



PGDESIGN | Programa de Pós-Graduação
Mestrado | Doutorado



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Carlos Viana da Silva

DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE:
ferramenta de apoio à hierarquização de requisitos
sustentáveis em projetos de produtos.

Tese de Doutorado

Porto Alegre

2022

Carlos Viana da Silva

**Design para a sustentabilidade: ferramenta de apoio
à hierarquização de requisitos sustentáveis em
projetos de produtos.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Design.

Orientador: Prof. Dr. Vinicius Gadis Ribeiro

Coorientador: Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira

Porto Alegre

2022

CIP - Catalogação na Publicação

SILVA, CARLOS VIANA DA
DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: ferramenta de apoio
à hierarquização de requisitos sustentáveis em
projetos de produtos. / CARLOS VIANA DA SILVA. --
2022.
188 f.
Orientador: Vinicius Gadis Ribeiro.

Coorientador: Fábio Gonçalves Teixeira.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, , Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Design. 2. Sustentabilidade. 3. Ferramenta. 4.
Requisitos. 5. Produtos. I. Ribeiro, Vinicius Gadis,
orient. II. Teixeira, Fábio Gonçalves, coorient. III.
Título.

Carlos Viana da Silva

DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: ferramenta de apoio à hierarquização de requisitos sustentáveis em projetos de produtos.

Esta Tese foi julgada adequada para a obtenção do Título de Doutor em Design, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS.

Porto Alegre, 09 de novembro de 2022.

Prof. Dr. Fabio Pinto da Silva

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS

Banca Examinadora:

Orientador: **Prof. Dr. Vinicius Gadis Ribeiro**

Programa de Pós-graduação em Design - UFRGS

Coorientador: **Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira**

Programa de Pós-graduação em Design - UFRGS

Prof^a. Dr^a. Rita Assoreira Almendra

Universidade de Lisboa – Examinador Externo

Prof^a. Dr^a. Tatiana Laschuk

Universidade de Caxias do Sul – Examinador Externo

Prof. Dr. Luis Henrique Alves Cândido

Programa de Pós-graduação em Design - UFRGS – Examinador Interno

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul;

À esposa e companheira Marina Liz;

À Família;

Aos Amigos;

Aos Orientadores;

Aos Professores.

EPÍGRAFE

“O começo é a parte
mais importante do trabalho.”
Platão, c.424 – c.357 a.C.

RESUMO

SILVA, C. V. **DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE:** ferramenta de apoio à hierarquização de requisitos sustentáveis em projetos de produtos. 2022. 188 f. Tese (Doutorado em Design) – Escola de Engenharia / Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

Essa pesquisa tem o objetivo a proposição e o desenvolvimento de uma ferramenta para apoio à hierarquização de requisitos sustentáveis em projetos de produtos, na medida que contribua positivamente com as decisões que os designers precisam tomar durante suas atividades. Para tal, realiza-se uma revisão da literatura sobre processos de design, métodos, requisitos projetuais e ferramentas de apoio para a sustentabilidade. A metodologia projetual utilizada para o desenvolvimento do artefato proposto é a *Design Science Research*, indicada para os estudos científicos com propostas de desenvolvimento de artefatos. Nessa Tese, a aplicação metodológica inicia com a fase de investigação e coleta de dados, que traz o suporte teórico para a próxima fase, identificada como artefato, momento em que foram verificados estudos semelhantes para contribuir com a teoria. Essa fase contou com a utilização de ferramentas diversas para incentivar a criatividade na proposição da solução. A condução da pesquisa seguiu por uma fase de avaliação e ajustes com intuito de proporcionar o refinamento do instrumento desenvolvido. Nessa etapa contou-se com a participação de especialistas e estudantes de design para avaliarem o artefato e identificarem suas contribuições sobre a temática. Executou-se então a explicitação das aprendizagens sob a perspectiva do design para a sustentabilidade. Por fim, são apresentadas as generalizações para uma classe de problemas, com o resultado de que a ferramenta contribuiu como instrumento facilitador da inserção e gestão dos conceitos de sustentabilidade em projetos de produtos.

Palavras-chave: Design; Sustentabilidade; Ferramenta; Requisitos; Produtos.

ABSTRACT

SILVA, C. V. **DESIGN FOR SUSTAINABILITY:** assistance tool for sustainable requirements hierarchization in product projects. 2022. 188 f. Thesis (Doctorate in Design) – Engineering School / Faculty of Architecture, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

This research aims to propose a tool to assistance sustainable requirements definition in projects, as it contributes positively by facilitating decisions that designers makes during their activities. A literature review on design processes, methods and design requirements, support tools and sustainability is carried out. The research methodology used for development of the proposed artifact is a Design Science Research, designed for research with development of artifacts proposals. Development begins with investigation and data collection phase, in the artifact phase similar ones are identified to contribute to the tool's proposition. At this stage, experts and design students participated to evaluate the artifact and identify their contributions on the subject. The lessons learned are then explained from the perspective of design for sustainability. It concludes with the generalization to a class of problems with the result that the tool contributed as a facilitating instrument for the insertion and management of sustainability concepts in product projects.

Keywords: Design; Sustainability; Tool; Requirements; Products.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Descobertas arqueológicas.....	18
Figura 2 - Consolidação e disseminação da sustentabilidade.....	35
Figura 3 - <i>Morphology of Design</i> – 1962.	43
Figura 4 - Metodologia projetual de Bürdek – 1975.....	43
Figura 5 - Double Diamond – Versão de 2019.	45
Figura 6 - Relação de custos e benefícios em diferentes estágios do processo de desenvolvimento.	47
Figura 7 - <i>Triple Botton Line</i>	59
Figura 8 - Transição para sustentabilidade em sentido forte.....	62
Figura 9 - <i>DfX</i>	72
Figura 10 - Análise do Ciclo de Vida (ACV).....	75
Figura 11 - Ciclo de vida do sistema-produto.....	76
Figura 12 - <i>Life Cycle Design</i>	77
Figura 13 - Metodologia <i>Design Science Research</i>	87
Figura 14 - Comparação das pontuações da escala <i>SUS</i>	104
Figura 15 - Desenho da pesquisa.	106
Figura 16 - Nuvem de palavras.	119
Figura 17 - Mapa conceitual.....	120
Figura 18 - Quadro de imagens A.	121
Figura 19 - Quadro de imagens B.	122
Figura 20 - Quadro de imagens C.	123
Figura 21 - Persona.....	126
Figura 22 - Mapa da jornada dos usuários.....	127
Figura 23 - Fluxograma.....	129
Figura 24 - Alternativas iniciais.....	130
Figura 25 - <i>Wireframes</i>	131
Figura 26 - Causa & Efeito – Tela inicial.	132
Figura 27 - Causa & Efeito – Cadastro de requisitos.	132
Figura 28 - Causa & Efeito – Tabela dinâmica.	133
Figura 29 - Causa & Efeito – Gráficos dinâmicos.....	133
Figura 30 - Causa & Efeito – Continuação dos gráficos dinâmicos.....	134

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categorização das ferramentas conforme Hanington e Martin (2012)....	51
Quadro 2 - Metodologia de Ecodesign, Platcheck – 2012.....	77
Quadro 3 - Ferramenta de Design Sustentáveis (<i>SPD₁</i>).....	82
Quadro 4 - Roteiro da entrevista semiestruturada e objetivos investigativos.	90
Quadro 5 - Ficha avaliativa dos artefatos da RSL.....	95
Quadro 6 - <i>Survey</i> com especialistas.....	98
Quadro 7 - <i>System Usability Scale</i>	103
Quadro 8 - Fases da pesquisa.	105
Quadro 9 - Transcrição das entrevistas com os especialistas.	109
Quadro 10 - Funcionalidades, performance, requisitos e restrições do artefato.	112
Quadro 11 - Resultados da RSL.	114
Quadro 12 - Identificação dos artefatos.	116
Quadro 13 - Análise paramétrica.....	124
Quadro 14 - Análise morfológica.....	125
Quadro 15 - Respostas do <i>survey</i> com os especialistas.....	135
Quadro 16 - Resultado do teste <i>SUS</i>	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teses com acesso disponível	33
Tabela 2 - Classificação e categorização dos resultados.....	34
Tabela 3 - Maturidade das ferramentas <i>DfX</i>	73

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Análise do Ciclo de Vida
AC	Anais de Congresso
ANP	<i>Analytic Network Process</i>
AP	Artigo de Periódico
CBA	<i>Cost-benefit Analysis</i>
CL	Capítulo de Livro
DfA	<i>Design for Assembly</i>
DfC	<i>Design for Cost</i>
DfD	<i>Design for Disassembly</i>
DfE	<i>Design for Environment</i>
DfE	<i>Design for Ergonomics</i>
DfL	<i>Design for Logistics</i>
DfLC	<i>Design for Life Cycle</i>
DfM	<i>Design for Manufacturing</i>
DfMa	<i>Design for Maintainability</i>
DfMN	<i>Design for Maintenance</i>
DfMR	<i>Design for Minimum Risk</i>
DfN	<i>Design for Network</i>
DfO	<i>Design for Obsolescence</i>
DfQ	<i>Design for Quality</i>
DfR	<i>Design for Recyclability</i>
DfR	<i>Design for Reliability</i>
DfS₁	<i>Design for Safety</i>

