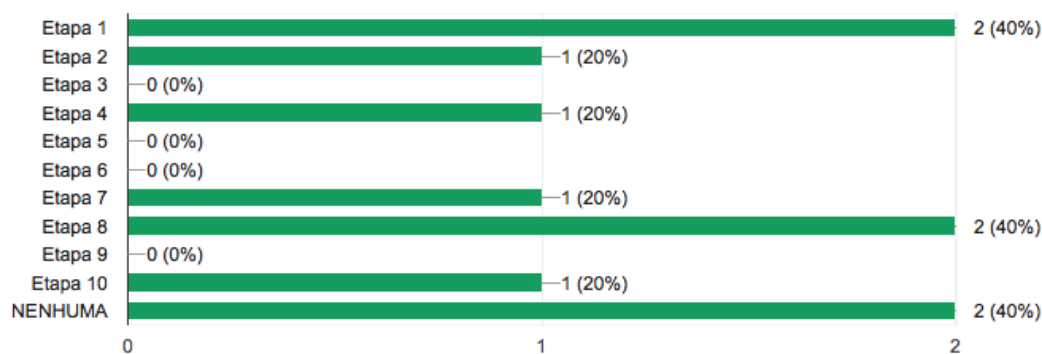
Figura 29 – Você mudaria alguma etapa do Método Biomimético Sistemico?



Fonte: Elaborado pela autora

Aos que responderem sim, questionou-se quais etapas alterariam. Os resultados estão na Figura 30, seguida pelos comentários dos especialistas.

Figura 30 – Quais etapas você alteraria?



Fonte: Elaborado pela autora

As respostas ficaram assim distribuídas: 40% dos votos para a etapas 1, definir situação, e 40% para a etapa 8, emular princípios de design. A opção nenhuma recebeu 2 votos (40%), tendo em vista que esses entrevistados não mudariam nada no método proposto. A etapa 2, identificar função, a etapa 4, desenhar mapa sistêmico, a etapa 7, *brainstorm* de ideias bioinspiradas e a etapa 10, modelar em computador receberam 20% dos votos cada.

“Alteraria a etapa 8 – emular princípios de design e a colocaria antes do brainstorming de ideias bioinspiradas. Além disso, mudaria o nome da etapa 10 – não acho que reprojeter o sistema seja um nome bom”. (Alessandra Araújo).

“Sim, mudaria. Etapas 1 e 4, 7 e 8”. (Dayna Baumeister)

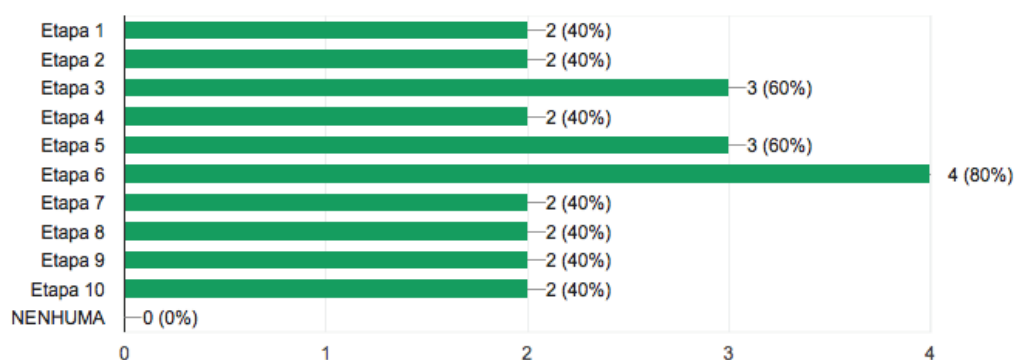
“Não adicionaria etapas. Você passou mais tempo do que eu estudando e pensando sobre esse método então eu não adicionaria, o método faz sentido, não tem nada que eu olhe e pense que precisa ser adicionado ou reformulado, a sequência faz sentido, as etapas fazem sentido”. (Erin Leitch).

“Sim, principalmente colocaria as etapas testar e prototipar a fim de trazer maior aplicação prática das soluções encontradas”. (Janine Benyus).

“Não alteraria nenhuma etapa do método. Não me sinto capacitada, entendo o método biomimético mas não o sistêmico”. (Monica Cohen).

A pergunta referente às etapas mais críticas do método proposto obteve os resultados especificados na Figura 31 e os argumentos apresentados na sequência:

Figura 31 – Qual(is) etapa(s) do Método Biomimético Sistêmico você considera mais crítica(s)?



Fonte: Elaborado pela autora

Nessa questão, há a concordância de 80% dos entrevistados sobre o fato de que a etapa 6, descobrir modelos naturais, é a mais crítica. Já 60% elegeram a etapa 3, integrar os Princípios da Vida e a etapa 5, identificar os modelos mentais. Além disso, foram votadas, com 40%, a etapa 1, definir situação, a etapa 2, identificar função, a etapa 4, desenhar mapa sistêmico, a etapa 7, *brainstorm* de ideias bioinspiradas, a etapa 8, emular os princípios de design, a etapa 9, visualizar cenários futuros, e a etapa 10, criar visão de futuro.

“Etapas críticas eu diria que a etapa 2 porque sem a 2 a etapa 5 não ocorre. A etapa 9, mudando ou não de lugar acho ela bastante importante. Além dessas, as etapas 6B e 7 são fundamentais se não, não é possível emular. Achei muito interessante as etapas visualizar cenários e criar visão de futuro. Etapa 3 porque os Princípios da Vida são norteadores do projeto e o brainstorming de modelos naturais – etapa 7.” (Alessandra Araujo).

“Definitivamente acho que todas as etapas são críticas”. (Dayna Baumeister).

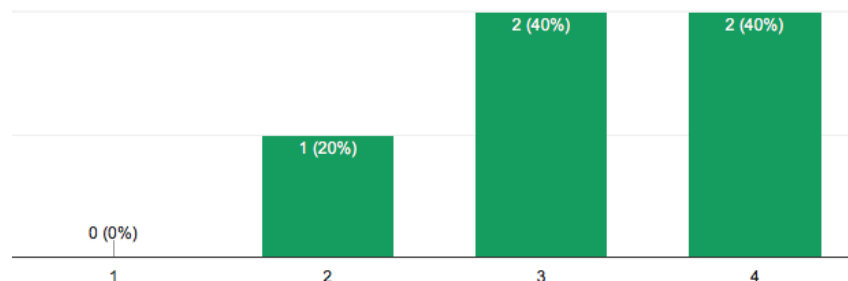
“As etapas sistêmicas mais críticas, em minha opinião, são identificar os modelos mentais e desenhar o mapa sistêmico. No biomimético, a fase do escopo (definir situação, identificar função, definir os Princípios da Vida) e entender como abstrair as estratégias dos organismos naturais”. (Erin Leitch).

“A etapa mais crítica na metodologia da biomimética é definir o contexto. Além disso, descobrir os modelos naturais e medir usando os Princípios da Vida. Mas se eu tivesse que escolher apenas uma etapa, eu diria integrar os Princípios da Vida logo no início, no contexto”. (Janine Benyus).

“A etapa mais importante e mais crítica para os biomiméticos, é a etapa dos modelos mentais, mas é importante para que possam conduzir as equipes para que saiam das suas zonas de conforto e possam identificar novos problemas. Para os sistêmicos, a etapa mais crítica seria a 6, descobrir os modelos naturais”. (Monica Cohen).

A próxima pergunta motivou os entrevistados a pensar se o Método Biomimético Sistêmico é um método suficiente para resolução de problemas. Na escala adotada, 1 corresponde à “Não/ Insuficiente” e 4 corresponde à “Sim/ Suficiente”. Os resultados são apresentados na Figura 32:

Figura 32 – Você considera o Método Biomimético Sistêmico suficiente para a resolução de problemas?



Fonte: Elaborado pela autora

Conforme apresentado, 80% dos entrevistados concordam que o método é suficiente para a resolução de problemas. Os comentários acerca desse posicionamento são:

“Sim, acho suficiente”. (Alessandra Araujo).

“Você pode resolver os problemas mas você pode ter problemas com a cultura do local para implementar novas ideias”. (Dayna Baumeister).

“Sim, eu acho suficiente”. (Erin Leitch).

“Sim, eu acho que é suficiente!”. (Janine Benyus).

“Eu colocaria nível 3 aqui, eu acredito muito no método biomimético então, confio nesse também”. (Monica Cohen).

Em seguida, os entrevistados foram questionados se adicionariam alguma etapa ao Método Biomimético Sistêmico. As respostas obtidas foram:

“Não adicionaria nenhuma etapa”. (Alessandra Araújo).

“Adicionaria a parte mais humana do design thinking, por exemplo”. (Dayna Baumeister).

“Não adicionaria etapas, mas sim ferramentas que dessem suporte para encontrar as soluções utilizando os organismos naturais. Se você está desenhando um sistema usando os princípios da natureza, que

ferramentas e apoio você necessita para visualizar e avaliar essas ideias?” (Erin Leitch).

“Adicionaria as etapas testar e prototipar a fim de trazer para a realidade a solução encontrada”. (Janine Benyus).

“Não adicionaria nenhuma etapa. Acredito que essa combinação das etapas já apresentadas oportuniza a facilidade de compreensão da biomimética por diferentes profissionais”. (Monica Cohen).

Perguntou-se, ainda, se eles retirariam alguma etapa do Método Biomimético Sistemico, ao que responderam:

“Não retiraria mas deixaria o modelo computacional como opcional para quando não estiver alinhado com o desafio e também para não assustar quem não é acostumado com esse tipo de abordagem”. (Alessandra Araújo).

“Não retiraria etapas, acho todas importantes”. (Dayna Baumeister).

“Não retiraria nenhuma etapa”. (Erin Leitch).

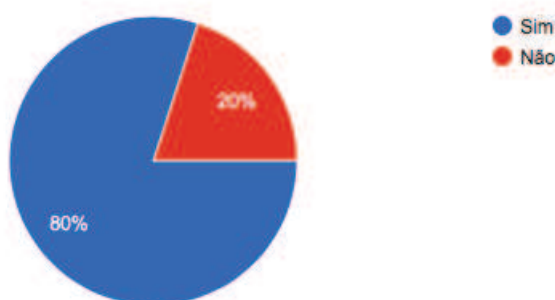
“Não retiraria nenhuma etapa”. (Janine Benyus).

“Não retiraria etapas”. (Monica Cohen).

A última questão aplicada aos especialistas perguntava se eles utilizariam o Método Biomimético Sistemico no desenvolvimento de seus projetos. 80% dos entrevistados responderam que “sim” e 20% que “não”. A resposta negativa foi dada por Dayna Baumeister, que acrescentou que, na verdade, talvez pudesse usar (a opção ‘talvez’ não existia no formulário). O fato de Dayna ter optado por essa resposta demonstra certa incoerência com suas demais respostas, nas quais concordava com a importância de complementar o Método de Pensamento Biomimético com o Método de Pensamento Sistemico. A entrevistada, inclusive, argumenta que intuitivamente traz muitos aspectos sistêmicos quando utiliza o método de Pensamento Biomimético.

A seguir, segue o gráfico com os resultados, na Figura 33, e os argumentos dos especialistas:

Figura 33 – Você utilizaria o Método Biomimético Sistêmico no desenvolvimento dos seus projetos?



Fonte: Elaborado pela autora

“Sim. Acredito que essa combinação permite entender melhor a situação porque se olharmos apenas para o contexto pode ser raso para compreendermos o problema. Além disso, os modelos mentais podem auxiliar a quebrar muitos paradigmas e as variáveis-chave complementam a função e, inclusive, instigam a revisar se a função escolhida é realmente a correta”. (Alessandra Araújo).

“Sim, eu usaria. Acredito que os modelos mentais dos times envolvidos no projeto é um dos pontos altos dessa combinação dos métodos. Essa é uma importante ferramenta de sustentabilidade para entender melhor os sistemas e, dessa forma, projetar de forma melhor e mais sustentável pensando no impacto no sistema já que consigo entender melhor o sistema”. (Erin Leitch).

“Acredito em integrar as ferramentas sistêmicas com a biomimética. Muitas das ferramentas aqui sugeridas podem funcionar bem. Falar com você sobre o Pensamento Sistêmico é bom para me recordar de tentar utilizar mais as ferramentas sistêmicas nas disciplinas e projetos. Teria uma opção de “talvez”?”. (Dayna Baumeister).

“Sim! Eu usaria. Eu adoraria trazer essa visão sistêmica para os meus projetos, será ótimo. Eu acho que vai ser excelente – principalmente considerando os modelos mentais e o mapa sistêmico”. (Janine Benyus)

“Eu usaria. Vejo este método aplicado a projetos mais práticos de arquitetura e engenharia e adoraria experimentá-lo”. (Monica Cohen).

Na próxima seção, apresenta-se a síntese das avaliações.

4.3.3 Síntese da Avaliação

O Quadro 17 apresenta a síntese dos resultados das avaliações realizadas pelos especialistas sistêmicos e biomiméticos. O Quadro apresenta as questões dos questionários sistêmico e biomimético. Além do número de entrevistados sistêmicos e biomiméticos que responderam cada questão, há, ainda, uma coluna com os resultados compilados, calculados com uma média (quando aplicável).