DfS₂	<i>Design for Service</i>
DfS₃	<i>Design for Sustainability</i>
DfSC	<i>Design for Supply Chain</i>
DfSC&L	<i>Design for Supply Chain & Logistics</i>
DfSMC	<i>Design for Sustainable Mass-Customization</i>
DfSS	<i>Design for Six Sigma</i>
DfSTM	<i>Design for Short-Time to Market</i>
DfT	<i>Design for Testing</i>
DfV	<i>Design for Variety</i>
DfX	<i>Design for Excellence</i>
DMI	<i>Design Management Institute</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
DSS	<i>Design Support System</i>
ESDI	Escola Superior de Desenho Industrial
GP	<i>Goal Programming</i>
HOQ	<i>House of Quality</i>
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i>
LCC	<i>Life Cycle Cost</i>
LCM	<i>Life Cycle Management</i>
LCSA	<i>Life Cycle Sustainability Assessment</i>
NI	Não identificado
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PLM	<i>Product Life Cycle Management</i>
ProdSI	<i>Product Sustainability Index</i>

P-SPD	Ferramenta de Design de Produtos Parcialmente Sustentáveis
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
RDM	<i>Robust Design Methodology</i>
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
S-LCA	<i>Social Life Cycle Assessment</i>
SPD₁	Ferramenta de Design de Produtos Sustentáveis
SPD₂	<i>Sustainable Product Design and Development</i>
SSC	<i>Sustainable Supply Chain</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
WDO	<i>World Design Organization</i>
ZOGP	<i>Zero-one Goal Programming</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Delimitação do tema	27
1.2 Questão de Investigação	28
1.3 Problema de Pesquisa	28
1.4 Hipótese	28
1.5 Objetivos	29
1.5.1 OBJETIVO GERAL	29
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
1.6 Justificativa	30
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	38
2.1 Processo de Design	38
2.1.1 MÉTODOS, REQUISITOS E FATORES PROJETUAIS.....	42
2.1.2 FERRAMENTAS DE DESIGN.....	49
2.2 Sustentabilidade	54
2.2.1 MÉTODOS E FERRAMENTAS DE DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE.....	70
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	85
3.1 Caracterização da Pesquisa	85
3.2 Delineamento da Pesquisa	88
3.2.1 FASE 1: INVESTIGAÇÃO	88
3.2.2 FASE 2: ARTEFATO	94
3.2.3 FASE 3: AVALIAÇÃO E AJUSTES	97
3.2.4 FASE 4: CONCLUSÃO.....	104
4 DESENVOLVIMENTO PROJETOAL	107
4.1 Investigação	107
4.1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA.....	108
4.1.2 CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	109
4.1.3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	113

4.2 Artefato	115
4.2.1 IDENTIFICAÇÃO DOS ARTEFATOS E CONFIGURAÇÕES DAS CLASSES DE PROBLEMAS	116
4.2.2 PROPOSIÇÃO DE ARTEFATOS PARA RESOLVER O PROBLEMA ESPECÍFICO	118
4.2.3 PROJETO DO ARTEFATO SELECIONADO	124
4.2.4 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO	127
4.3 Avaliação e ajustes	134
4.3.1 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO	135
4.4 Conclusão	139
4.4.1 EXPLICITAÇÃO DAS APRENDIZAGENS	139
4.4.2 CONCLUSÕES	141
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	142
REFERÊNCIAS	148
APÊNDICES	163
ANEXOS	187

1 INTRODUÇÃO

A utilização de objetos para intermediar a relação dos seres com o ambiente é uma atividade que transpassa a escala evolutiva do gênero *Homo*. Até surgirem novas evidências que conecte o desenvolvimento humano com o passado, o ancestral mais distante do *Homo sapiens* que viveu na savana africana há aproximadamente 4,2 milhões de anos, o *Australopithecus*, já utilizava pedras e ossos para se defender, caçar, cavar, preparar alimentos etc. Já o *Homo habilis*, que viveu entre 1,9 e 1,6 milhões de anos atrás, foi o primeiro ser terrestre a fabricar ferramentas a partir de pedras que ao serem lascadas, formavam pontas afiadas e poderiam ser utilizadas para cortar, descascar, amassar, perfurar, entre outras atividades do cotidiano (MCHENRY; COFFING, 2000; SEMINO, 2000).

A sensível conexão dos seres humanos com os objetos configura-se tão relevante ao ponto de ser usada como classificação taxonômica para delinear a evolução das diferentes eras da humanidade. A partir das descobertas arqueológicas, classificam-se períodos com base nos principais materiais utilizados em cada momento. Embora existam variações para se determinar a precisão cronológica exata de cada era, pode-se identificar que a evolução dos seres humanos passou da Idade da Pedra, que representou cerca de 98% da existência do gênero *Homo*, para a Idade da Argila, então para a Idade do Cobre, do Bronze, do Ferro, sucessivamente até chegar a Era do Silício, sociedade contemporânea, repleta de objetos produzidos com os mais diversos tipos de materiais que intermedeiam praticamente todas as atividades e relações dos seres humanos (BAUMAN, 2001; 2009; CARDOSO, 2013; OLSON, 2001).

De forma sintetizada, o processo de construção de objetos, seja ele planejado ou não, busca solucionar um determinado tipo de problema e, a sua evolução se dá a partir da mudança de propósito em que se pode refletir sobre os problemas e os artefatos existentes. Dessas reflexões podem surgir melhoramentos em peças existentes ou inventos completamente disruptivos (CROSS, 2000). Independente do período ou contexto, ao encontrar objetos que acompanham a evolução dos seres

humanos, conforme ilustrados na Figura 1, se pressupõe também a existência e a evolução de um raciocínio estruturado para a construção e utilização de tais artefatos.

Figura 1 - Descobertas arqueológicas¹.



Fonte: Compilação do autor com base em The British Museum (2020a; 2020b, 2020c).

Conforme as concepções atribuídas ao construtivismo interacionista, os seres humanos não se apresentam como um produto pronto criado pela natureza, também não se pode defini-los como um subproduto resultante de suas acomodações viscerais internas. São seres muito complexos, com raciocínio lógico criativo, com percepções artísticas e fundamentos em uma autoconstrução que se reproduz, dia a dia, a partir da simbiose entre os fatores naturais externos e suas acomodações internas. O conhecimento, que abrange dentre outros aspectos a capacidade de produzir artefatos, por sua vez, não nasce alocado em algum órgão ou objeto específico, ao passo que se constrói a partir das interações entre os indivíduos com os objetos e o ambiente que os cercam. Na medida que os seres humanos interagem com artefatos é que são capazes de reconhecer e produzir o próprio conhecimento, ou seja, a partir da interpretação das ações e atitudes é que surge o conhecimento. (BECKER, 2001; CARRETERO, 1997; GOULART, 1997; PIAGET 1982).

De acordo com Vygotsky (1987), além das interações dos seres humanos com os objetos e o meio, para que sejam possíveis as transformações e mudanças na evolução dos indivíduos, estes devem estar inseridos em contextos socioculturais. Nesse sentido, compreende-se que os processos de aprendizagem, assim como aprender a usar e projetar artefatos, por exemplo, despertam outras conexões internas de progresso que só são possíveis quando os seres humanos interagem com outros

¹ Objeto "A" é o item mais antigo disponível no *British Museum*, foi encontrando em *Olduvai Gorge*, Tanzânia, e representa uma peça cortante de pedra datada com aproximadamente 1.8 milhões de anos. O item B é a imagem de um colar de ossos do período Neolítico encontrando em *Skara Brae*, Escócia. O artefato C ilustra uma faca produzida em 3200 a.C. com cabo decorado em marfim e lâmina serrilhada produzida em pedra, descoberta em *Sheikh Hamadeh*, Egito (THE BRITISH MUSEUM, 2020a; 2020b; 2020c).

seres humanos. Culturas distintas produzem diferentes padrões de estruturação psicológica, ou seja, o comportamento, em um sentido mais abrangente não retrata ações isoladas de um indivíduo específico, mas sim uma relação entre os agentes (seres humanos), o ambiente (contexto sociocultural) e os artefatos (GAGNÉ, 1974; PIAGET, 1976; 1982; SKINNER, 1974; VYGOTSKY, 1987). Conforme Skinner (1974), um ser humano reage ao contexto que está inserido na expectativa de agir sobre ele, isto é, vivenciar o mundo relaciona-se com testes e provas enquanto o percebe confrontado com armazenamentos e capturas de momentos.

Nas sociedades modernas e contemporâneas, o que se descreve como progresso ou sucesso evolutivo é, na essência, sinônimo de um encadeamento de diversas medidas conjuntas ocasionadas por grupos sociais, órgãos governamentais e por capitais industriais (CARDOSO, 2013; FORTY, 2007; FRY, 2011). A evolução das formas de se produzir artefatos avança na medida que novos conhecimentos e novas tecnologias são criadas e, na história industrial, conforme Forty (2007 p. 43), “o design torna-se necessário como uma atividade separada da produção assim que um único artífice deixa de ser responsável por todos os estágios da manufatura, da concepção à venda”, fato que começou a ocorrer na estrutura organizacional de muitas indústrias no século XVIII. Entretanto salienta-se que o conceito de progresso abrange tanto os avanços e mudanças desejáveis como indesejáveis, que em certas situações podem inclusive, em casos extremos, comprometer a permanência da vida na Terra.