Quadro 17 – Síntese das respostas dos questionários

(Continua)

Questões	Resultados Entrevistas Sistêmicos	Resultados Entrevistas Biomiméticos	Resultados compilados (média quando aplicável)
A Natureza é sistêmica. Você concorda?	10	10	10
Você conhece o Método de Pensamento Biomimético (Biomimicry Thinking)? (Considerando o "sim")	4	10	7
Você já conhecia o Método de Pensamento Sistêmico? (Considerando o "sim")	10	6	8
Considerando o Método de Pensamento Biomimético, você o considera sistêmico? (Considerando o "sim")	6	N/A	6
Em sua opinião, o Método Biomimético adere com as características do que é ser sistêmico?	10	8	9
A natureza opera de forma sistêmica. Você considera o método de Pensamento Biomimético um método sistêmico? (Considerando o "sim")	6	N/A	6
O que você acha da união do Método de Pensamento Sistêmico e do Método de Pensamento Biomimético?	10	10	10
A sequência lógica do Método Biomimético Sistêmico facilita a compreensão e condução do método? (Considerando o "sim")	8	6	7
Você teve alguma dificuldade de entendimento do Método Biomimético Sistêmico? (Considerando o "sim")	6	4	5

(Conclusão)

Questões	Resultados Entrevistas Sistêmicos	Resultados Entrevistas Biomiméticos	Resultados compilados (média quando aplicável)
Quais etapas do Método de Pensamento Sistêmico você identifica que contribuem para uma melhor solução biomimética?	-		
1	8	N/A	8
2			
3			
4	8		8
5	10		10
6	2		2
7	2		2
8			
9	10		10
10	4		4
Você mudaria alguma etapa do Método Biomimético Sistêmico? (Considerando o "sim")	10	6	8
Quais etapas?	-		
1	-	4	2
2	-	2	1
3	-	-	-
4	2	2	2
5	-	-	-
6	2	-	1
7	2	2	2
8	6	4	5
9	2	2	2
10	2		1
Nenhuma		4	2
Qual(is) etapa(s) do Método Biomimético Sistêmico você considera mais crítica(s)?	-		
1	4	2	3
2	2	2	2
3	2	6	4
4	6	2	4
5	-	6	3
6	2	8	5
7	4	2	3
8	4	2	3
9		2	1
10	2	2	2
Você considera o Método Biomimético Sistêmico suficiente? (Considerando o "sim")	10	8	9
Você utilizaria o Método Biomimético Sistêmico no desenvolvimento dos seus projetos? (Considerando o "sim")	10	8	9

Fonte: Elaborado pela autora

As opiniões dos especialistas e as respectivas justificativas foram apresentadas na seção anterior. De forma geral, os resultados obtidos com as entrevistas confirmam a importância da integração dos dois métodos, visto que os 10 especialistas acreditam na união entre o Método de Pensamento Sistêmico e o Método de Pensamento Biomimético.

Além disso, os 5 especialistas biomiméticos acreditam que acrescentar etapas do Método de Pensamento Sistêmico pode trazer benefícios ao Método de Pensamento Biomimético. Reiteram a importância da etapa dos modelos mentais a fim de quebrar paradigmas e visões limitantes da equipe e de visualizar cenários futuros com a finalidade de aplicar a solução para visualizar o seu comportamento. Os especialistas comentam que trazer as etapas do pensamento sistêmico impacta positivamente no método biomimético, auxiliando a encontrar uma melhor solução. Além disso, outros aspectos como definir a situação e desenhar o mapa sistêmico foram também analisadas como etapas relevantes e complementares ao método biomimético.

Quanto à suficiência e uso do método proposto, 9 especialistas (considerando entrevistados biomiméticos e sistêmicos) afirmam que o método é suficiente para a solução de problemas complexos e que o usariam. A única especialista que discordou dessa afirmação justificou que gostaria de ver uma parte mais humana incluída na metodologia nova, no entanto reconheceu que analisar modelos mentais e elaborar o mapa sistêmico pode dar suporte para tal abordagem mais humana. A mesma especialista acrescenta, ainda, que acredita na integração das ferramentas sistêmicas com as biomiméticas e que muitas das ferramentas sugeridas para essa integração podem funcionar bem. Quando questionada se concorda com a união dos dois métodos, respondeu que “sim”.

O design do método foi bastante comentado, de forma que terá devida atenção na proposta final visto que nem todos os especialistas compreenderam a ordem das etapas ou a sequência do método. Ainda, houve os que sugeriram mudanças no design e nas cores e, inclusive, na distribuição das etapas, conforme apresentado na seção anterior.

A fim de analisar quais os termos mais citados pelos entrevistados, foi gerada a nuvem de palavras por meio do Atlas.ti, conforme apresentado na Figura 34. A

nuvem permitiu identificar os fatores mais citados e lembrados pelos entrevistados, o que indica pontos-chave de atenção ao avaliar o analisar o método.

Figura 34 – Nuvem de palavras



Fonte: Elaborado pela autora a partir do software Atlas.ti

Conforme a Figura 34, os códigos mais utilizados são design do método, distribuição de etapas, natureza é sistêmica, combinação dos métodos, etapa 5, etapa 4B, etapa 1A, potencial, oportunidade e validação. A seguir, apresentam-se os fatores críticos para o sucesso da implementação.

4.4 PROPOSTA FINAL DO MÉTODO BIOMIMÉTICO-SISTÊMICO

O método conta com 10 etapas principais que norteiam a condução de projetos sustentáveis, regenerativos e viáveis a fim de impulsionar o desenvolvimento sustentável das empresas por meio da busca de soluções sustentáveis. O método segue sendo apresentado em formato de uma teia de aranha. A forma orgânica e inspirada em uma forma da natureza permite facilidade de compreensão e aplicação do método. Além disso, gera uma intuitiva conexão com os princípios da natureza, integrando-se aos propósitos direcionadores do projeto.

Conforme sugestão dos avaliadores do método proposto, foram retiradas as linhas em branco que estavam entre as etapas e que dificultavam o entendimento da sequência do método. Além disso, foi mantido, ao lado no nome da etapa dentro da “teia de aranha”, o número e a letra correspondentes à cada etapa, a fim de facilitar o entendimento da ordem lógica das fases, permitindo que a sequência possa ser seguida por qualquer pessoa que utilizar o método sem gerar dúvidas.

Ademais, foi mantida uma tabela com a legenda e a sequência do método logo ao lado do método em formato gráfico com o desenho da teia de aranha, de modo que todos possam entender descomplicadamente o método proposto. Sendo assim, cada pessoa pode optar por conduzir o seu projeto seguindo a maneira que lhe parecer mais simples para realizar as etapas.

Ainda, seguindo as sugestões propostas pelos avaliadores, foram adicionadas duas etapas na macro etapa 10 do Método Biomimético Sistêmico: as etapas 10C, testar, e 10D, prototipar. Também foi retirada a etapa reprojeter sistema. Em termos gerais, o nome reprojeter sistemas causava desconforto e dúvidas de interpretação aos entrevistados e, portanto, foi substituída pelas etapas testar e prototipar que, além de serem claras quanto ao objetivo a que se propõem, indicam a importância de não apenas encontrar uma solução sustentável mas também de testá-la e de aplicá-la de forma prática na realidade.

A fim de mostrar como eram e como ficaram as etapas do Método Biomimético Sistêmico em sua proposta preliminar e proposta final, foi elaborado o Quadro 18, que elucida tanto os nomes das etapas quanto a ordem que lhes foi destinada.

Quadro 18 – Etapas propostas preliminar e final

MÉTODO BIOMIMÉTICO SISTÊMICO		
ETAPAS	PROPOSTA PRELIMINAR	PROPOSTA FINAL
1A	Definir situação	Definir situação de interesse
1B	Definir contexto	Definir contexto
2	Identificar função	Identificar função
3	Integrar os Princípios da Vida	Integrar os Princípios da Vida
4A	Identificar variáveis-chave	Identificar variáveis-chave
4B	Desenhar o mapa sistêmico	Desenhar o mapa sistêmico
5	Descobrir modelos naturais	Identificar modelos mentais
6A	Buscar estratégias biológicas	Descobrir modelos naturais
6B	Criar <i>brainstorm</i> de ideias bioinspiradas	Buscar estratégias biológicas
7	Emular os princípios de design	Criar <i>brainstorm</i> de ideias bioinspiradas
8	Identificar modelos mentais	Emular os princípios de design
9A	Visualizar cenários futuros	Visualizar cenários futuros
9B	Modelar em computador	Modelar em computador (opcional)
10A	Criar visão de futuro	Criar visão de futuro
10B	Medir o sucesso usando os Princípios da Vida	Medir o sucesso usando os Princípios da Vida
10C	Reprojetar o sistema	Prototipar
10D	-	Testar

Fonte: Elaborado pela autora.

Dentre as principais mudanças está a colocação, na proposta final, da etapa identificar os modelos mentais antes da etapa descobrir modelos naturais e não mais após emular os princípios de design a partir das estratégias encontradas na natureza, como ocorria na proposta preliminar. Há muitos casos em que a equipe, por não possuir biólogos ou especialistas na área de ciências biológicas, pensa não estar preparada para trabalhar com a biomimética em seus projetos. Logo, mostrar que esse viés da biomimética é acessível a todos, conecta os profissionais com o propósito de buscar uma solução sustentável baseada nos princípios da natureza. Logo, a mudança traz benefícios em termos de permitir a equipe do projeto permanecer alinhada quanto à importância de olhar para a natureza para encontrar soluções sustentáveis e inovadoras e quebrar quaisquer paradigmas limitantes que puderem prejudicar a condução do projeto

A modelagem em computador aparece na proposta final do método como opcional, de modo a não inviabilizar o uso do método devido a dificuldades em realizar essa etapa. Dessa forma, aqueles que sentem a necessidade de ter seus projetos modelados em computador, podem fazê-lo, e os que não sentem essa necessidade podem simplesmente seguir para a próxima do etapa do método sem prejudicar o desenvolvimento do projeto.

A etapa reprojetar foi avaliada por muitos especialistas, sistêmicos e biomiméticos, como uma etapa de difícil compreensão devido à sua nomenclatura. Além disso, permitia interpretações diferentes visto que não ficava claro qual é a sua aplicação; assim, a etapa foi substituída pelas etapas testar e prototipar, conforme sugestão da especialista em Biomimética Janine Benyus, que afirma que o Método de Pensamento Biomimético nem sempre é utilizado para colocar em prática uma solução encontrada e, portanto, a nova nomenclatura traz mais responsabilidade para a prática da solução. Essa sugestão complementa a visão de outros entrevistados, conforme evidenciado nas respostas, a saber, que nem sempre as soluções biomiméticas são aplicadas na realidade. Contribui, outrossim, para o desenvolvimento sustentável das empresas que buscam nessa metodologia as soluções para desafios e as oportunidades. A seguir, evidencia-se a lógica geral do método refinado.

4.4.1 Lógica Geral do Método

No Quadro 19 são apresentadas as etapas, as entradas, as ferramentas correspondentes a cada etapa e as saídas de cada etapa a fim de evidenciar as contribuições do Método Biomimético Sistêmico e de trazer entendimento sobre essas contribuições.

Quadro 19 – Lógica geral do Método Biomimético Sistêmico

(Continua)

ETAPA	MÉTODO BIOMIMÉTICO SISTÊMICO	ENTRADA	FERRAMENTAS	SAÍDA
1A	Definir situação de interesse	Visão geral do problema, questões norteadoras, identificar atores.	-	Entendimento holístico da situação em que se vai trabalhar.
1B	Definir contexto	Entendimento holístico da situação em que se vai trabalhar.	-	Definir o contexto dessa situação. Definir contexto biológico da situação.
2	Identificar função	Contexto da situação definido. Contexto biológico da situação definido.	Taxonomia Biomimética.	Identificar a função que dará origem à solução sustentável. <i>Biologizar</i> a questão referente à função.
3	Integrar os Princípios da Vida	Função que dará origem à solução sustentável. Questão referente à função <i>biologizada</i> .	Princípios da Vida.	Definir Princípios da Vida que serão norteadores do projeto.
4A	Identificar variáveis-chave	Princípios da Vida norteadores do projeto.	Princípios da Vida.	Variáveis-chave a partir dos Princípios da Vida, questão norteadora, situação de interesse e contexto.
4B	Desenhar o mapa sistêmico	Variáveis-chave a partir dos Princípios da Vida, questão norteadora, situação de interesse e contexto.	<i>Software</i> para auxiliar no desenvolvimento gráfico do mapa.	Desenho do mapa sistêmico. Compreensão holística do sistema e dos impactos e interdependências dos fatores.
5	Identificar modelos mentais	Desenho do mapa sistêmico. Compreensão holística do sistema e dos impactos e interdependências dos fatores.	Mapa Sistêmico.	Quebra de paradigmas e pensamentos limitantes. Quebra de pré-conceitos e preconceitos. Impulsiona a inovação disruptiva.
6A	Descobrir modelos naturais	Quebra de paradigmas e pensamentos limitantes. Quebra de pré-conceitos e preconceitos. Impulsiona a inovação disruptiva.	Natureza, livros, artigos, internet, <i>asknature.org</i> , conversar com especialistas como biólogos.	Encontrar os organismos naturais que podem responder à função que se quer solucionar.
6B	Buscar estratégias biológicas	Organismos naturais que podem responder à função que se quer solucionar.	Natureza, livros, artigos, internet, <i>asknature.org</i> , conversar com especialistas como biólogos.	Selecionar alguns organismos. Definir as estratégias mais importantes desses organismos que podem ser importantes para o desafio.

(Conclusão)

TAPA	MÉTODO BIOMIMÉTICO SISTÊMICO	ENTRADA	FERRAMENTAS	SAÍDA
7	Criar <i>brainstorm</i> de ideias bioinspiradas	Estratégias mais importantes dos organismos que podem ser importantes para o desafio.	Taxonomia Biomimética e Princípios da Vida.	Traduzir as estratégias biológicas em princípios de design e realizar <i>brainstorm</i> para ter ideias bioinspiradas para a solução.
8	Emular os princípios de design	Princípios de design e ideias bioinspiradas para a solução.	<i>Softwares</i> de design (opcional).	Solução biomimética.
9A	Visualizar cenários futuros	Solução biomimética.	-	Compreender como essa solução se comportará em diferentes cenários possíveis determinados pela equipe (podem ser 4 cenários).
9B	Modelar em computador (opcional)	Compreender como essa solução se comportará em diferentes cenários possíveis determinados pela equipe (podem ser 4 cenários).	<i>Software</i> de modelagem em computador. Sugestão: <i>iThink</i> .	Modelar em computador como funcionaria a solução nos diferentes cenários por meio da simulação da solução nesses cenários.
10A	Criar visão de futuro	Compreender como essa solução se comportará em diferentes cenários possíveis determinados pela equipe (podem ser 4 cenários).	-	Determinar qual dos cenários é o mais possível e quais seriam as estratégias ideais para viabilizar a solução biomimética nesse contexto.
10B	Medir o sucesso usando os Princípios da Vida	Estratégias ideais para viabilizar a solução biomimética.	<i>Checklist</i> dos Princípios da Vida.	Medir o sucesso da solução encontrada por meio do <i>checklist</i> dos Princípios da Vida. Determinar limites e oportunidades identificados.
10C	Prototipar	Estratégias de sucesso da solução por meio do <i>checklist</i> dos Princípios da Vida. Limites e oportunidades identificados.	Materiais e equipamentos necessários conforme a solução encontrada.	Realizar uma prototipagem da solução encontrada para, novamente, refinar a solução.
10D	Testar	Solução refinada.	-	Testar a solução na realidade, de forma prática e aplicada.

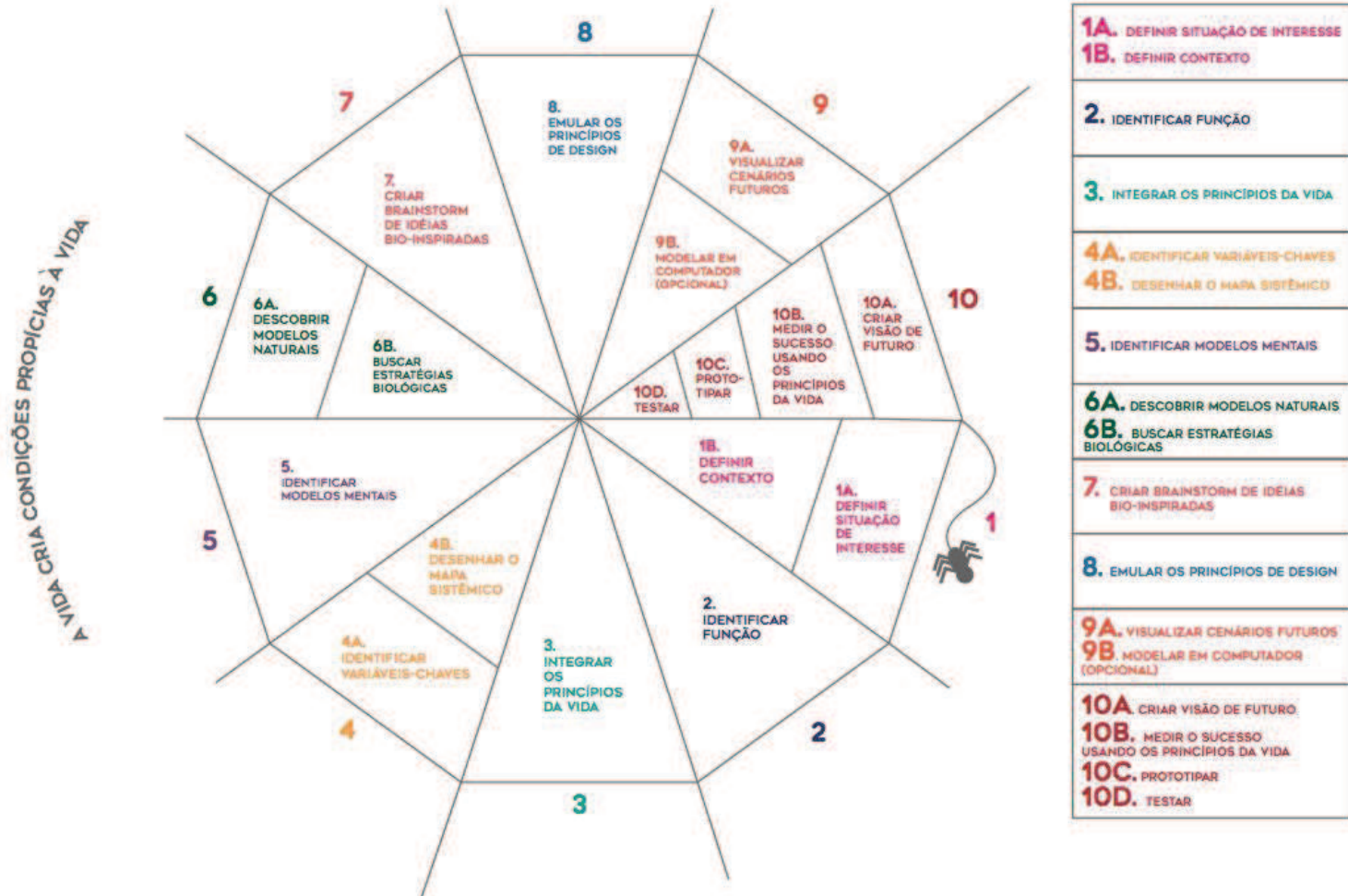
Fonte: Elaborado pela autora

Depois de compreender as entradas e as saídas do Método Biomimético Sistêmico, apresenta-se, a seguir, o modelo visual gráfico final do método proposto, ou seja, o método desenvolvido a partir da integração do Método de Pensamento Biomimético e de Pensamento Sistêmico.

O método é apresentado em seu estado funcional. Como cada uma das etapas foi detalhada anteriormente, na seção 4.2, que aborda a versão preliminar do método, são explanadas, na sequência, apenas as etapas 10C (Prototipar) e 10D (Testar), que foram acrescentadas ao método após a análise das entrevistas realizadas com os especialistas. A Figura 35, a seguir, apresenta o modelo visual final do Método Biomimético Sistêmico.

Figura 35 – Método Biomimético Sistêmico

MÉTODO BIOMIMÉTICO SISTÊMICO



Fonte: Elaborado pela autora.

Com base na Figura acima, apresentam-se as etapas 10C e 10D nas seções seguintes.

4.4.1.1 Etapa 10: Prototipar e Testar

A Etapa 10 subdivide-se em **prototipar (10A)** e em **testar (10B)**. Prototipar é tangibilizar uma ideia, é passar do abstrato para o físico de forma a representar a realidade, ainda que simplificada, e propiciar validações. A prototipagem é a fase de validação das ideias geradas. Nessa etapa, deve-se aparar as arestas e ver o que se encaixa no projeto, bem como juntar propostas e fazer. Conforme as ideias surgirem, podem ser testadas e, se validadas, até implementadas antes de o projeto terminar.

Os protótipos podem ser de vários tipos, conforme Brown (2010, p. 54):

- a) Papel - representações de interfaces gráficas com diferentes níveis de fidelidade, desde um *wireframe* desenhado à mão em pequenos pedaços de papel até uma embalagem com detalhes finais de texto e cores.
- b) Modelo de volume - representações de produtos que podem variar os níveis de fidelidade; esses protótipos têm a aparência do produto final, mas ainda não funcional. Atualmente, com as impressoras 3D, fica relativamente fácil fazer um protótipo desse tipo.
- c) Encenação - simulação improvisada de uma situação para encenar aspectos de um serviço, que pode representar desde a interação de uma pessoa com uma máquina até um simples diálogo entre pessoas, um *storyboard* - representação visual de uma história através de quadros estáticos, compostos por desenhos, colagens, fotografias ou outra técnica disponível. Ideal para que terceiros visualizem a proposta de produto ou serviço - como ele seria na prática.
- d) Protótipo de serviços - simulação de artefatos materiais, ambientes ou relações interpessoais que representem um ou mais aspectos de um serviço, de forma a desenvolver o usuário e simular a prestação da solução proposta. Ideal para mostrar os aspectos abstratos dos serviços.

Os protótipos reduzem as incertezas do projeto, pois são uma forma ágil de abandonar alternativas que não são bem recebidas, tornando a solução de problemas mais assertiva. Na prototipagem, são criados modelos de teste de produtos e serviços idealizados para o projeto. A análise da eficiência dessas propostas é muito importante e, dependendo dos resultados, o ciclo pode se repetir quantas vezes for necessário até que uma solução viável econômica e tecnologicamente seja identificada.

O teste, por sua vez, é a oportunidade de refinar as soluções e de torná-las melhores. A etapa teste é um modo iterativo para se colocar os artefatos de baixa resolução no contexto apropriado de utilização. Ao criar o protótipo, este é pensado para estar certo, no entanto, ao testá-lo, deve-se experienciá-lo como se estivesse errado. Por isso é importante a etapa teste, a fim de refinar os protótipos e soluções.

Os testes informam as próximas iterações de protótipos e, às vezes, isso significa voltar à prancheta de desenho. Além disso, o teste é mais uma oportunidade para construir empatia por meio da observação, e esse engajamento muitas vezes rende *insights* inesperados. Às vezes, o teste revela que a solução não foi encontrada e que o problema não estava corretamente enquadrado.

Essa fase é crucial e ajuda a identificar melhorias significativas, auxiliando a perceber as falhas para resolver quaisquer deficiências. Durante essa fase, é importante evoluir a ideia para a solução esperada. Nessa etapa, também deve-se definir direcionadores estratégicos, planejar ações e reprojeter o sistema, se necessário. Definir direcionadores estratégicos tem como meta elaborar caminhos estratégicos úteis para serem usados como entrada no planejamento estratégico. Planejar ações visa à elaboração de um plano de projetos e ações para alavancar o sistema e direcioná-lo ao alvo desejado. Reprojetar o sistema é planejar alterações na estrutura, visando a alcançar os resultados desejados, considerando as consequências sistêmicas dessas alterações.

Embora esta seja a última etapa do método, novos elementos, como enlaces, podem ser adicionados ao mapa sistêmico, ou mesmo quebrados, no caso de ligações que produzam impactos indesejáveis. Essas ações devem ser apoiadas no princípio da alavancagem, no qual a ação em um determinado ponto reflete em efeitos em muitas partes do sistema. (SERRANO, 2003). Além disso, é importante considerar os limites e as oportunidades analisados na etapa anterior para, então, verificar o sucesso da solução encontrada e adequar o sistema para tal mudança.

A seguir, são apresentadas as considerações finais desta pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo propor um novo método a partir da integração do Método de Pensamento Sistêmico e do Método de Pensamento Biomimético. Nesse sentido, a pesquisa cumpriu a proposta. Além disso, também respondeu à questão de pesquisa que indagava como seria um método resultante da integração do Pensamento Sistêmico e do Pensamento Biomimético que visasse à construção de soluções sustentáveis a fim de contribuir para o desenvolvimento de empresas com a facilitação de acesso a soluções sustentáveis para diferentes desafios e oportunidades de projetos.

Ademais, o trabalho atendeu aos objetivos específicos que eram: analisar os métodos de Pensamento Sistêmico e Pensamento Biomimético e propor ações preliminares para melhoria do desempenho do método proposto nos quesitos críticos identificados. Esses objetivos foram alcançados visto que foi realizada a análise dos Métodos de Pensamento Sistêmico e de Pensamento Biomimético, a fim de compreender de que forma poderiam ser integrados e de que forma poder-se-ia instrumentalizar o método de Pensamento Biomimético para que, além de uma solução sustentável, ele fosse também uma solução sistêmica.

A avaliação do método proposto por especialistas sistêmicos e especialistas biomiméticos, que se destaca pela excelência, e a avaliação da autora do trabalho, permitiram a análise do método preliminar com a finalidade de propor ações preliminares para melhoria do desempenho do método em quesitos críticos identificados. Após a avaliação, houve o refinamento do método preliminar e a apresentação da versão final.