No campo acadêmico, credita-se à escola *Bauhaus* o legado de um modelo educacional, uma linguagem visual e os ideais da produção de um novo ser humano para um novo mundo após a Primeira Guerra Mundial, além de ser referenciada por muitos pesquisadores como uma das principais escolas de design e arquitetura do século XX. Fundada em 1919 por *Walter Gropius* na cidade Weimar, na Alemanha, o Design, enquanto ciência social aplicada, deixa de ser apenas um discurso ou um conceito restrito ao segmento industrial e transita da produção sem reflexão, para algo que possa ser utilizado por todos, ao passo que surge então a Teoria do Design e a autorreflexão sobre a prática projetual do fazer em Design (DROSTE, 2006; ITTEN, 1975; KAIZER, 2020).

A partir dessa nova realidade do surgimento das escolas de design, onde houve a união do artesanato, arte, arquitetura, tecnologia e foco na produção industrial,

evidenciaram-se as atenções à produção mecanizada, assim como à industrialização da produtividade, o que passou a exigir o desenvolvimento de bens de consumo com características funcionais superiores, custos acessíveis, associações a conceitos estéticos e produção em massa. Nesse contexto o Design destaca-se como um dos elementos relevantes do processo de projeção e fabricação de artefatos industriais, em que se estuda o equacionamento das problemáticas que envolvem as esferas ambientais, sociais, culturais, econômicas e tecnológicas (BÜRDEK, 2002; FORTY, 2007; PAPANECK, 1971; REDIG, 1983).

A partir de 1950, em decorrência do desfecho após a Segunda Guerra Mundial, as indústrias de alguns países europeus intensificaram seus desenvolvimentos, transformando de forma significativa os padrões sociais e econômicos no período. Surgem então as metodologias projetuais de design que, além de se destinarem a atingir objetivos específicos de cada situação, buscavam a adequação dos projetos com os processos produtivos industriais. Sob tais perspectivas, para obter aceitação da indústria as práticas dos designers deixaram de ser processos intuitivos e aleatórios, baseados em suas vivências e repertórios e passaram a ser uma interpelação científica, analítica e sistematizada (BÜRDEK, 2002).

Associa-se ao design de novos artefatos, dentre outras questões, as expectativas de prosperidade financeira de organizações, porém, não obstante aos processos criativos que envolvem o desenvolvimento de produtos, existem diversificados fatores externos, tais como a pressão estabelecida pela competitividade mercadológica global, os avanços tecnológicos, a massificação do consumo, entre outros, que fazem com que as indústrias acelerem cada vez mais suas produções para responder com maior agilidade às necessidades dos clientes. Enfrenta-se ainda os fatores internos como os alinhamentos estratégicos, a gestão de times multidisciplinares, de matéria-prima, estoque, resíduos etc. que compelem aprimoramentos constantes acerca dos processos de desenvolvimento de produtos (FILHO, 2010; JONES, 1992; LÖBACH, 2001).

Esse ecossistema de complexidades internas e externas, com altos custos atribuídos ao lançamento de novos artefatos e a decorrente atenuação da tolerância ao erro, bem como prever os efeitos colaterais de inovações sem as devidas considerações sobre o sistema completo ao qual estão inseridas, acabam por configurar um cenário excessivamente complexo para ser gerenciado (FILHO, 2010;

JONES, 1992). Nesse sentido, o emprego de metodologias de design instintivas ou não estruturadas e replicáveis enfrentam resistência no mercado, que prima pela utilização de métodos consistentes com as muitas possibilidades produtivas utilizadas para o desenvolvimento de produtos (FILHO, 2010). Uma das características do design contemporâneo, segundo Jones (1992), é trabalhar em busca da resolução de problemas complexos, e para tal, se faz necessário a evolução constante dos métodos e ferramentas utilizadas para se enfrentar as questões problemáticas em níveis sistêmicos, ou seja, para solucionar os problemas que não ocorriam anteriormente e que são, na maioria das ocorrências, fruto dos artefatos feitos pelos seres humanos.

Conforme Forty (2007), o êxito do capitalismo sempre esteve relacionado com a habilidade em inovar, com a venda e o consumo de novos artefatos, porém, contraditoriamente, em grande parte das sociedades que tal sistema político econômico se estabeleceu, evidenciou-se resistência às novidades produzidas. Nesse contexto, o design se destaca como uma das abordagens para se conseguir tal aceitação. Salieta-se que nem sempre as práticas utilizadas são inocentes ou inofensivas, sob diferentes perspectivas ambientais e sociais. Dentre os artifícios empregados para facilitar tal aceitação, repudia-se a capacidade de modificar a aparência das coisas para que se configurem diferentes do que realmente são.

Um dos objetivos mais latentes e capciosos no desenvolvimento e produção de novos artefatos, conforme Forty (2007), consiste em gerar lucros financeiros para seus fabricantes à medida que, toda e qualquer movimentação aplicada em direção às expressões artísticas não está relacionada com a manifestação intuitiva da criatividade ou a idealização dos projetistas, mas têm a finalidade de facilitar as vendas e deixar os produtos mais lucrativos. Nesse contexto, pode se considerar relevante que os designers ocupem posições estratégicas na conexão entre entidades produtoras de artefatos e a sociedade, e gradativamente passem a atuar de modo político-pedagógico ao assumir as responsabilidades sobre suas criações e por elucidar questões pertinentes aos problemas aos quais estão inseridos, sobretudo relacionados as esferas ambientais, sociais e econômicas (CARDOSO, 2013; FRY, 2011; JONES, 1992; MANZINI, 2008; 2019; PAPANEK, 1971).

Sob as perspectivas da cultura material no século XX, o design se destaca como um dos agentes decisivos para seu estabelecimento em muitas sociedades. Na atualidade, 2022, competências como criatividade, comunicação e as habilidades

necessárias para sintetizar conjuntos complexos de informações e transcrevê-los em inovações estão no cerne dos estudos do desenvolvimento socioeconômico. Segundo Stamm (2003), criatividade está relacionada com capacidades em enfrentar desafios de maneiras alternativas e destaca-se como uma das características indispensáveis do design. Considera-se que as atitudes criativas e o conhecimento gerado a partir desses comportamentos representam o impulso evolutivo para as sociedades contemporâneas, assim como as inovadoras maneiras de interações e relacionamentos entre comunidades distintas retratam modelos de inovações tecnológicas, sociais e culturas (BAUMAN, 2001; FLORIDA, 2011; HOWKINS, 2007; MARIOTTI, 2013).

Desejo e necessidade, conforme Maslow (1943), são impulsos condutores do comportamento dos seres humanos, ao relacionar os conceitos que Bauman (2001; 2009; 2010) apresenta, em sociedades de consumo exagerado, satisfazer os desejos dos consumidores é um dos principais objetivos das organizações que produzem artefatos para tais mercados. Destaca-se que nesse contexto de satisfação, alinhado ao modelo socioeconômico vigente, as necessidades se retroalimentam na medida que novos produtos são criados, ou seja, o compromisso com a satisfação existe enquanto o desejo não for alcançado, ou ainda enquanto suspeitar-se de que o desejo possa não ter sido completamente satisfeito. Sobretudo salienta-se que nessa sociedade líquida, muitos artefatos perdem a sua utilidade antes mesmo da necessidade de seu descarte, concomitantemente Manzini e Vezzoli (2002) justificam que os comportamentos relacionados ao uso dos objetos podem definir a extinção de um artefato antes mesmo do seu desgaste, ou ainda sob efeitos da obsolescência.

De acordo com Cross, Christiaans e Dorst (1996), os designers estão inseridos ativamente nesse cenário de cultura material em que o lixo é abundante, com suas habilidades para elucidar as informações que os objetos apresentam e então desenvolverem artefatos com novas informações. Sobretudo apresentam-se questionamentos essenciais que carecem de respostas concretas: considerando que sob o ponto de vista planetário o descarte apresenta-se como um paradoxo, pois de fato os materiais não são completamente descartados e permanecem de diversas maneiras na Terra, o que designers (assim como outros profissionais que produzem artefatos) podem fazer e por quais meios podem agir?

Conforme Simon, 1969 (*apud* SIMON, 1996), artefatos originados a partir de processos de design devem ser da maneira mais coerente para alcançar seus objetivos e funcionarem, ou seja, o design apresenta-se como um solucionador de problemas. Para Papanek (1971) o design pode influenciar em uma abordagem mais responsável do meio ambiente, pois para abastecer as linhas de produção há necessidade de planejamento e projeto, nesse sentido o design se configura como a ferramenta mais poderosa que o ser humano pode utilizar para configurar ecossistemas, o meio ambiente, sociedades e por continuidade a si próprio. Essa sensível relação entre responsabilidade moral e social exige profissionais com amplos conhecimentos sobre as pessoas, os materiais e os processos de design.

Um dos pioneiros na conceituação do Desenho Industrial no Brasil, o designer Joaquim Redig já expressava suas preocupações ambientais em 1977 ao relacionar os aspectos ecológicos em sua definição de que o design representa o equacionamento simultâneo de uma série de fatores projetuais – antropológicos, ecológicos, econômicos, ergonômicos, filosóficos, geométricos, mercadológicos, psicológicos e tecnológicos (REDIG, 1983; 2005).

Com os avanços tecnológicos, em especial atenção as possibilidades que a tecnologia da informação e as ferramentas computacionais proporcionam, estruturam-se estudos e proposições de métodos, processos, *frameworks*, ferramentas, entre outros, mediadas por *softwares* e interfaces digitais para auxiliar as diversas etapas do processo de design (BRYANT, 2007; STRAWBRIDGE; MCADAMS; STONE, 2002). O desenvolvimento de instruções para modelos computacionais são atividades complexas que envolvem o conhecimento ou a estruturação de linguagens de programações que podem ser completamente diferentes para cada cenário de uso. Segundo Johnson *et al.*, (2005) *softwares* são desenvolvidos para responderem a partir da entrada de informações que podem ser inseridas de diferentes maneiras, desde processos manuais a procedimentos automatizados realizados com câmeras, sensores ou qualquer outro dispositivo passível de gerar dados.