Dentre os diversos autores usados como referência para a elaboração deste trabalho, destacam-se Benyus (2006), Andrade et. al (2006) e Baumeister (2013), pelas ideias diferenciadas que valorizam a natureza e os sistemas, tomando-os como exemplos para as indústrias e para as comunidades humanas. Este trabalho abordou temas como Biomimética, Pensamento Sistêmico, Método do Pensamento Biomimético e Método do Pensamento Sistêmico, e propôs um novo método, o Método Biomimético Sistêmico.

A pesquisa mostra a importância da interdependência aplicada também aos negócios, tendo como inspiração a natureza. Na natureza cíclica dos processos

ecológicos, o foco das empresas deixa de ser apenas o posicionamento, e passa a ser também o propósito, ou seja, o desenvolvimento sustentável. As ideias pretendem melhorar a vida no planeta e também a vida das pessoas, de maneira que não basta à empresa ser rentável, é preciso que tenha valor compartilhado e que agregue valor ao mundo. Ao propor o Método Biomimético-Sistêmico, inicialmente, buscou-se identificar, na revisão da literatura, o Método de Pensamento Sistêmico e o Método de Pensamento Biomimético.

Nessa revisão, foram analisados aspectos e características de cada um dos métodos. O resultado indica que há potencial para a integração dos dois métodos consolidados, porém eles ainda não foram formalmente combinados. Os quadros síntese dos métodos e das etapas estão explicados neste trabalho.

O Método de Pensamento Sistêmico orienta os resultados no tempo e no espaço, contribuindo para a quebra de modelos mentais. Ademais, a ferramenta de visualizar cenários também é relevante no que tange à complementar o Método de Pensamento Biomimético. O Método de Pensamento Biomimético oportuniza olhar diretamente à natureza para encontrar as soluções de problemas industriais e humanos. Dessa forma, contribui para que se encontrem soluções.

Portanto, o novo Método Biomimético Sistêmico tem competência para ser uma ferramenta que possibilita encontrar soluções sustentáveis que colaborem com o desenvolvimento sustentável e com a inovação. Outrossim, a integração dos métodos pode permitir a quebra de modelos mentais que limitem a inovação na empresa e auxiliar na prática de soluções sustentáveis encontradas por meio das etapas de visualização de cenários, visão de futuro, prototipagem e teste.

Dessa forma, o método proposto orienta e contempla princípios e práticas que contribuem para o desempenho sustentável da empresa por meio da compatibilidade com o desenvolvimento sustentável da sociedade, induzindo as empresas a irem além de suas obrigações legais e incentivando para que sejam parte do desenvolvimento sustentável como um todo. Conforme Sterman (2000, p. 21),

A maioria das pessoas pensa na complexidade em termos do número de componentes de um sistema ou do número de combinações que se deve considerar para tomar uma decisão [...], mas a complexidade reside em encontrar a melhor solução de um número astronômico de possibilidades.

Ao otimizar recursos e energia e produzir em ciclos fechados, reconhece-se o impacto das ações individuais para o planeta. Entender a interdependência das relações é, portanto, essencial para a existência dos seres humanos e para a existência das empresas. Logo, é possível que uma empresa saudável financeiramente possa existir em um planeta saudável. Ismail et. al (2015, p. 48) reiteram que

Talvez o atributo mais importante para uma organização em termos de aprendizagem seja a experimentação, o que é particularmente difícil para as grandes organizações, uma vez que elas tendem a se concentrar na execução em vez de na inovação.

No entanto, Ismail et. al (2015) fundamentam que em um mundo volátil, o entendimento que a organização tem sobre o mundo exterior imprescindivelmente deve acompanhar a realidade, e isso requer que se assumam riscos. Segundo Diamandis e Kotler (2012, p. 51) “o atual mundo global e exponencial é bem diferente daquele que nosso cérebro evoluiu para entender”.

Sendo assim, considerando as grandes mudanças que ocorrem constantemente e exponencialmente, acredita-se que a biomimética e o pensamento sistêmico sejam dois desses agentes que promovem esse tipo de transformações em empresas e na sociedade, com impactos revolucionários e positivos. Os riscos de se trabalhar com inovação sempre existirão, no entanto, a empresa deve ousar corrê-los se tem como objetivo progredir, evoluir e continuar existindo. Os líderes visionários que antecipadamente entenderem, conectarem e, principalmente, praticarem os conceitos de inovação, sustentabilidade e tecnologia, estarão e permanecerão em destaque, à frente de seu tempo, comandando empresas sadias em um planeta saudável.

5.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Embora este trabalho tenha atendido aos objetivos geral e específicos e respondido à questão de pesquisa, cabe levantar algumas limitações identificadas no percurso, já que não foram consideradas as dimensões sociais e econômicas para compor o método combinado.

Devido aos prazos impostos para a realização deste estudo, não foi praticável submeter as adequações realizadas no método proposto a uma revalidação dos especialistas. Por isso, o refinamento do método ficou limitado à compreensão e às análises das entrevistas realizadas pela pesquisadora. Espera-se que novas aplicações, avaliações e refinamentos possam oportunizar novos conhecimentos e pontos de vista, contribuindo com o aprimoramento deste artefato e com o avanço do desenvolvimento sustentável. Embora tenham sido identificados tais elementos limitadores, a relevância do trabalho não fica comprometida. Na próxima seção, apresentam-se sugestões para trabalhos futuros.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No decurso deste trabalho foram identificadas oportunidades para trabalhos futuros. Essas sugestões são apresentadas a seguir:

- a) aplicação do método em indústrias de diferentes setores e segmentos a fim de validá-lo em diferentes áreas;
- b) refinamento do método proposto e/ou adição de outras etapas a fim de caracterizá-lo com outras abrangências;
- c) proposta de etapas baseadas nas dimensões sociais e econômicas para avaliar a totalidade do desempenho da atividade industrial.

As sugestões propostas visam a minimizar os impactos ambientais e a atualizar estratégias de inovação, tecnologia e sustentabilidade em atividades industriais. A criatividade é também um diferencial relevante para que se tenha sucesso na aplicação do método proposto, pois é preciso um pensamento não linear a fim de que as novas ideias surjam possibilitando a construção de soluções que apresentem melhores resultados.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, Neusa Maria Costa; COLUCI, Marina Zambon Orpinelli. Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. *Ciências & saúde coletiva*. Ed. 16(7):3061-3068. Campinas – São Paulo, 2011. Documento em PDF.
- ÁLVARES, Antônio; BARBIERI José; CAJAZEIRA Jorge. *Gestão De Ideias Para Inovação Contínua*. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- ANDRADE, Aurélio L. *Pensamento Sistêmico*: um roteiro básico para perceber as estruturas da realidade organizacional. *REAd – Revista Eletrônica de Administração*, Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Junho de 1997.
- ANDRADE, Aurélio L. et al. *Pensamento sistêmico, caderno de campo*: o desafio da mudança sustentada nas organizações e na sociedade. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- ANDRADE, Aurélio L. *O curso do pensamento sistêmico*. São Paulo: Digital Publish: Print, 2014.
- ARRUDA, Amilton J. V. O que é Biônica?. In: *Revista Arte Comunicação*. v.1, n.1, p.19-24, jun. 1994. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 1994.
- BARBIERI, J. C. Organizações inovadoras sustentáveis. In: BARBIERI, J. C.; SIMANTOB, M. *Organizações Inovadoras Sustentáveis*: uma reflexão sobre o futuro das organizações. São Paulo, Atlas, 2007.
- BARBIERI et al. Inovação e Sustentabilidade: novos modelos e proposições. *RAE*. v. 50, n. 2, p.146-154, abr./jun. 2010. São Paulo. Disponível em: <http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/10.1590_s0034-75902010000200002.pdf>. Acesso em 10 de nov. 2017.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BAUMEISTER, Dayna. *Biomimicry resource handbook*: a seed bank of best practices. Missoula: Printed in the United States of America, 2013.
- BELLEN, Hans M. van. *Indicadores de sustentabilidade*: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2005.
- BELLIA, Vitor. *Introdução à economia do meio ambiente*. Brasília, DF: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1996.
- BENDER, Fabiano. *O Uso do Pensamento Sistêmico e Planejamento de Cenários Como Ferramenta para Análise de Possibilidade de Expansão de Negócios*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2015. Documento em PDF.

BENYUS, Janine. *Biomimética, inovação inspirada pela natureza*. São Paulo: Cultrix, 2006.

BENYUS, Janine. Biomimicry: Innovation inspired by nature. In: BENYUS, J. M. *Echoing nature*. New York: HarperCollins, 1997.

BENYUS, Janine. Biomimicry: what would nature do here?. In: THE BIONEERS SERIES. *Nature's operating instructions: the true biotechnologies*. Edited by Kenny Ausubel with J. P. Harpignies. Foreword by Paul Hawken. San Francisco, CA: Sierra Club Books, 2004. p. 3-16.

BROWN, Tim. *Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BRYMAN, Alan. *Research methods and organization studies*. New York, NY: Taylor & Francis, 1989.

BUENO, Francisco da Silveira. *Minidicionário da Língua Portuguesa/Francisco da Silveira Bueno*. Ed. Rev. e atual. por Helena Bonito C. Pereira, Rena Signer. São Paulo: FTD:LISA, 1996.

BUSHAN, Bharat. Biomimetics: lessons from nature – an overview. In: Phil. Trans. R. Soc. A. 2009, v. 367, n. 1893, p.1445-1486.

CAPRA, Fritjof. *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 2008.

CAPRA, Fritjof. *O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente*. São Paulo: Cultrix, 2007.

CARVALHO, Monise. Vidro que evita a colisão de pássaros: você sabia que existe vidro que evita a colisão de pássaros?! Existe sim!! *All About That Glass*, [S.I.], Nov. 19, 2015. Disponível em: <<http://allaboutthatglass.com/vidro-que-evita-a-colisao-de-passaros/>>. Acesso em: 15 de abril, 2017.

CATTANO, C.; NIKOU T.; KLOTZ, L. Teaching systems thinking and biomimicry to civil engineering students. *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice*, Reston, v.137, n. 4, Oct. 2011.

COGO, G. A. R. et al. Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P): um instrumento a favor da sustentabilidade na administração pública. *XXXII Encontro Nacional De Engenharia De Produção*. Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, 15 a 18 de Out. 2012. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012_TN_STO_167_969_20065.pdf>. Acesso em: 1 de outubro de 2017.

COLLINS, Katherine. *The Nature of Investing: resiliente investment strategies through biomimicry*. Brooklyn: Bibliomotion, Inc. 2014.

COLLIS, Jill; HUSSEY, Roger. *Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

DANIEL, Anne-Marie. Climax ecosystems: looking to nature to optimize your company culture. *Sustainable Brands*, San Francisco, 31 maio 2017. Disponível em: <http://www.sustainablebrands.com/news_and_views/organizational_change/anne-marie_daniel/climax_ecosystems_looking_nature_optimize_you>. Acesso em: 12 jun. 2017.

DELUCA, Denise. *[Re] Aligning with nature: ecological thinking for radical transformation*. Ashland, Oregon: White Cloud Press, 2016.

DEUS, André Diehl de. *Desenvolvimento de um método de análise e proposição de indicadores sistêmicos para avaliação de fornecedores*. 2011. 218 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2011. Documento em PDF.

DEYOUNG, Donald; HOBBS, Derrik. *Discovery design: searching out the creator's secrets*. United States of America, Green Forest: Master Books, 2009.

DIAMANDIS, Peter H.; KOTLER, Steven. *Abundância: o futuro é melhor do que você imagina*. São Paulo: HSM, 2012.

DOAN, Abigail. *Biomimicry's Cool Alternative: Eastgate in Zimbabwe*. Nov. 2012. Disponível em: <https://inhabitat.com/building-modelled-on-termites-eastgate-centre-in-zimbabwe/>. Acesso em: 24 jun. 2017.

DRESCH, Aline et al. *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Porto Alegre: Bookman, 2015.

FRIEND, Gil; with Nicholas Kordesch and Benjamin Privitt. *The truth about green business*. Upper Saddle River, New Jersey: FT Press, 2009.

GOODMAN, M. Systems thinking: what, why, when, where, and how? *The Systems Thinker*, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 5-7, 1997.

GOODMAN, M.; KARASH, R. Six steps to thinking systemically. *The Systems Thinker*, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 16-18, 1995.

GRUBER, Petra. *Biomimetics in Architecture*. Strauss GmbH, Mörlenbach, Alemanha: Springer Wien New York, 2013.

HEMENWAY, Priya. *Divine proportion: phi in art, nature and science*. Köln: Evergreen GmbH, 2010.

ISMAIL, Salim et al. *Organizações Exponenciais: por que elas são 10 vezes melhores, mais rápidas e mais baratas que a sua (e o que fazer a respeito)*. São Paulo: HSM Editora, 2015.

KLIPPEL, Marcelo et al. A Pesquisa em administração com o uso de softwares QDA (Qualitative Data Analysis). In: *Simpósio sobre excelência em gestão e tecnologia - seget*, 1., 2004, Rezende - RJ. Anais eletrônicos do SEGeT. Resende: Associação Educacional Dom Bosco – AEDB, 2004. Disponível em: <<http://biblioteca.gpi.ufrj.br/xmlui/handle/1/138>>. Acesso em: 03 jul. 2016.

KRUEGER, R. A. *Focus groups: a practical guide for applied research*. 2. ed. Thousand Oaks, SAGE Publications, 1994.

LACERDA, Daniel Pacheco et al. Algumas caracterizações dos métodos científicos em engenharia de produção: uma análise de periódicos nacionais e internacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 27., 2007, Foz do Iguaçu – PR. Anais Eletrônicos do ENEGEP. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2007. Disponível em: <<http://biblioteca.gpi.ufrj.br/xmlui/handle/1/97>>. Acesso em: 30 out. 2017.

LACERDA, D. P. et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gestão e Produção*, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LARKIN, A. *Environmental debt: the hidden costs of a changing global economy*. 1. ed. Nova Iorque: Palgrave Macmillan, 2013.

LEONARD, Annie. *A história das coisas: da natureza ao lixo, o que acontece com tudo o que consumimos*. Rio de Janeiro: J. Zahar, 2011.

LIMA, A. M. de. ; ANDRADE, M. G. de. A natureza e sua interface com o design. ANAIS DO P&D DESIGN 2002 – 1o Congresso Internacional de Pesquisa em Design. 5o Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Associação de Ensino de Design do Brasil (Textos referentes à sessão técnica Ecodesign). Vol. 3. Rio de Janeiro: AEnD-BR, 2002.

LIYANAGE, Asha N. *Biomimicry as a metaphor for perfect integration in sustainability: nature, biomimicry, perfect integration, sustainability*. Saarbrücken: Lap Lambert Academic Publishing AG & Co. KG, 2010.

MANSON, N. J. Is operations research really research? *Orion*, [S.l.], v. 22, n. 2, p. 155-180, 2006.

MANZINI, Eduardo José. *Uso da entrevista em dissertações e teses produzidas em um programa de pós-graduação em educação*. Revista Percurso. Maringá, v. 4, n. 2, 2012.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. *Decision support systems*, v. 15, p. 251–266, 1995.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos de metodologia científica*. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MARTINS, Gilberto de Andrade. *Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MENEZES, Felipe M. *Proposta de desenvolvimento de um método sistêmico de formulação estratégica integrando planejamento estratégico, pensamento sistêmico e planejamento por cenários*. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2008.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. *Metodologia de pesquisa em engenharia de*

produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. *Revista Economia e Desenvolvimento*, n° 16, 2004. Disponível em: http://w3.ufsm.br/depcie/arquivos/artigo/ii_sustentabilidade.pdf

MORANDI, Maria Isabel Wolf Motta et al. Foreseeing Iron Ore Prices Using System Thinking and Scenario Planning. *Systemic Practice and Action Research*. Jun. 2014, v.27, n.3, p.287–306.

MORANDI, Maria Isabel Wolf Motta; CAMARGO, Luis Felipe Riehs. Revisão sistemática da literatura. In: DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel P.; ANTUNES JR, José A. Valle. *Design science research: método e pesquisa para avanço da ciência e da tecnologia*. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MOREIRA, Gabriela. *Cenários sistêmicos: proposta de integração entre princípios, conceitos e práticas de pensamento sistêmico e planejamento por cenários*. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2005.

MUELLER, Tom. Biomimetics design by nature: what has fans like a whale, skin like a lizard, and eyes like a moth? The future of engineering. *National Geographic*, Apr. 2008. Disponível em: <http://ngm.nationalgeographic.com/2008/04/biomimetics/tom-mueller-text>. Acesso em: 13 dez. 2015.

MUNARI, Bruno. *Das Coisas Nascem Coisas*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

NETO, Secundino Luis Henrique Corcini. *Proposição de um Roadmap para a Implantação da Abordagem do Pensamento Sistêmico em Organizações*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2010.

OLIVEIRA, Emilio; LANDIM, Paula. *Biônica e Biomimética: diferenças e aproximações à luz da sustentabilidade*. Simpósio Brasileiro de Design Sustentável, 2011 set 11-13, Recife. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2011.

PAPANECK, Victor. *Design for the real world*. New York Ed. Bantam boks, 1971.

PAULI, Gunter. *A Economia azul: 10 anos, 100 inovações, 100 milhões de empregos*. Curitiba: IESDE Brasil, 2014.

PAULI, Gunter. *Emissão zero: a busca de novos paradigmas, o que os negócios podem oferecer à sociedade*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.

PAUW, I. C. et al. Nature-Inspired Design Strategies In Sustainable Product Development: a case-study of student projects. *International Design Conference - Design 2012*. Dubrovnik, Croatia, May 21 - 24, 2012.

PAUW, I. C. et al. Comparing Biomimicry and Cradle to Cradle with Ecodesign: a case study of student design projects. *Journal of Cleaner Production*, Volume 78. Sep 1, 2014.

RAMOS, Jaime; SELL, Ingeborg. *A Biônica no Projeto de Produtos*. Prod., São Paulo, v. 4, n. 2, Dec. 1994. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65131994000200001&script=sci_arttext>. Acesso em: 27 nov. 2017.

Reed-Hill, R. E. *Princípios de Metalurgia Física*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982.

ROSENDAHL, S.. *A Disciplina de Biônica no Curso de Design na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias*. Caleidoscópio - Revista de Comunicação e Cultura, América do Norte, Jul. 2011. Disponível em: <<http://revistas.ulusofona.pt/index.php/caleidoscopio/article/view/2294/1803>>. Acessado em: 27 nov. 2017.

SALLES, Guilherme G. et al. Proposta de método de análise sistêmica de processos para apoio à gestão das operações de uma organização. In: *ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 31., Belo Horizonte, 2011. *Inovação tecnológica e propriedade intelectual: desafios da engenharia de produção na consolidação do Brasil no cenário econômico mundial*. Belo Horizonte, 2011.

SCHNEIDER, Beat. *Design – Uma introdução*. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. *Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental*. São Paulo: Atlas, 2010.

SENGE et al. *Learning for sustainability*. Cambridge: SoL (Society for Organizational Learning Inc.), 2006.

SENGE, P. M. *A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende*. Rio de Janeiro: Best Seller, 2009.

SERRANO, Rosiane. *Utilização do pensamento sistêmico e planejamento por cenários em setores produtivos: uma aplicação no setor de vestuário na região do Alto Uruguai*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2013.

SCHWARTZ, P. *A arte da visão de longo prazo: planejando o futuro em um mundo de incertezas*. São Paulo: Best Seller, 2000.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 4. ed. rev. e atual. Florianópolis: Ed. UFSC, 2005. Disponível em: <http://www.tecnologiadeprojetos.com.br/banco_objetos/%7B7AF9C03E-C286-470C-9C07-EA067CECB16D%7D_Metodologia%20da%20Pesquisa%20e%20da%20Disserta%C3%A7%C3%A3o%20UFSC%202005.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.

SIVAKUMAR, N.; BALASUBRAMANYA, Aravind; SUNDARESAN, C. N. Sustainable

Supply Chain Excellence: a biomimetic perspective. *The IUP Journal of Supply Chain Management*, Vol. IX, N.1, Set. 2012.

SOARES, M. A. R. *Biomimetismo e Ecodesign: Desenvolvimento de uma ferramenta criativa de apoio ao design de produtos sustentáveis*. Lisboa. Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2008.

STERMAN, John D. *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. Columbus, OH: McGraw-Hill Higher Education, 2000.

TAKEDA, H. et al. Modeling Design Processes. *AI Magazine*, v. 11, n. 4, p. 37–48, 1990.

TIGRE, Paulo. *Gestão da Inovação: a economia da tecnologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TIMPSON, W. M. et al. *147 tips for teaching sustainability. connecting the environment, the economy, and society*. Madison, WI: Atwood, 2006.

TOMASZEWSKI, Lissandra Andréa. *Processo de indução do desenvolvimento econômico no município de Passo Fundo/RS: uma análise a partir da ótica dos ecossistemas de negócios*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2014.

VIDRO que evita a colisão de pássaros.html. 2015. Altura: 300 pixels. Largura: 600 pixels. 20,9 Kb. Formato HTML. Disponível em: <<http://allaboutthatglass.com/vidro-que-evita-a-colisao-de-passaros/>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

VINCI, L. D. *Da Vinci por ele mesmo!* tradutor Marcos Malvezi. São Paulo: Madras, 2004.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. *Our ecological footprint*. Gabriola Island, BC and Stony Creek, CT: New Society Publishers, 1996.

WAHL, D. C. *Bionics vs. biomimicry: from control of nature to sustainable participation in nature*. In C. A. Brebbia (Ed.), *Design and Nature III: Comparing Design in Nature with Science and Engineering*, v. 87. p.289-298, WIT Press, 2006.

YIN, Robert. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

YIN, Robert. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICE A – PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Para realizar a revisão sistemática da literatura, as buscas ocorreram visando estabelecer relação com o tema deste trabalho conforme apresentado no capítulo 1.3, onde se apresenta a Justificativa deste trabalho. No Quadro 20 é apresentado o Protocolo da Revisão Sistemática da Literatura a fim de mostrar a estratégia de busca desse trabalho.

Além disso, a Tabela 1 mostra os resultados obtidos através da busca nas bases de dados com os termos em português, e a Tabela 2 apresenta os resultados obtidos através dessa busca nas bases de dados utilizando os termos em inglês.

Quadro 20 – Protocolo da Revisão Sistemática da Literatura

PROTOCOLO PARA REVISÕES SISTEMÁTICAS			
Framework Conceitual	O presente trabalho aborda de forma original o uso de dois métodos consolidados porém não formalmente combinados. O Pensamento Biomimético é um método de solução de problemas enquanto o Pensamento Sistêmico permite a compreensão holística do problema e os seus impactos de forma integral, no tempo e no espaço.		
Contexto	A partir da integração do Pensamento Sistêmico e do Pensamento Biomimético, a pesquisa estrutura e identifica as relações sistêmicas e o impacto no tempo e no espaço de uma solução biomimética e sustentável, atuando também na quebra de modelos mentais que possam dificultar olhar para a natureza como fonte de inspiração e a possibilidade de avaliar diferentes cenários para a solução encontrada.		
Horizonte	Estudos publicados a partir de 1990 (até 2016).		
Correntes Teóricas	Biomimética e Pensamento Sistêmico.		
Idiomas	Os idiomas considerados no processo de busca foram: Português e Inglês.		
Questão de Revisão	Como seria um método integrativo do Pensamento Sistêmico e do Pensamento Biomimético para a construção de soluções sustentáveis?		
Estratégia de Revisão	<input type="checkbox"/> Configurativa <input checked="" type="checkbox"/> Agregativa		
Critérios de Busca	Critérios de Inclusão: Aplicação da Biomimética em desenvolvimento de processos;		
	Critérios de Exclusão: Desenvolvimento de Produtos; Viés ortodôntico; Viés Biomédico; Aplicação da biomimética fora do escopo do trabalho;		
Termos de Busca	Biomimética (Biomimicry), Pensamento Sistêmico (Systems Thinking), Pensamento Biomimético (Biomimicry Thinking), Combinação de Métodos (Combination of Methods), Mineração (Mining Industry).		
	Pensamento Sistêmico AND Pensamento Biomimético (Systems Thinking AND Biomimicry Thinking), Pensamento Sistêmico AND Mineração (Systems Thinking AND Mining Industry), Pensamento Biomimético AND Mineração (Biomimicry Thinking AND Mining Industry).		
Fontes de Busca:			
Base de Dados:	Anais:	Internet:	Outras:
<input checked="" type="checkbox"/> Periódicos Capes	<input type="checkbox"/> ENEGEP	<input checked="" type="checkbox"/> Google Acadêmico	
<input checked="" type="checkbox"/> EBSCO			
<input type="checkbox"/> Web of Science			
<input type="checkbox"/> Scopus Elsevier			
<input type="checkbox"/> Scielo			
<input type="checkbox"/> ProQuest			
<input type="checkbox"/> Emerald			

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 1 – Busca Base de Dados 1

BASE DE DADOS	Ano Publicações	Número de Publicações	Número de Publicações	Número de Publicações	Número de Publicações	Número de Publicações	Número de Publicações	Número de Publicações
Busca	1990 - 2016	Biomimética	Pensamento Sistêmico	Pensamento Biomimético	Pensamento Sistêmico AND Pensamento Biomimético	Pensamento Sistêmico AND Mineração	Pensamento Biomimético AND Mineração	Combinação de Métodos (*apenas no AB Resumo)
EBSCO <i>host</i>		93	6	–	–	–	–	42
Academic Search Complete		27	6	–	–	–	–	11
Business Source Complete		–	1	–	–	–	–	1
Environment Complete		2	–	–	–	–	–	4
Regional Business News		–	–	–	–	–	–	–
GreenFILE		–	–	–	–	–	–	–
Academic Search Premier		32	6	–	–	–	–	13
Academic Search Elite		32	6	–	–	–	–	13
Information Science & Technology Abstracts		–	–	–	–	–	–	–
CAPES	1990 - 2016	35	27	–	–	–	–	2


Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 2 – Busca Base de Dados 2

BASE DE DADOS	Ano Publicações	Número de Publicações	Número de Publicações	Número de Publicações	Número de Publicações	Número de Publicações	Número de Publicações	Número de Publicações
Busca	1990 - 2016	Biomimicry	Systems Thinking	Biomimicry Thinking	Systems Thinking AND Biomimicry Thinking	System Thinking AND Mining Industry	Biomimicry Thinking AND Mining Industry	Combination of Methods (*apenas no AB Resumo)
EBSCO <i>host</i>		1.023	25.560	–	–	–	1	63.437
Academic Search Complete		192	4.399	–	–	–	–	12.416
Business Source Complete		100	3.098	–	–	–	–	1.493
Environment Complete		44	369	–	–	–	–	2.037
Regional Business News		–	–	–	–	–	–	–
GreenFILE		–	–	–	–	–	–	–
Academic Search Premier		323	8.763	–	–	–	–	23.656
Academic Search Elite		323	8.735	–	–	–	–	23.241
Information Science & Technology Abstracts		–	–	–	–	–	–	–
CAPES	1990 - 2016	188	2.100	–	–	–	1	1.390

Fonte: Elaborado pela autora

**APÊNDICE B – TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)
E WRITTEN INFORMED CONSENT FORMS (WICF)**

 **Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezada Sra. Alessandra Araujo,

Meu nome é Gaúze Catuzi Bucco, sou Mestranda do Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção e Sistemas, na Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. A presente pesquisa está sob a supervisão do Professor Dr. Daniel Pacheco Lacerda e servirá como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

O principal objetivo desta pesquisa é a Proposição do Método Biomimético Sistêmico a partir do uso combinado do Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistêmico que será validado com uma aplicação prática em uma empresa da área da mineração, para isso é imprescindível a validação do método por especialistas nos temas abordados. Sua participação envolve uma reunião com entrevistas e esclarecimentos do método proposto e em seguida responder um formulário para validação do método. Se o(a) Sr(a) consentir e seu nome será exposto no trabalho, caso prefira que o seu nome não apareça porém, ainda assim, pode contribuir com a validação do método, há também esta opção. Abaixo as opções de participação. A participação nesta pesquisa é voluntária e se você decidir não participar, ou quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Mesmo não sendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a validação de um novo método em estudo e para a produção de conhecimento científico. Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pela pesquisadora pelo telefone (51) 981883229 ou e-mail gauzebucco@gmail.com.

Agradecemos,

Gaúze Catuzi Bucco Assinatura da aluna São Leopoldo, RS, Brasil 14 de junho 2012
Local e data

Consinto em participar desta pesquisa, com entrevista gravada, e declaro ter recebido uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. **Autorizo a divulgação do meu nome e informações profissionais.**

Não quero participar desta pesquisa, com entrevista gravada, e declaro ter recebido uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. **Não autorizo a divulgação do meu nome e informações profissionais.**

Nome do participante: ALESSANDRA S. ARAUJO

Assinatura do participante: Araujo

Local e Data: São Paulo, 16 de junho 2012



Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezada Sra. Ana Carolina Francisco,

Meu nome é Giane Cauzzi Brocco, sou Mestranda do Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção e Sistemas, na Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. A presente pesquisa está sob a supervisão do Professor Dr. Daniel Pacheco Lacerda e servirá como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

O principal objetivo desta pesquisa é a Proposição do Método Biomimético Sistemico a partir do uso combinado do Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistemico que será validado com uma aplicação prática em uma empresa da área da mineração, para isso é imprescindível a validação do método por especialistas nos temas abordados. Sua participação envolve uma reunião com entrevista e esclarecimento do método proposto e em seguida responder um formulário para validação do método. Se o(a) Sr(a), consentir o seu nome será exposto no trabalho; caso prefira que o seu nome não apareça porém, ainda assim, pode contribuir com a validação do método, há também essa opção. Abaixo as opções de participação. A participação nessa pesquisa é voluntária e se você decidir não participar, ou quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a validação de um novo método em estudo e para a produção de conhecimento científico. Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pela pesquisadora pelo telefone (51) 981883229 ou e-mail gcauzzibrocco@gmail.com.

Atenciosamente,

Giane Cauzzi Brocco
Assinatura da aluna

São Leopoldo, RS, Brasil 14 de junho
Local e data 2017

Consinto em participar desta pesquisa, **com entrevista gravada**, e declaro ter recebido uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. **Autorizo** a divulgação do meu nome e informações profissionais.

Consinto em participar desta pesquisa, **com entrevista gravada**, e declaro ter recebido uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. **Não autorizo** a divulgação do meu nome e informações profissionais.

Nome do participante:

Assinatura do participante: *[Assinatura]*
Local e Data: *São Leopoldo, 09 junho 2017*



Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

TÉRMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado Sr. André Diehl,

Meu nome é Giane Cauzzi Brocco, sou Mestranda do Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção e Sistemas, na Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. A presente pesquisa está sob a supervisão do Professor Dr. Daniel Pacheco Lacerda e servirá como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

O principal objetivo desta pesquisa é a Proposição do Método Biomimético Sistêmico a partir do uso combinado do Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistêmico que será validado com uma aplicação prática em uma empresa da área da mineração, para isso é imprescindível a validação do método por especialistas nos temas abordados. Sua participação envolve uma reunião com entrevista e esclarecimento do método proposto e em seguida responder um formulário para validação do método. Se o(a) Sr(a), consentir o seu nome será exposto no trabalho; caso prefira que o seu nome não apareça porém, ainda assim, pode contribuir com a validação do método, há também essa opção. Abaixo as opções de participação: A participação nessa pesquisa é voluntária e se você decidir não participar, ou quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a validação de um novo método em estudo e para a produção de conhecimento científico. Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pela pesquisadora pelo fone (51) 981883229.

Atenciosamente,

Giane Cauzzi Brocco
Assinatura da aluna

São Leopoldo, RS, Brasil 14 de junho 2017
Local e data

Consinto em participar desta pesquisa, com entrevista gravada, e declaro ter recebido uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Autorizo a divulgação do meu nome e informações profissionais.

Consinto em participar desta pesquisa, com entrevista gravada, e declaro ter recebido uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Não autorizo a divulgação do meu nome e informações profissionais.

Nome do participante:

André Diehl de Deus

Assinatura do participante

Local e Data:

Novo Hamburgo, 20/06/17



Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado Sr. Aurélio Andrade,

Meu nome é Giane Cauzzi Brocco, sou Mestranda do Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção e Sistemas, na Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. A presente pesquisa está sob a supervisão do Professor Dr. Daniel Pacheco Lacerda e servirá como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

O principal objetivo desta pesquisa é a Proposição do Método Biomimético Sistêmico a partir do uso combinado do Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistêmico que será validado com uma aplicação prática em uma empresa da área da mineração, para isso é imprescindível a validação do método por especialistas nos temas abordados. Sua participação envolve uma reunião com entrevista e esclarecimento do método proposto e em seguida responder um formulário para validação do método. Se o(a) Sr(a), consentir o seu nome será exposto no trabalho; caso prefira que o seu nome não apareça porém, ainda assim, pode contribuir com a validação do método, há também essa opção. Abaixo as opções de participação. A participação nessa pesquisa é voluntária e se você decidir não participar, ou quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a validação de um novo método em estudo e para a produção de conhecimento científico. Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pela pesquisadora pelo telefone (51) 981883229 ou e-mail gcauzzibrocco@gmail.com.

Atenciosamente,

Giane Cauzzi Brocco
Assinatura da aluna

São Leopoldo, RS, Brasil 14 de junho 2017
Local e data

Consinto em participar desta pesquisa, com entrevista gravada, e declaro ter recebido uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Autorizo a divulgação do meu nome e informações profissionais.

Consinto em participar desta pesquisa, com entrevista gravada, e declaro ter recebido uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Não autorizo a divulgação do meu nome e informações profissionais.

Nome do participante: AURÉLIO DE LEÃO ANJAS DE

Assinatura do participante: lo / / /

Local e Data: P. ARRE 06/06/2017



Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

WRITTEN INFORMED CONSENT FORM (WICF)

Dear Ms. Dayna Baumeister, Ph.D.

My name is Gianc Cauzzi Brocco, I am a Master Student of the Post-Graduate Program in Production and Systems Engineering, at the University of Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. My thesis's research is under the supervision of Professor Daniel Pacheco Lacerda, PhD. and is one of the requirements for obtaining my Master's Degree in Production and Systems Engineering.

The main objective of the research of my thesis is the proposal of the approach combining Biomimicry Thinking and Systems Thinking. For this, it is essential its validation by specialists/ professionals in the topics covered.

The participation involves a meeting with an interview and clarification of the proposed approach and then answering a form to validate it. If it is your consent, your name will be exposed at the work; If you prefer that your name does not appear, however, you can still contribute with the validation of the approach, there is also this option. Below are the participation options. Participation in this research is voluntary and if you decide not to participate anymore, or you want to give up on continuing at any time, you have the absolute freedom to do so.

You are contributing to the validation of a new approach under study and also to the production of scientific knowledge. Any questions regarding the research can be clarified by the researcher by phone +55 51 981883229 or email gcauzzibrocco@gmail.com.

Best regards,

Gianc Cauzzi Brocco

Gianc Cauzzi Brocco
Master student's signature

São Leopoldo - RS - Brazil June, 4th 2017
Place and Date

I agree to participate in this research, with recorded interview, and I declare to have received a copy of this Written Informed Consent Form (WICF). I authorize the disclosure of my name and professional information.

I agree to participate in this research, with recorded interview, and declare to have received a copy of this Written Informed Consent Form (WICF). I do not authorize the disclosure of my name and professional information.

Name: Dayna Baumeister, PhD

Participant's signature	<i>Dayna Baumeister</i>
-------------------------	-------------------------

Place and Date: Virtual/Skype call on 6/2/17



Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

WRITTEN INFORMED CONSENT FORM (WICF)

Dear Ms. Erin Leitch,

My name is Giane Cauzzi Brocco, I am a Master Student of the Post-Graduate Program in Production and Systems Engineering, at the University of Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. My thesis's research is under the supervision of Professor Daniel Pacheco Lacerda, PhD. and is one of the requirements for obtaining my Master's Degree in Production and Systems Engineering.

The main objective of the research of my thesis is the proposal of the approach combining Biomimicry Thinking and Systems Thinking. For this, it is essential its validation by specialists/ professionals in the topics covered.

The participation involves a meeting with an interview and clarification of the proposed approach and then answering a form to validate it. If it is your consent, your name will be exposed at the work; If you prefer that your name does not appear, however, you can still contribute with the validation of the approach, there is also this option. Below are the participation options. Participation in this research is voluntary and if you decide not to participate anymore, or you want to give up on continuing at any time, you have the absolute freedom to do so.

You are contributing to the validation of a new approach under study and also to the production of scientific knowledge. Any questions regarding the research can be clarified by the researcher by phone +55 51 981883229 or email gcauzzibrocco@gmail.com.

Best regards,

Giane Cauzzi Brocco

Giane Cauzzi Brocco
Master student's signature

São Leopoldo - RS - Brazil June 4th
Place and Date 2017

I agree to participate in this research, with recorded interview, and I declare to have received a copy of this Written Informed Consent Form (WICF). I **authorize** the disclosure of my name and professional information.

I agree to participate in this research, with recorded interview, and declare to have received a copy of this Written Informed Consent Form (WICF). I **do not** authorize the disclosure of my name and professional information.

Name:

Erin Rovalo

Participant's signature

Place and Date: *Bainbridge Island WA USA June 5, 2017*



Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado Sr. Felipe Menezes,

Meu nome é Giame Cauzzi Brocco, sou Mestranda do Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção e Sistemas, na Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. A presente pesquisa está sob a supervisão do Professor Dr. Daniel Pacheco Lacorda e servirá como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

O principal objetivo desta pesquisa é a Proposição do Método Biomimético Sistemático a partir do uso combinado do Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistemático que será validado com uma aplicação prática em uma empresa da área da mineração, para isso é imprescindível a validação do método por especialistas nos temas abordados. Sua participação envolve uma reunião com entrevista e esclarecimento do método proposto e em seguida responder um formulário para validação do método. Se (a) (s) (a) consentir o seu nome será exposto no trabalho; caso prefira que o seu nome não apareça porém, ainda assim, pode contribuir com a validação do método, há também essa opção. Abaixo as opções de participação. A participação nessa pesquisa é voluntária e se você decidir não participar, ou quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Mesmo não sendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a validação de um novo método em estudo e para a produção de conhecimento científico. Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pela pesquisadora pelo telefone (51) 981853229 ou e-mail gcauzzibrocco@gmail.com.

Atenciosamente,

Giame Cauzzi Brocco
Assinatura da aluna

São Leopoldo, RS, Brasil 14 de junho 2018
Local e data

Consinto em participar desta pesquisa, **com entrevista gravada**, e declaro ter recebido uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. **Autorizo** a divulgação do meu nome e informações profissionais.

Consinto em participar desta pesquisa, **com entrevista gravada**, e declaro ter recebido uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. **Não autorizo** a divulgação do meu nome e informações profissionais.

Nome do participante: *FELIPE MORAIS MENEZES*

Assinatura do participante: *Felipe Moraes Menezes*

Local e Data: *NH, 05 DE JUNHO DE 2018*



Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

WRITTEN INFORMED CONSENT FORM (WICF)

Dear Ms. Janine Benyus,

My name is Giane Cauzzi Brocco, I am a Master Student of the Post-Graduate Program in Production and Systems Engineering, at the University of Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. My thesis's research is under the supervision of Professor Daniel Pacheco Lacerda, PhD. and is one of the requirements for obtaining my Master's Degree in Production and Systems Engineering.