De acordo com Branski (2004), a maioria das aplicações digitais estão conectadas em rede, em ambientes acessados pela internet e em evolução contínua. Configuram-se comunidades on-line para as mais diferentes finalidades, de entretenimentos a ofícios, interligadas em conexões sociais, o que permite acumular e compartilhar de forma dinâmica grandes quantidades de dados.

Segundo Manzini (2019), é possível interpretar o design para além do ponto de vista do que pode ser produzido, embora esse entendimento seja consideravelmente relevante e muito utilizado em meios acadêmicos e industriais. Para o autor o design também se relaciona com a cultura, linguagem e significado. Se os artefatos de design servem para dar sentido as coisas (SIMON, 1996), também colaboram proativamente na ideação social do significado. Manzini (2019, p. 62, tradução do autor) argumenta que a inovação social está conectada com o design do século XXI assim como as inovações tecnológicas estiveram com o século XX, e define que design para inovação social representa “tudo o que o design especializado pode fazer para ativar, sustentar e orientar os processos de mudança social em direção à sustentabilidade”.

Já o termo sustentabilidade ou “desenvolvimento sustentável” (VEIGA, 2007 p. 61) foi utilizado pela primeira vez em agosto de 1979, no Simpósio das Nações Unidas que abordava as sensíveis relações entre meio ambiente, recursos e desenvolvimento econômico e social. Por vezes a palavra sustentabilidade é minimizada a situações individuais, que apresentam riscos se desviarem as atenções das questões mais sensíveis. Sustentabilidade aborda uma série de requisitos interligados com as esferas políticas, ambientais, sociais e econômicas, e a compreensão sobre o tema evoluiu na medida que surgem novos questionamentos sobre o assunto (BOSELNANN, 2009; CARDOSO, 2013; CHICK; MICKLETHWAITE, 2011; FRY, 2011; MANZINI, 2008; 2019; MANZINI E VEZZOLI, 2002; MARIOTTI, 2013; VEIGA, 2007; 2013; 2015; VEZZOLI, 2010). Em virtude das muitas conexões que o termo abrange, pode se tornar ainda mais complexo o trabalho de designers e projetistas que tentam encontrar a maneira mais adequada para a produção de artefatos, considerando uma maior conscientização sustentável.

Dentre outras possíveis situações sensíveis que podem ser geradas a partir da dicotomia entre preservar os recursos naturais e industrializar artefatos a partir de materiais de diversas naturezas, pode-se destacar o fato de que em muitos casos evidenciam-se exageradamente os cuidados ambientais, como a logística reversa adequada dos resíduos, o uso correto dos materiais, entre outros, e pouco se aborda sobre as implicações sociais e os impactos dos estilos de vida de organizações e comunidades relacionadas a produção de tais artefatos.

Nesse contexto complexo de relações com fatores internos e externos, a sistematização básica de um processo de design, segundo um conjunto de autores,

utilizada como estrutura norteadora para essa Tese, parte da conversão de uma série de requisitos existentes em um problema projetual (BAXTER, 2000; BONSIPE *et al.*, 1984; CROSS; CHRISTIAANS; DORST, 1996; HUNDAL, 1990; LÖBACH, 2001; PAHL; BEITZ, 1996; ROSENFELD *et al.*, 2006; ULLMAN, 2010; ULRICH; EPPINGER, 2015). Coletam-se informações sobre o cenário, público-alvo e contexto ao qual o artefato estará inserido e geram-se ideias que se aproximam da resolução dos requisitos identificados anteriormente. Com base em pontuações e/ou argumentos definidos pelas equipes projetuais, as ideias geradas são avaliadas e elege-se a melhor (ou as melhores) conforme os critérios estabelecidos. Nesse sentido a melhor alternativa ou a partir da união das principais características das ideias ‘vencedoras’ (entre aspas pois não se trata de uma competição propriamente dita, e sim uma avaliação, com base em pesquisas e análises, qual ou quais opções são mais promissoras) inicia-se a produção do objeto físico alinhado aos requisitos iniciais. Após a materialização do artefato um conjunto de ações envolvendo o lançamento, gestão de produção, conservação, logística reversa até o descarte ou interrupção do artefato no mercado.

Segundo Baxter (2000) a fase de geração de alternativas é crucial para o êxito de um artefato. Sem minimizar a importância das outras fases o autor identifica que é nesse momento que as atividades criativas se intensificam e as informações sobre a procura pelas melhores soluções que atendam aos requisitos são relacionadas. Essa busca por respostas inovadoras para os problemas requer o relacionamento de conceitos, ideias e capacidades tecnológicas, resultando em efeitos diretamente concatenados com as particularidades políticas, ambientais, sociais e econômicas do artefato desenvolvido (PAHL; BEITZ, 1996). Embora a fase de criação seja de suma importância para o projeto, ela sempre estará subordinada aos requisitos projetuais estabelecidos previamente, ou seja, desenvolvem-se os artefatos conforme as condições pré-estabelecidas.

Além de toda a complexidade já mencionada, soma-se a influência dos curtos prazos exigidos pelo mercado para que se proporcione um cenário que pode influenciar negativamente no que diz respeito a qualidade das ideias geradas que se adequem aos requisitos projetuais (BRYANT, 2007) e, sobretudo, ao estabelecimento dos critérios norteadores para que se obtenham bons projetos. Nesse contexto é essencial que se decomponham os problemas para oportunizarem os entendimentos

e resoluções adequadas, ao mesmo tempo evitar o surgimento de fixações de ideias² (JANSSON; SMITH, 1991).

Assim, o design como ciência social aplicada guiada pela criatividade pode fornecer soluções para o contexto insustentável do cenário atual. Progressivamente as funções desempenhadas pelos designers se aproximam da procura por melhores maneiras para viver e enfrentar os inúmeros desafios da sobrevivência contemporânea. Considera-se primordial abandonar o desenvolvimento deliberado de artefatos sem a devida consideração dos fatores ambientais, sociais, econômicos e políticos (CSIKSZENTMIHALYI, 1999; FLORIDA, 2011; FRY, 2011; MANZINI, 2008; 2019) bem como a aproximação dos designers em cargos de lideranças estratégicas (MOZOTA; KLÖPSCH; COSTA, 2011; TEIXEIRA, 2010) para que esse movimento rumo as inovações sociais sustentáveis se perpetue.

A convergência entre a evolução das capacidades computacionais, sustentabilidade e o gerenciamento dos requisitos projetuais estende as oportunidades para investigar o design, contudo diante do exposto, surgem alguns questionamentos que nortearam o desenvolvimento inicial dessa investigação: O que é sustentabilidade e como relacionar seus conceitos com o desenvolvimento de artefatos? Quais as estratégias empregadas para estabelecimento de requisitos em projetos? Quais as abordagens e ferramentas mais adequadas para realizar a gestão de requisitos sustentáveis? Quais são as possibilidades classificações e codificações dos requisitos projetuais? Como avaliar a utilização de uma ferramenta de design? Como os dados de requisitos projetuais classificados e codificados, considerando o âmbito da sustentabilidade, podem auxiliar no desenvolvimento de novos produtos?

Para responder tais questionamentos estrutura-se essa Tese para fins de qualificação em três capítulos. O presente, Introdução, elucida a contextualização e delimitação do tema, questão de investigação, o problema de pesquisa, a hipótese, os objetivos e a justificativa. O capítulo 2 traz o aprofundamento teórico e aborda conceitos relacionados a processos, métodos e ferramentas de design, bem como busca-se identificar o estado da arte sobre sustentabilidade e design. No capítulo 3,

² Mesmo com a existência de muitas técnicas para estimular a criatividade, o designer está sujeito a vivenciar um bloqueio de produtividade ocasionado por um fenômeno involuntário identificado como fixação de ideias. Fatores que envolvem experiências vivenciadas anteriormente podem contribuir para o surgimento de artefatos concebidos com conceitos e características formais e funcionais de objetos já difundidos (JANSSON; SMITH, 1991).

detalha-se a abordagem metodológica designada para a realização da pesquisa. Descreve-se as etapas e os procedimentos empregues para o desenvolvimento dos estudos e para se atingir os objetivos propostos. Também se elucida o cronograma com as etapas a serem realizadas para conclusão da Tese. Por fim, apresentam-se as considerações parciais acerca das etapas realizadas até o momento e as referências utilizadas.

1.1 Delimitação do tema

A presente pesquisa aborda a investigação dos processos aplicados para a concepção de produtos que se posicionam como sustentáveis. Em compreensão teórica, o tema delimita-se pelas áreas que envolvem as variáveis da questão de investigação e do problema de pesquisa: sustentabilidade aplicada ao design, requisitos sustentáveis e projeto de produto.

Salienta-se que para pesquisas que envolvem a temática sustentabilidade, é importante fazer a delimitação espacial. Essa pesquisa será realizada preferencialmente com pessoas/empresas da cidade de Porto Alegre (Rio Grande do Sul, Brasil) e da Região Sul do Brasil.

Utiliza-se uma interpelação sobre os requisitos projetuais definidos em projetos de produtos e uma relação com os 17 preceitos dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável apresentados pelas Nações Unidas Brasil (2020b) para a proposição de uma ferramenta de design para categorização, classificação e hierarquização de requisitos projetuais orientados às práticas sustentáveis. Priorizam-se procedimentos orientados para a materialização de artefatos com o uso de métricas para avaliação projetual.

1.2 Questão de Investigação

Ao considerar o exposto, apresenta-se a seguinte questão de investigação: como a classificação e codificação de requisitos sustentáveis em projetos de produtos pode ser aplicada no processo de design, de maneira a influenciar positivamente com as decisões projetuais?

1.3 Problema de Pesquisa

No contexto do design de produtos, em que requisitos são estabelecidos contribuindo com as decisões projetuais, o possível fato de haver escassez de ferramentas que auxiliem com o estabelecimento de tais requisitos orientados pela sustentabilidade, seja nas fases iniciais ou durante o desenvolvimento do projeto, apresenta-se como um problema de pesquisa a ser investigado.

1.4 Hipótese

A classificação, codificação e hierarquização de requisitos orientados a sustentabilidade nas fases iniciais de projetos, através de uma ferramenta de gerenciamento, possibilita identificar abordagens e táticas sustentáveis que possam ser utilizadas no desenvolvimento projetual.

1.5 Objetivos

As metas para essa Tese separam-se em objetivo geral, que representa o propósito dos estudos e os objetivos específicos que identificam o percurso para a investigação científica.

1.5.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma ferramenta para classificação, codificação e hierarquização de requisitos orientados à sustentabilidade, de modo que os dados auxiliem nas decisões de abordagens e estratégias para o desenvolvimento projetual.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Compreender os conceitos de sustentabilidade e como são relacionados com o design de produtos para fins de especificar requisitos projetuais;
- b. Analisar estratégias utilizadas por designers para o estabelecimento de requisitos orientados à sustentabilidade durante o desenvolvimento projetual, com o intuito de compreender o cenário;
- c. Investigar ferramentas utilizadas para a gestão de requisitos projetuais orientados a sustentabilidade para fins de reconhecer contextos e abordagens distintas;
- d. Propor uma classificação, codificação e hierarquização de requisitos projetuais relacionados aos conceitos identificados no objetivo específico (a);
- e. Avaliar a aplicabilidade e contribuição do artefato proposto no contexto projetual, para fins de indicar melhorias na ferramenta.

1.6 Justificativa

A ideia de desenvolvimento econômico social contínuo e ininterrupto confrontou-se com fatos que evidenciam graves circunstâncias, dentre as quais destacam-se por exemplo, as constantes degradações ambientais que em boa parte são geradas pelo consumo desregulado e excessivo, as extinções dos recursos e da vida terrestre, a exploração da mão de obra e a segregação entre riqueza e pobreza (MAURI, 1996). Questões essas que estão relacionadas diretamente com os conceitos de sustentabilidade.

A relevância da inserção dos conceitos de sustentabilidade em estudos científicos pode ser percebida a partir do grande número de pesquisas e projetos nas mais variadas áreas do conhecimento. Encontram-se abordagens nas ciências exatas, na biologia, na saúde, nas ciências agrárias, sociais aplicadas, humanas, na linguística, nas letras, nas artes, nas engenharias e nas áreas multidisciplinares (MARIOTTI, 2013; SILVEIRA; FRANZATO; LINDEN, 2014; VEIGA, 2013; 2015). Não obstante a quantidade de estudos sobre sustentabilidade, o encadeamento com o campo do design que, conforme Brasil (2017), situa-se na área das ciências sociais aplicadas, apresenta lacunas para investigações.

O atual cenário ecológico, social e econômico, de acordo com Silva, Ribeiro e Silveira (2015), exige das instituições públicas e privadas métodos inovadores para projetar e gerenciar processos, novos modelos, sistemas e novas possibilidades para organizar habilidades e competências. Nesse sentido expressa-se a oportunidade para que se desenvolvam inovações em abordagens e estruturas de projetos orientados pelos conceitos de sustentabilidade.

O cenário social presente expõe uma cultura estruturada, predominantemente, sob situações em que o consumo é intenso e generalizado. Fatores que evidenciam tais comportamentos podem ser percebidos nos relatórios econômicos de empresas de capital aberto, que obtiveram lucros 70% superiores no terceiro trimestre de 2020, comparando-se com o ano anterior, mesmo em meio a uma das maiores crises de saúde global do século XXI até então. Beck (1997) conceituou essa fase como modernidade reflexiva, Bauman (2009) definiu como modernidade líquida, ambas as

definições expressam fluidez, risco e são determinadas por relevantes e notáveis mudanças sociais. Período esse em que ameaças ambientais, crises sociais, conflitos políticos e sistemas econômicos estão próximos a saírem do controle a qualquer instante, o que pode desencadear transtornos significativos caso não ocorra algum tipo de transformação (FRY, 2011; MANZINI; VEZZOLI, 2002). A difusão de teorias concordantes com a associação dos conceitos de sustentabilidade contribui para que se percebam novas formas de executar projetos de design.

A vida líquida (BAUMAN, 2009) é caracterizada, dentre outras formas, pelas constantes incertezas em diversas esferas sociais, porém uma certeza se ressalta: o lixo originado – como resultado desse contexto de consumo excessivo – é o subproduto contemporâneo de maior produção. Contudo, de acordo com Bauman (2009; 2010), ainda é possível raciocinar sobre transformações na trajetória dessa perturbação econômica, orientada ao consumismo e fundamentada no exagero de ofertas e na obsolescência programada cada vez mais acelerada dos bens de consumo. Diante desse cenário complexo e mutável, segundo Moraes (2010), para que se possa desenvolver uma nova economia será preciso valer-se de abordagens inovadoras para o design, bem como novos procedimentos projetuais, métodos, modelos e ferramentas que atendam e conduzam os projetos orientados à sustentabilidade e ao cenário em que devem operacionalizar.

Uma das possíveis transformações sociais já está em curso, tendo em vista que assuntos relacionados a sustentabilidade, gradativamente surgem em pesquisas com maior relevância nos últimos anos. Parte significativa desse aumento deve-se ao fato de as problemáticas sobre as questões ambientais e conflitos sociais e econômicos estarem disponíveis mais facilmente ao conhecimento das pessoas (SILVA; RIBEIRO; SILVEIRA, 2015; SILVA; GIULIANO, 2017; VEIGA, 2015).

Observando esse crescimento sobre o assunto e a abrangência de áreas que se relacionam com a sustentabilidade, é possível considerar o campo do Design como uma parcela relevante para inserção de tais estudos. Levando em conta tais considerações, executa-se uma análise bibliométrica das teses que apresentam o tema Sustentabilidade e Design no Brasil. Além de argumentos para justificar a relevância do desenvolvimento da ferramenta proposta nessa Tese, objetiva-se com a análise bibliométrica estimular a troca de conhecimentos e determinar o estado da

arte da inovação sobre design para a sustentabilidade nos programas nacionais de doutorado.

Na pesquisa bibliométrica se analisou todas as teses publicadas e disponíveis nos *sites* dos Programas de Doutorado em Design do Brasil até janeiro de 2021, compreendendo publicações de 12 instituições de ensino e está estruturado da seguinte maneira: inicia com o método utilizado para realizar pesquisa bibliométrica, executa-se uma classificação e codificação dos resultados com base no cenário identificado por Vezzoli (2010) e são expostos os resultados, análises e as considerações.

O presente estudo é de caráter quantitativo e como método de coleta de dados utilizou-se da Bibliometria com o objetivo de selecionar e analisar teses publicadas nos sites dos Programas de Doutorado no Brasil que apresentavam o termo “Sustentabilidade” em seu título, resumo ou palavras-chave. A pesquisa bibliométrica, é determinada como um instrumento estatístico para medir ou avaliar através do mapeamento, gerando indicadores de tratamento e gestão da informação. A bibliometria consiste na utilização de técnicas matemáticas e estatísticas para apresentar aspectos da literatura e de outros meios de comunicação (ARAÚJO, 2006). Essa técnica tem sido utilizada com o objetivo da métrica de citações nas mais diversas áreas do conhecimento e segundo Lazzarotti, Dalfovo e Hoff (2011), a utilização dos resultados encontrados permite descrever e analisar a trajetória do desenvolvimento das produções científicas.

O procedimento foi realizado nas seguintes etapas: a) Estabelecimento da temática a ser pesquisada – Sustentabilidade e Design; b) Seleção dos programas de doutorado; c) Definição das teses a serem analisadas; d) Determinação do termo a ser pesquisado nas teses – sustentabilidade; e) Pesquisa digital com o termo escolhido; f) Análise e agrupamento dos dados.

Com o objetivo de explicitar a produção acadêmica sobre Sustentabilidade e Design, inicialmente pesquisou-se sobre os conceitos relativos conforme apresentado previamente. Com isso foi possível perceber a importância entre a relação de tais assuntos com a atividade projetual, incitando o desenvolvimento desse estudo para detectar sobre o que se pesquisa no Brasil. Após a definição dos programas de doutorado, partiu-se para a seleção das teses. Optou-se por realizar o estudo somente

com as teses publicadas e disponíveis para acesso on-line. As dissertações, por não apresentarem um caráter de ineditismo, foram excluídas da pesquisa.