The main objective of the research of my thesis is the proposal of the approach combining Biomimicry Thinking and Systems Thinking. For this, it is essential its validation by specialists/ professionals in the topics covered.

The participation involves a meeting with an interview and clarification of the proposed approach and then answering a form to validate it. If it is your consent, your name will be exposed at the work; If you prefer that your name does not appear, however, you can still contribute with the validation of the approach, there is also this option. Below are the participation options. Participation in this research is voluntary and if you decide not to participate anymore, or you want to give up on continuing at any time, you have the absolute freedom to do so.

You are contributing to the validation of a new approach under study and also to the production of scientific knowledge. Any questions regarding the research can be clarified by the researcher by phone +55 51 981883229 or email gcauzzibrocco@gmail.com.

Best regards,

Giane Cauzzi Brocco

Giane Cauzzi Brocco
Master student's signature

Sio Leopoldo - RS - Brazil June 4th.
Place and Date

2017

I agree to participate in this research, with recorded interview, and I declare to have received a copy of this Written Informed Consent Form (WICF). I authorize the disclosure of my name.

I agree to participate in this research, with recorded interview, and declare to have received a copy of this Written Informed Consent Form (WICF). I do not authorize the disclosure of my name.

Name: Janine Benyus

Participant's signature	<i>Janine M. Benyus</i>
Place and Date: <u>June 6, 2017</u>	



Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezada Sra. Maria Isabel Wolff Motta Morandi,

Meu nome é Giane Cauzzi Brocco, sou Mestranda do Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção e Sistemas, na Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. A presente pesquisa está sob a supervisão do Professor Dr. Daniel Pacheco Lacerda e servirá como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

O principal objetivo desta pesquisa é a Proposição do Método Biomimético Sistêmico a partir do uso combinado do Pensamento Biomimético e do Pensamento Sistêmico que será validado com uma aplicação prática em uma empresa da área da mineração, para isso é imprescindível a validação do método por especialistas nos temas abordados. Sua participação envolve uma reunião com entrevista e esclarecimento do método proposto e em seguida responder um formulário para validação do método. Se (o/a) Sr(a) consentir o seu nome será exposto no trabalho; caso prefira que o seu nome não apareça porém, ainda assim, pode contribuir com a validação do método, há também essa opção. Abaixo as opções de participação. A participação nessa pesquisa é voluntária e se você decidir não participar, ou quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a validação de um novo método em estudo e para a produção de conhecimento científico. Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pela pesquisadora pelo telefone (51) 991883229 ou e-mail gcauzzibrocco@gmail.com.

Atenciosamente,

Giane Cauzzi Brocco
Assinatura da aluna

São Leopoldo, RS, Brasil 14 de junho 2017
Local e data



Consinto em participar desta pesquisa, com entrevista gravada, e declaro ter recebido uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Autorizo a divulgação do meu nome e informações profissionais.



Consinto em participar desta pesquisa, com entrevista gravada, e declaro ter recebido uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Não autorizo a divulgação do meu nome e informações profissionais.

Nome do participante: *Maria Isabel Wolff Motta Morandi*

Assinatura do participante

Local e Data: *24 JUN 2017*



Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

WRITTEN INFORMED CONSENT FORM (WICF)

Dear Ms. Monica Cohen,

My name is Giare Cauzzi Brocco, I am a Master Student of the Post-Graduate Program in Production and Systems Engineering, at the University of Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. My thesis's research is under the supervision of Professor Daniel Pacheco Lacerda, PhD, and is one of the requirements for obtaining my Master's Degree in Production and Systems Engineering.

The main objective of the research of my thesis is the proposal of the approach combining Bionomics Thinking and Systems Thinking. For this, it is essential its validation by specialty professionals in the topics covered.

The participation involves a meeting with an interview and clarification of the proposed approach and then answering a form to validate it. If it is your consent, your name will be exposed at the work. If you prefer that your name does not appear, however, you can still contribute with the validation of the approach, there is also this option. Below are the participation options. Participation in this research is voluntary and if you decide not to participate anymore, or you want to give up on continuing at any time, you have the absolute freedom to do so.

You are contributing to the validation of a new approach under study and also to the production of scientific knowledge. Any questions regarding the research can be clarified by the researcher by phone +55 51 981883229 or email gcauzzibrocco@gmail.com.

Best regards,

Giare Cauzzi Brocco

Giare Cauzzi Brocco
Master student's signature

Sao Leopoldo - RS - Brazil June 4th 2014
Place and Date



I agree to participate in this research, with recorded interview, and I declare to have received a copy of this Written Informed Consent Form (WICF). I authorize the disclosure of my name and professional information.



I agree to participate in this research, with recorded interview, and declare to have received a copy of this Written Informed Consent Form (WICF). I do not authorize the disclosure of my name and professional information.

Name: MONICA COHEN

Participant's signature

Place and Date: BUENOS AIRES - CABA - ARGENTINA June 4th 2014

APÊNDICE C – ROTEIRO BIOMIMÉTICO PARA ENTREVISTADOS EM INGLÊS

Category	Questions	Why
Awareness	Characteristics of being systemic are:	To relate initially to the theme with which one has little or no knowledge.
	Do you agree these characteristics are in accordance with Biomimicry Thinking?	
	Did you already know Systems Thinking?	
	In your opinion, which steps of Systems Thinking contribute better to a biomimicry solution?	
Understanding	Considering step(s) selected in the previous question, why do you think it(they) contributes to the Biomimicry Thinking?	Disposition and discussion to understand the subject addressed.
	What do you think about combining Systems Thinking and Biomimicry Thinking?	
Evaluation	The sequence of the Biomimetic Systemic approach facilitates the understanding and application of the it?	Analysis of the proposed method; Raising limits and opportunities. Suggestions for changes.
	Have you had any difficulty in understanding the Biomimetic Systemic approach? If "yes", what is the difficulty(ies)? (If your answer was "no," please just write no in reply).	
	If "yes", what is the difficulty(ies)? (If your answer was "no," please just write no in reply).	
	Would you change any steps of the it? Wich step(s) would you change? Please explain which step(s) you have selected and why you would change them. If your option was "none," please just write "none" in the answer.	
	Which step(s) of the Biomimetic Systemic approach do you consider the most critical(s)?	
	Do you consider the Biomimetic Systemic approach sufficient for problem solving?	
	Would you add some step to the Biomimetic Systemic approach? Why?	
Resolution	Would you use the Biomimetic Systemic approach in your projects?	Validation of the method.

APÊNDICE D – GOOGLE FORM – ROTEIRO SISTÊMICO

Roteiro Sistemico - Parte I

12/10/17 23:55

Roteiro Sistemico - Parte I

Análise do Método Biomimético Sistemico

* Required

1. Email address *

2. NOME:

Untitled Section

3. A Natureza é sistêmica. Você concorda? *

Mark only one oval.

Sim.

Não.

4. Por que? *

5. Qual a sua visão de mundo onde negócios baseiam-se nas lições da natureza? *

6. Você conhece o Método de Pensamento Biomimético (Biomimicry Thinking)? *

Mark only one oval.

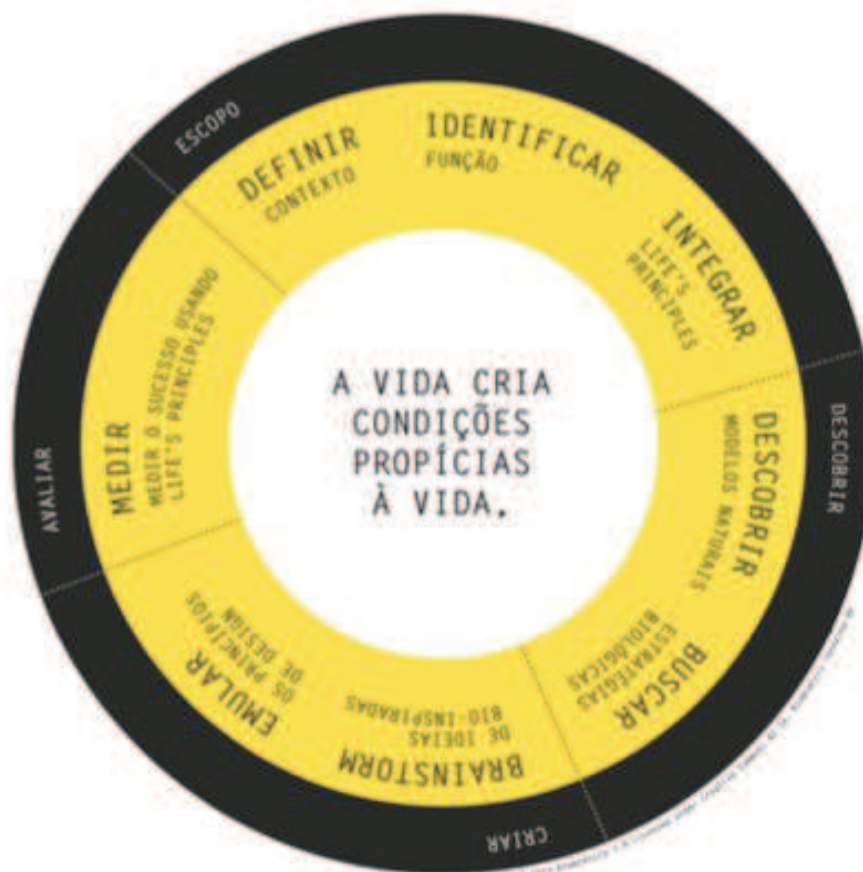
Sim

Não

Roteiro Sistemico - Parte II

Análise do Método Biomimético Sistemico

7. Considerando o Método de Pensamento Biomimético, você o considera sistemico? *



Mark only one oval.

- Sim
- Não

8. Na sua opinião opinião o quanto o Método Biomimético adere/ concorda com as características do que é ser sistemico? *

CARACTERÍSTICAS DO PENSAMENTO SISTÊMICO	
1 - DAS PARTES PARA O TODO	Quando constrói de reducionistas e do atomismo, dando maior ênfase ao todo do que à parte. Logo, há o interesse no todo integrado e dinâmico.
2 - DOS OBJETOS PARA OS RELACIONAMENTOS	Não há objetos ou partes em absoluto, mas padrões de relacionamentos mais ou menos estáveis. Uma padrão de organização, que chamamos sistema, está em permanente co-evolução por meio de interações.
3 - DAS HIERARQUIAS PARA AS REDES	Do ponto de vista da construção de conhecimento nossas descrições do mundo acabam por formar uma rede interconectada de conceitos e modelos.
4 - DA CAUSALIDADE LINEAR PARA A CIRCULARIDADE	Tais relações são chamadas de feedback loops, ou ênfase de retroalimentação. Sem o entendimento das relações circulares, a compreensão do todo fica limitada.
5 - DA ESTRUTURA PARA O PROCESSO	Toda a estrutura é vista como a manifestação de processos subjacentes, fazendo com que o Pensamento Sistêmico seja um "pensamento de processo", que considera a natureza dinâmica da realidade.
6 - DA METÁFORA MECÂNICA PARA A METÁFORA DO ORGANISMO VIVO E OUTRAS NÃO-MECÂNICAS	Especial ênfase ao uso da metáfora de organismo vivo, em contraposição à dominante metáfora mecanicista. Significa que para um mundo complexo, é preciso uma forma de pensamento também complexa, o que implica um repertório quantitativo e qualitativamente superior de metáforas, modelos e pontos de vista.
7 - DO CONHECIMENTO OBJETIVO PARA O CONHECIMENTO CONTEXTUAL E EPISTÊMICO	Mudança de postura a respeito do processo de observação e de conhecimento, que deixa de ser objetivo e passa a ser contextual e epistêmico.
8 - DA VERDADE PARA AS DESCRIÇÕES APROXIMADAS	Pensamento Sistêmico implica um deslocamento da busca da verdade para a busca de descrições aproximadas feitas dentro de um contexto.
9 - DA QUANTIDADE PARA A QUALIDADE	Como relacionamentos, formas e padrões são difíceis de serem mensurados, torna-se necessária uma atitude mais flexível, envolvendo visualização e mapeamento. Pensar em termos de padrões implica em uma mudança de quantidade para qualidade.
10 - DO CONTROLE PARA COOPERAÇÃO, INFLUENCIÇÃO E AÇÃO NÃO-VIOLENTA	Necessidade de uma mudança de atitude de dominação e controle da natureza, incluindo os seres humanos, para um comportamento cooperativo e de não-violência, tanto na ciência quanto na tecnologia, nas organizações e na sociedade.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	
Não adere	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Adere

9. A natureza opera de forma sistêmica. Você considera o método de Pensamento Biomimético um método sistêmico? Sim? Não? Por que? *

Mark only one oval.

Sim

Não

10. Por que? *

11. O que você acha da união do Método de Pensamento Sistêmico e do Método de Pensamento Biomimético? *

Mark only one oval.

1 2 3 4

Concordo Discordo

Roteiro Sistêmico - Parte III

Análise do Método Biomimético Sistêmico

12. A seqüência lógica do Método Biomimético Sistêmico facilita a compreensão e condução do método? *



Mark only one oval.