A busca iniciou pela Plataforma Sucupira (BRASIL, 2020) onde foi possível identificar os Programas de Doutorado em Design no Brasil bem como seus respectivos endereços e repositórios virtuais. Foram encontradas descritas nos sites dos programas 325 teses, sendo 279 disponíveis para acesso on-line. Realizou-se então a pesquisa digital para encontrar as teses que continham a expressão “sustentabilidade” ou “sustentável” no título, resumo ou palavras-chave. Encontrou-se 11 pesquisas abordando sustentabilidade, distribuídas pelos anos conforme representado na Tabela 1.

Tabela 1 - Teses com acesso disponível

Ano	Teses Disponíveis
2009	1
2011	1
2013	1
2014	1
2016	1
2017	3
2019	3

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Ao considerar os dados obtidos, pode-se perceber que os estudos sobre design e sustentabilidade apresentam pouca profusão no montante de teses disponíveis. Inicialmente pode-se concluir que, dada relevância do assunto para a sociedade contemporânea, quando comparado com o volume total de teses disponíveis para acesso on-line, as pesquisas sobre sustentabilidade representam uma baixa porcentagem – 3,94%. Observa-se ainda que a partir de 2017 se esboça um crescimento de publicações que se mantém em 2019, porém voltando a cair no ano seguinte.

Após a assimilação do resultado inicial, executa-se a classificação dos assuntos com base nos cenários apresentados por Vezzoli (2010), que identifica a

evolução do entendimento sobre design e sustentabilidade com base nas temáticas apresentadas. Para o autor a consolidação e disseminação de determinados conteúdos ligados ao design orientado pela sustentabilidade, evoluem linearmente das pesquisas sobre materiais e energias de baixo impacto, para os estudos do ciclo de vida, para o design de sistemas ecoeficientes, e por fim abrangem o design para a equidade social. Além da sistematização proposta por Vezzoli (2010), para codificação dos resultados acrescentou-se a categoria que abrange as pesquisas que apresentam reflexões sobre modelos sociais e a sua relação com a sustentabilidade. Tais resultados podem ser identificados na Tabela 2.

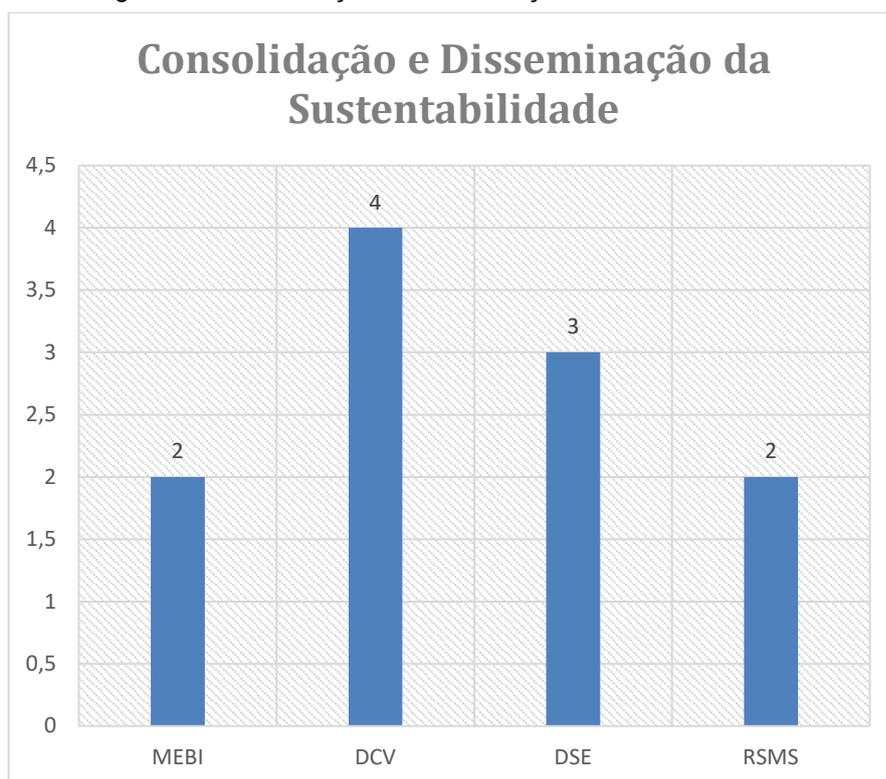
Tabela 2 - Classificação e categorização dos resultados.

Categoria	Teses Disponíveis	Ano de Publicação
Materiais e energias de baixo impacto (MEBI)	2	2011, 2019.
Design para o Ciclo de Vida (DCV)	4	2014, 2017, 2017, 2019.
Design de Sistemas Ecoeficientes (DSE)	3	2013, 2016, 2019.
Design para Equidade Social (DES)	0	-
Reflexões sobre modelos sociais (RSMS)	2	2009, 2017.

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

As pesquisas sobre sustentabilidade com foco no design para o ciclo de vida aparecem em maior número e representam aproximadamente 36,36% das publicações sobre sustentabilidade. As teses sobre design para a equidade social, assunto que diversos autores consideram de suma importância para se atingir níveis de sustentabilidade mais elevados, não foram encontrados durante a busca. A Figura 2 apresenta a consolidação e disseminação dos resultados.

Figura 2 - Consolidação e disseminação da sustentabilidade.



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Evidencia-se com esse estudo bibliométrico que, embora o assunto esteja incipiente, com pouca profusão e apresente baixa oscilação no crescimento sobre o interesse entre as áreas estudadas, estima-se que uma tendência de expansão nas pesquisas de sustentabilidade seja crucial para a temática e, vislumbra-se ainda ampla oportunidade para contribuições no debate sobre os entendimentos relacionado à temática sustentável, sobretudo na identificação da ausência de estudos sobre design para equidade social.

Frente ao contexto insustentável em que a maioria das comunidades se encontra, torna-se axiomático considerar requisitos ambientais, sociais e econômicos durante as fases de projeção, essencialmente nas etapas projetuais iniciais em que se determinam os requisitos projetuais. É evidenciada a percepção dos profissionais criativos para projetarem e desenvolverem produtos com menor impacto ambiental, maior relevância social e com valor econômico agregado que seja, ao mesmo tempo, justo e satisfatório. Para tanto, os designers devem participar de todas as etapas dos processos produtivos, das decisões projetuais iniciais às etapas de pós-produção, perpassando pelos setores de gestão e comunicação. Tal contexto social demanda

novos métodos para processos de design, sobretudo novos posicionamentos sobre a prática do design orientado pela sustentável.

Em razão dos assuntos sobre design para a sustentabilidade estarem em desenvolvimento e ascensão, produtos que expressarem tais considerações tendem a se destacarem positivamente de seus concorrentes que não o fazem. Produtos com características sustentáveis podem contribuir para se atingir níveis elevados de qualidade de vida e sustentabilidade. Requer reconsiderações nas condutas e atitudes econômicas e sociais. Adotar práticas e posturas que proporcionam reduções nos impactos ambientais como questões relacionadas ao lixo das vias públicas, poluições dos cursos d'águas e lençóis freáticos, bem como redução de ações produtoras de CO₂ são exemplos de atitudes individuais com capacidades de contribuição coletiva e, conforme Mazini (2008), deve-se pensar em níveis globais, porém agir com abrangência local.

As esperadas transformações econômicas sociais, rumo a novos patamares sustentáveis, requerem esforços de diversas áreas concomitantemente. Se por um lado os designers e os representantes dos segmentos econômicos deveriam se responsabilizar pelos erros projetuais causadores de danos ambientais, por outro lado os consumidores e usuários poderiam se questionar sobre suas atitudes em relação ao consumo, sobre a procedência dos seus bens, sobre as formas, condições e por quais pessoas foram produzidos, a fim de assegurar o estabelecimento de uma cultura ecossistêmica de inovação sustentável.

Muitas estruturas e métodos projetuais identificam o problema a ser solucionado no início das atividades propostas, porém, de acordo com Rittel e Webber (1973), em algumas ocasiões é possível que a identificação do problema seja entendida e alinhada ao decorrer do processo de design, e definida notoriamente quando identifica-se a possível solução. Converter os principais conceitos relativos ao desenvolvimento sustentável em uma ferramenta de apoio a projetistas no gerenciamento de requisitos sustentáveis em projetos, aproxima-se das transformações já mencionadas na medida que tais delineamentos colaboram com a criação e fixação de um cenário sociocultural.

Entende-se que existem muitas barreiras internas e externas para que inovações sejam adotadas e estabelecidas em determinadas culturas (JONES, 1992; SPENCER-OATEY, 2012), porém é relevante que sejam testadas as propostas que

objetivam facilitar caminhos para produtos sustentáveis, pois além de proteger o cenário ambiental, inovações são propensas a amplificar mercados na medida que produtos se tornam mais valiosos no sistema produtivo.

Frente ao contexto apresentado, a relevância dessa Tese apresenta-se com a contribuição em perspectivas variadas, tais como: a) A elucidação de entendimentos acerca dos conceitos de sustentabilidade no contexto de design; b) A compreensão da relação entre o estabelecimento de requisitos projetuais e o gerenciamento de atributos sustentáveis; c) Interpretar métodos e ferramentas para gestão sustentável em projetos; d) Identificar a abordagem sustentável de projetistas especialistas locais; e) A classificação e codificação de requisitos sustentáveis de modo compreensível e aplicável; e f) A proposição de uma ferramenta que possibilite o gerenciamento de tais requisitos e aplicações em rede para auxiliar designers e projetistas com as particularidades e contextos de cada projeto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conforme identificado na introdução dessa Tese, o presente capítulo embasa a fundamentação teórica da pesquisa e contempla uma revisão dos conceitos de autores clássicos e contemporâneos sobre o processo de design, sustentabilidade, o uso e o desenvolvimento de ferramentas para auxiliar nos processos de design sob as perspectivas do estabelecimento e gestão de requisitos projetuais para artefatos.

Para identificar particularidades do cenário evidenciado no objetivo geral, inicia-se a fundamentação com um compêndio sobre os processos de design, com ênfase nas sistematizações orientadas para o desenvolvimento de produtos, em atenção especial para as fases de estabelecimento de requisitos projetuais.

Na sequência aborda-se a definição e elucidação do estado da arte entre a relação dos conceitos de sustentabilidade e suas conexões com o design. Essa base constitui o respaldo teórico para a proposição do artefato assim como procura identificar a inserção de tais conceitos nos processos de design. Relaciona-se metodologias, abordagens projetuais e ferramentas orientadas especificamente para projetos e produtos sustentáveis.

Identifica-se ainda em uma análise sincrônica os artefatos desenvolvidos no contexto pesquisado com o intuito de reconhecer as lacunas existentes e as particularidades que ainda não foram consideradas para contribuir aos estudos na área.

2.1 Processo de Design

O design surgiu na Europa durante o século XVIII com o intuito de organizar e otimizar o cenário industrial (CARDOSO, 2013), porém os estudos sobre o processo de design surgiram cerca de 200 anos depois. A primeira conferência sobre os procedimentos,

formas e técnicas projetuais de design, a *Conference on Systematic and Intuitive Methods in Engineering, Industrial Design, Architecture and Communications*, ocorreu em 1962 em Londres, Inglaterra (EL MARGHANI, 2011).

No mesmo ano, 1962, período em que havia pouco conhecimento registrado sobre metodologias e processos projetuais, Morris Asimow (ASIMOW, 1968) foi pioneiro em debater a respeito da morfologia do processo de design e apresenta a *Morphology of Design*, sistematização com o objetivo de transitar do imaterial para o tangível que pode ser considerado o primeiro estudo sobre a estrutura do processo de design.

Conforme já mencionado anteriormente e, segundo Matté, Gontijo e Souza (2008), o design se caracteriza por ser uma disciplina projetual que une conhecimentos teóricos e atividades práticas. Estas por sua vez estão alinhadas ao desenvolvimento de projetos e, atualmente, já se realizaram diversos estudos para elucidar quais os conhecimentos envolvidos no desenvolvimento das atividades de design. Conforme Freitas, Coutinho e Waechter (2013), as metodologias de design evoluíram e progredem a partir de determinadas suposições e hipóteses, influenciadas por fatores históricos e condições socioculturais.

De acordo com Fleischmann e Hutchison (2012) o design, assim como a criatividade, até a metade dos anos 2000, ainda era percebido como um serviço destinado para as atividades industriais, ao invés de como uma forma disruptiva de fazer negócios. Esse cenário se evidencia também nos tradicionais currículos universitários das disciplinas criativas, em algumas situações distante de corresponder e refletir a realidade do mercado de trabalho. Além disso, as escolas de design pouco treinam os estudantes a respeito das complexidades do comportamento humano e social, sobre as ciências comportamentais e tecnologias avançadas (FRIEDMAN, 2012). Para Teixeira (2010) o fato de que os designers não são introduzidos a conceitos fundamentais e técnicos como finanças, marketing e empreendedorismo, limita o papel que esses profissionais poderiam desempenhar em uma nova economia guiada pela pesquisa e desenvolvimento de ideias inovadoras. Para o autor, é fundamental que os designers sejam preparados de forma apropriada e eficiente para assumir posições de liderança estratégica no mundo dos negócios e na sociedade como um todo.

Sob as perspectivas de materializar um artefato, o processo de design necessita de competências que transcendem os níveis técnicos e funcionais, ao relacionar também fatores humanos, fisiológicos, psicológicos, sociais, culturais e antropológicos. O equilíbrio entre relevâncias morais, estéticas econômicas e políticas resulta em um cenário de contradições e paradoxos, como por exemplo o desejo de produzir um produto sustentável para um mercado que já se encontra repleto de artefatos com funções e formas bem resolvidas (BONSIEPE, 2011; CARDOSO, 2013; LÖBACH, 2001; MANZINI, 2019; MARIOTTI, 2013; PAPANEK, 1971; RIBAS et al., 2004). Assim como identificado por Bonsiepe (2011, p. 29), que “a contradição mais forte à qual a atividade projetual está exposta jaz na distância entre o que é socialmente desejável, tecnicamente factível, ambientalmente recomendável, economicamente viável e culturalmente defensível”.

Conforme Friedman (2012), designers precisam ser extremamente eficientes na capacidade de envolver o comprometimento humano fundamentado na ética e no cuidado, e o ensino do design deve proporcionar os conhecimentos e habilidades necessários para este estímulo. Findeli (2001) sugere que algum tipo de educação moral seja incluído nos currículos de design, de modo que a “consciência moral de cada estudante seja reforçada” (FINDELI, 2001, p. 14, tradução do autor) e que os designers “deveriam estar conscientes do fato de que, cada vez que se engajam em um projeto de design, eles, de algum modo, recriam o mundo.” (FINDELI, 2001, p. 14, tradução do autor). De acordo com Cross (2004), mesmo com todos os estudos existentes sempre há espaços para pesquisas que buscam obter um entendimento confiável e consistente sobre quais são os conhecimentos e habilidades necessários para os designers desenvolverem seus projetos.

A Organização Mundial de Design (*World Design Organization*³ – WDO) é uma entidade não-governamental internacional que conta com a participação de associações de design de mais de 40 países. O grupo busca expandir o entendimento do design para além do âmbito estritamente industrial, no que diz respeito aos processos produtivos em si. A WDO busca relacionar e fomentar o design industrial com as competências para criar melhores sociedades, produtos, ambientes,

³ O Conselho Internacional das Sociedades de Design Industrial (*International Council of Societies of Industrial Design – Icsid*) passou a se chamar oficialmente *World Design Organization – WDO* em 01/01/2017 (WDO, 2020c).

experiências, sistemas, serviços, negócios e indústrias (WDO 2020a). Para a WDO (2020b) o design industrial apresenta-se como um conjunto de estratégias em busca de soluções de problemas, seus resultados impulsionam a inovação, produzem sucesso em negócios, criam experiências, sistemas e proporcionam melhor qualidade de vida. Ressalvam ainda que durante a aplicação de um processo de design, deve-se posicionar os seres humanos no centro do desenvolvimento e, por meio da empatia e com o apoio de uma série de ferramentas e técnicas de exploração, proporcionar a inovação.

O *Design Management Institute (DMI)* também é uma organização internacional não-governamental, sem fins lucrativos, com mais de 27 mil membros representantes dos setores acadêmicos, corporativos, governamentais, entre outros. O *DMI* evidencia a relevância do design, da gestão do design e das inovações socioculturais e econômicas na busca por facilitar a transformação institucional e a inovação conduzida pelo design (DMI, 2020a). Destacam ainda a importância da diversidade e inclusão, não por serem apenas éticas, mas também por serem interessantes aos negócios. A diversidade fomenta a inovação, conduz a uma colaboração mais autêntica, aumenta o engajamento, torna instituições mais resilientes e consequentemente apresenta maior comprometimento e produtividade.

Para contribuir com os entendimentos acerca da temática, em maio de 2018 o *DMI* (2020b) realizou a sua primeira conferência sobre diversidade e inclusão, oportunidade em que lançou o Manifesto de Diversidade no Design. Um documento aberto e evolutivo com um conjunto de 6 tópicos estruturados para promoverem culturas mais diversas e inclusivas: 1) Construir e promover negócios para diversidade e inclusão nos postos de trabalho; 2) Ativar a transformação cultural e institucionalizar responsabilidades; 3) Participar da educação de lideranças inclusivas; 4) Facilitar o engajamento de diversos integrantes das comunidades em profissões criativas; 5) Reconhecer lideranças inclusivas no design; e 6) Patrocinar e incluir líderes diversos.

Percebe-se que, conforme os autores citados nesse capítulo, houve uma transformação na maneira de abordar os projetos, e o foco das atenções durante o processo de design gradativamente transitou dos objetos para as pessoas. Colocar os seres humanos como prioridade no design abre um leque para que muitas possibilidades investigativas sejam utilizadas para auxiliar na tomada de decisões, desde métricas e ferramentas para se ponderar questões, biológicas, viscerais,

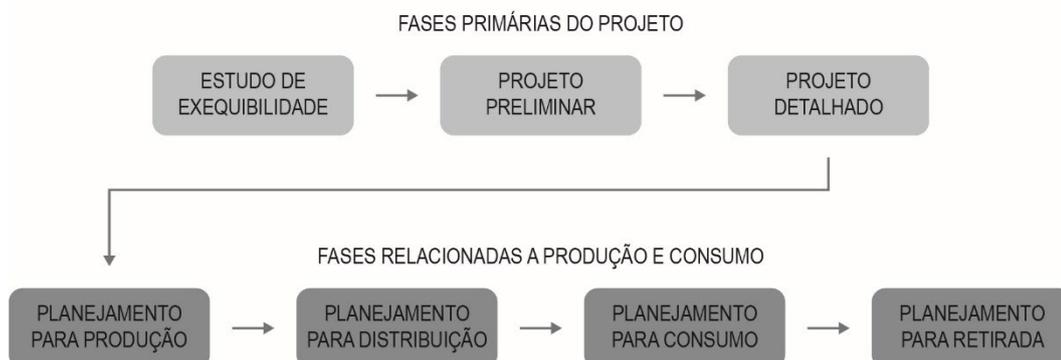
ergonômicas, bem como descrições etnográficas, entrevistas, observações entre outras tantas possibilidades. Embora os fatores humanos estejam no centro do discurso atual, anteriormente Frascara (1988) e Normam (2006) já identificaram os usuários, bem como todos os aspectos físicos, sociais e psicológicos relacionados a utilização de determinados artefatos.