1 2 3 4

Não facilita Facilita totalmente

13. Você teve alguma dificuldade de entendimento do Método Biomimético Sistêmico? *
Mark only one oval.

Sim

Não

14. Se "sim", qual(is) a(s) dificuldade(s)? (se sua resposta foi "não", por favor, apenas escreva não na resposta). *

15. Você mudaria alguma etapa do Método Biomimético Sistemico? **Mark only one oval.* Sim Não**16. Qual(is) etapa(s)? ****Check all that apply.* Etapa 1 Etapa 2 Etapa 3 Etapa 4 Etapa 5 Etapa 6 Etapa 7 Etapa 8 Etapa 9 Etapa 10 NENHUMA**17. Por favor, diga qual(is) a(s) etapa(s) selecionada(s) e porque as mudaria. Se a sua opção foi "Nenhuma", por favor escreva apenas "nenhuma" na resposta. ***

18. Qual(is) etapa(s) do Método Biomimético Sistêmico você considera mais crítica(s)? *

Check all that apply.

- Etapa 1
- Etapa 2
- Etapa 3
- Etapa 4
- Etapa 5
- Etapa 6
- Etapa 7
- Etapa 8
- Etapa 9
- Etapa 10

19. Por que? *

20. Você considera o Método Biomimético Sistêmico suficiente? *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	
Não / Insuficiente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sim / Suficiente.

21. Adicionaria alguma etapa ao Método Biomimético-Sistêmico? Por que? *

22. Retiraria alguma etapa do Método Biomimético-Sistêmico? Por que? *

Roteiro Sistemico - Parte IV - Final

Análise do Método Biomimético Sistemico

23. Você utilizaria o Método Biomimético Sistemico no desenvolvimento dos seus projetos? *

Mark only one oval.

- Sim
- Não

24. Por que? *

Send me a copy of my responses.

Powered by
 Google Forms

APÊNDICE E – GOOGLE FORM – ROTEIRO BIOMIMÉTICO

Roteiro Biomimético - Parte I

12/10/17 23:56

Roteiro Biomimético - Parte I

Análise do Método Biomimético Sistemico

* Required

1. **Email address ***

2. **NOME: ***

3. **Segundo Andrade et. al (2016) as características de ser sistêmico são: ***

CARACTERÍSTICAS DO PENSAMENTO SISTÊMICO
1 - DAS PARTES PARA O TODO Sentido contrário do reducionismo e do atomismo, dando maior ênfase ao todo do que à parte. Logo, há o interesse no todo integrado e dinâmico.
2 - DOS OBJETOS PARA OS RELACIONAMENTOS Não há objetos ou partes em absoluto, mas padrões de relacionamentos entre os mesmos indivíduos. Uma padião de organização, que chamamos sistema, está em permanente co-evolução por meio de interações.
3 - DAS HIERARQUIAS PARA AS REDES Do ponto de vista da construção do conhecimento novas descrições do mundo acabam por formar uma rede interconectada de conceitos e modelos.
4 - DA CAUSALIDADE LINEAR PARA A CIRCULARIDADE Tais relações são chamadas de <i>feedback loops</i> , ou relações de retroalimentação. Sem o entendimento das relações circulares, o conhecimento do todo fica limitado.
5 - DA ESTRUTURA PARA O PROCESSO Toda a estrutura é vista como a manifestação de processos subjacentes, ficando assim que o Pensamento Sistêmico seja um "pensamento de processo", que considere a natureza dinâmica da realidade.
6 - DA METÁFORA MECÂNICA PARA A METÁFORA DO ORGANISMO VIVO E OUTRAS NÃO-MECÂNICAS Especial ênfase ao uso da metáfora do organismo vivo, em contraposição à dominante metáfora mecanicista. Significa que para um mundo complexo, é preciso uma forma de pensamento também complexa, o que implica um repertório quantitativo e qualitativamente superior de metáforas, modelos e pontos de vista.
7 - DO CONHECIMENTO OBJETIVO PARA O CONHECIMENTO CONTEXTUAL E EPISTÊMICO Mudança de postura a respeito do processo de observação e de conhecimento, que deixa de ser objetivo e passa a ser contextual e epistêmico.
8 - DA VERDADE PARA AS DESCRIÇÕES APROXIMADAS Pensamento Sistêmico implica um deslocamento da busca da verdade para a busca de descrições aproximadas (isto dentro de um contexto).
9 - DA QUANTIDADE PARA A QUALIDADE Como relacionamentos, formas e padrões são difíceis de serem memorizados, torna-se necessário uma atitude mais flexível, envolvendo visualização e mapeamento. Pensar em termos de padrões implica em uma mudança da quantidade para qualidade.
10 - DO CONTROLE PARA COOPERAÇÃO, INFLUENCIÇÃO E AÇÃO NÃO-VIOLENTA Necessidade de uma mudança de atitude de dominação e controle de natureza, incluindo os seres humanos, para um comportamento cooperativo e de não-violência, tanto na ciência quanto na tecnologia, nas organizações e na sociedade.

Check all that apply.

Ok

4. Qual o seu grau de concordância dessas características com o Pensamento Biomimético? *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	
Não concordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

5. Você já conhecia o Método de Pensamento Sistêmico? *

MÉTODO SISTÊMICO		
ETAPAS	DESCRIÇÃO	
1	Definir uma situação de interesse	Pode ser um desafio estratégico, um problema complexo ou uma situação que exija um estudo aprofundado.
2	Apresentar a história por meio de eventos	Eventos relevantes relacionados com a situação ao longo do período considerado.
3	Identificar as variáveis chave	Variáveis relacionadas a situação de interesse.
4	Traçar os padrões de comportamento	Coleta de dados para compor a série histórica das variáveis.
5	Desenhar o Mapa Sistemico	Identificar as relações causais entre os fatores. Local onde se mapeiam as variáveis e as relações de causa e efeito entre elas, construído a partir da linguagem sistêmica.
6	Identificar os modelos mentais	Levantar crenças ou pressupostos que atores chave mantêm em suas mentes e que influenciam suas decisões, gerando as estruturas do mundo real.
7	Visualizar cenários	O método sistêmico é adequado para reconhecer uma situação, seja seu contexto histórico, seja seu estado presente. Quando se trata de visualizar futuros alternativos, a metodologia de Cenários é mais adequada.
8	Modelar em computador	Processo de construir modelos em softwares de Dinâmica de Sistemas, visando o desenvolvimento de micromundos gerenciais a fim de testar estratégias e obter aprendizagem de forma mais rápida.
9	Presenciar o todo, criar visão de futuro e liderar para a auto-organização	Reconhecer a natureza do todo e de como as partes e o todo estão interrelacionados.
10	Definir pontos de germinação, planejar ações e reprojeter o sistema	Desenvolver ações para semear a mudança eficaz e sustentada em direção à visão.

Mark only one oval.

Sim

Não

6. Quais etapas do Método de Pensamento Sistêmico você identifica que contribuem para uma melhor solução biomimética? *

Check all that apply.

- Etapa 1
- Etapa 2
- Etapa 3
- Etapa 4
- Etapa 5
- Etapa 6
- Etapa 7
- Etapa 8
- Etapa 9
- Etapa 10

Roteiro Biomimético - Parte II

Análise do Método Biomimético Sistêmico

7. Considerando a(s) etapa(s) selecionada(s) na questão anterior, por que você acha que esta(s) contribui(em) ao Método Biomimético? *

8. O que você acha da união do Método de Pensamento Sistêmico e do Método de Pensamento Biomimético?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	
Concordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Não concordo

Roteiro Biomimético - Parte III

Análise do Método Biomimético Sistêmico

9. A seqüência lógica do Método Biomimético Sistêmico facilita a compreensão e condução do método? *

MÉTODO BIOMIMÉTICO SISTÊMICO



Mark only one oval.

	1	2	3	4	
Não facilita	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Facilita totalmente

10. Você teve alguma dificuldade de entendimento do Método Biomimético Sistêmico? *

Mark only one oval.

- Sim
 Não

11. Se "sim", qual(is) a(s) dificuldade(s)? (se sua resposta foi "não", por favor, apenas escreva não na resposta). *

12. Você mudaria alguma etapa do Método Biomimético Sistemico? **Mark only one oval.*

- Sim
- Não

13. Qual(is) etapa(s)? **Check all that apply.*

- Etapa 1
- Etapa 2
- Etapa 3
- Etapa 4
- Etapa 5
- Etapa 6
- Etapa 7
- Etapa 8
- Etapa 9
- Etapa 10
- NENHUMA

14. Por favor, diga qual(is) a(s) etapa(s) selecionada(s) e porque as mudaria. Se a sua opção foi "Nenhuma", por favor escreva apenas "nenhuma" na resposta. *

15. Qual(is) etapa(s) do Método Biomimético Sistemico você considera mais crítica(s)? *

Check all that apply.

- Etapa 1
- Etapa 2
- Etapa 3
- Etapa 4
- Etapa 5
- Etapa 6
- Etapa 7
- Etapa 8
- Etapa 9
- Etapa 10
- NENHUMA

16. Por que? *

17. Você considera o Método Biomimético Sistemico suficiente para resolução de problemas? *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	
Não / Insuficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sim / Suficiente

18. Adicionaria alguma etapa ao Método Biomimético-Sistemico? Qual? Por que? *

19. Retiraria alguma etapa do Método Biomimético-Sistêmico? Qual? Por que? *

Roteiro Biomimético - Parte IV - Final

Análise do Método Biomimético Sistêmico

20. Você utilizaria o Método Biomimético Sistêmico no desenvolvimento dos seus projetos? *

Mark only one oval.

- Sim
- Não

21. Por que? *

A copy of your responses will be emailed to the address you provided

Powered by
 Google Forms

APÊNDICE F – GOOGLE FORM – BIOMIMICRY FORM

Biomimicry Form

12/10/17 23:56

Biomimicry Form

Biomimicry Form - Part I

* Required

1. **Email address**

2. **NAME ***

Characteristics of being systemic are:

SYSTEMS CHARACTERISTICS
1 - FROM PARTS TO WHOLE
2 - FROM OBJECTS TO RELATIONSHIPS
3 - FROM HIERARCHIES TO NETWORKS
4 - FROM LINEAR CAUSALITY TO CIRCULARITY
5 - FROM STRUCTURE TO PROCESS
6 - FROM MECHANICAL METAPHOR TO THE METAPHOR OF THE LIVING ORGANISM AND OTHERS NON-MECHANICAL
7 - FROM OBJECTIVE KNOWLEDGE TO CONTEXTUAL AND EPISTEMIC KNOWLEDGE
8 - FROM TRUTH TO APPROXIMATE DESCRIPTIONS
9 - FROM QUANTITY TO QUALITY
10 - FROM CONTROL TO COOPERATION

3. Do you agree these characteristics are in accordance with Biomimicry Thinking? *
- Mark only one oval.

1	2	3	4	
Don't Agree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
				Totally Agree

4. Did you already know Systems Thinking? *
- Mark only one oval.

Yes

No

5. In your opinion, which steps of Systems Thinking contribute better to a biomimicry solution? *
- Check all that apply.

Step 1 - Define Situation

Step 4 - Identify Key Variables

Step 4 - Design Systems Map

Step 5 - Identify Mental Models

Step 9 - Visualize Future Scenarios

Step 9 - Computer Modeling

Step 10 - Create a Future Vision

6. Considering step(s) selected in the previous question, why do you think it(they) contributes to the Biomimicry Thinking? *

Biomimicry Form

Biomimicry Form - Part II

7. What do you think about combining Systems Thinking and Biomimicry Thinking? *
- Mark only one oval.

1	2	3	4	
Agree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
				Don't Agree

Biomimicry Form

Biomimicry Form - Part III

8. The sequence of the Biomimetic Systemic approach facilitates the understanding and application of the it? *



Mark only one oval.

1 2 3 4

Don't Facilitate Totally Facilitate

9. Have you had any difficulty in understanding the Biomimetic Systemic approach? *

Mark only one oval.

Yes

No

10. If "yes", what is the difficulty(ies)? (If your answer was "no," please just write no in reply).

11. Would you change any steps of the it? *

Mark only one oval.

Yes

No

12. Wich step(s) would you change? *

Check all that apply.

Step 1

Step 2

Step 3

Step 4

Step 5

Step 6

Step 7

Step 8

Step 9

Step 10

None

13. Please explain which step(s) you have selected and why you would change them. If your option was "none," please just write "none" in the answer.

14. Which step(s) of the Biomimetic Systemic approach do you consider the most critical(s)? *

Check all that apply.

- Step 1
- Step 2
- Step 3
- Step 4
- Step 5
- Step 6
- Step 7
- Step 8
- Step 9
- Step 10
- None

15. Why? *

16. Do you consider the Biomimetic Systemic approach sufficient for problem solving? *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	
No, it is insufficient.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Yes, totally.

17. Would you add some step to the Biomimetic Systemic approach? Why? *

18. Would you remove any step of the Biomimetic Systemic approach? Why? *

Biomimicry Form

Biomimicry Form - Part IV

19. Would you use the Biomimetic Systemic approach in your projects? *

Mark only one oval.

Yes

No

20. Why?

Powered by
 Google Forms