2.1.1 MÉTODOS, REQUISITOS E FATORES PROJETUAIS

Como pôde ser percebido, os entendimentos sobre o processo de design evoluíram ao longo dos anos, porém cabe ressaltar que muitos dos termos que hoje estão em evidência, já foram ponderados que deveriam estar presentes durante as decisões projetuais com as quais os designers precisam lidar. De um modo geral, os métodos designados ao desenvolvimento de produtos constituem uma série de informações especificadas que conduzem a fabricação e efetivação de determinados artefatos (ROZENFELD *et al.*, 2006) e, conforme Mundim *et al.* (2002), para possibilitar estudos e análises sobre processos, meios e técnicas utilizados para o design de produtos, estes devem ser caracterizados como processo.

De acordo com Bomfim (1995), metodologias em design englobam uma série de práticas, ferramentas e técnicas aplicadas a resolução de problemas passíveis de caracterização, específicos e factuais, que servem de estrutura racional ao desenvolvimento de artefatos. Além das características que envolvem a materialização dos objetos, Bürdek (2002) destaca a relevância também no âmbito das pesquisas, análises avaliativas e melhorias nos processos de design.

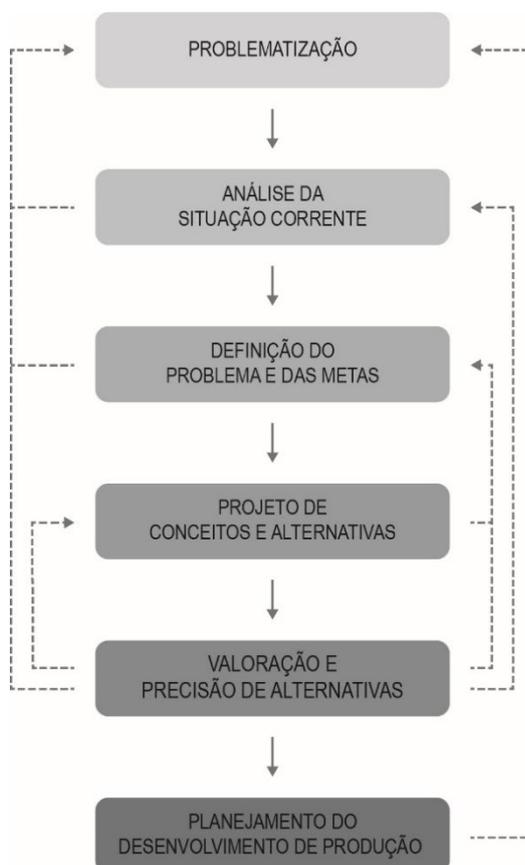
Conforme mencionando anteriormente, a sistematização apresentada por Morris Asimow em 1962 (ASIMOW, 1968) representa um marco para estudos das metodologias de design. O método é composto por sete fases subsequentes em que uma fase somente inicia após a conclusão da anterior, agrupadas entre as fases primárias do projeto e as fases relacionadas a produção e consumo, conforme identificado na Figura 3.

Figura 3 - *Morphology of Design* – 1962.

Fonte: Desenvolvido pelo autor com base em Asimow (1968).

Desde então muitos processos foram desenvolvidos, variando na quantidade de etapas e nas designações a respeito do que se deve fazer em cada etapa, porém todos com estruturas lineares para a resolução dos objetivos projetuais. Freitas, Coutinho e Waechter (2013) destacam a relevância da sistematização proposta por Bürdek em 1975 entre as pioneiras a explicitar retornos entre as fases e, conseqüentemente apresenta uma abordagem mais flexível, conforme representado na Figura 4.

Figura 4 - Metodologia projetual de Bürdek – 1975.



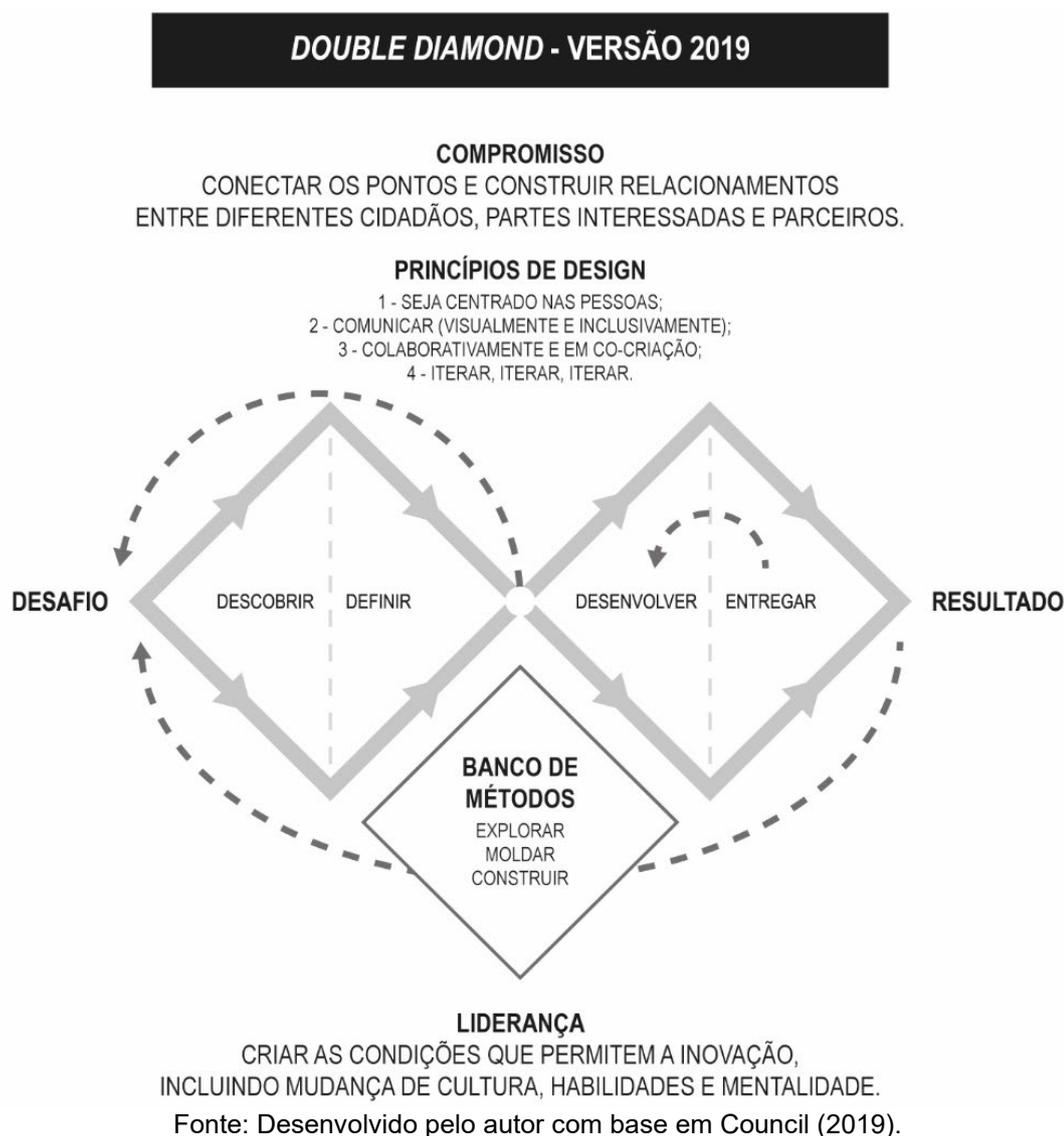
Fonte: Desenvolvido pelo autor com base em Bürdek (2002) e Freitas, Coutinho e Waechter (2013).

Baxter (2000, p. 15) salienta que “a organização das atividades de projeto” é uma atividade complexa e envolve um conjunto de ações dispostas em etapas distintas, cada uma com seu ciclo de geração de ideias. O autor pondera ainda que as atividades não seguem uma linha reta, e são estabelecidas por avanços e retornos, na medida em que decisões de determinadas etapas podem influenciar as alternativas anteriormente escolhidas.

Como evidenciado por Freitas, Coutinho e Waechter (2013), existe uma grande variedade de metodologias, como por exemplo as sistematizações de Joaquim Redig, Gustavo Bomfim, Bruno Munari, Gui Bonsiepe, Mike Baxter, Patricia Wright, Karen Schriver, Bernd Löbach, Jorge Frascara entre tantos outros pesquisadores/designers, destinadas para os mais diversos fins. Löbach (2001) sintetiza que embora existam muitas propostas de metodologias projetuais, pode-se separar o processo em quatro fases distintas, independentemente da quantidade de etapas que contenha em cada uma delas: 1) Fase de preparação; 2) Fase de geração; 3) Fase de avaliação; e 4) Fase de realização.

O *Design Council*, apresenta-se como um grupo de pessoas, um Conselho de Design, estabelecido em 1944 com o intuito de apoiar a recuperação das indústrias da Grã-Bretanha após a Segunda Guerra Mundial. O objetivo inicial do *Design Council* centrava-se em evidenciar por todas as formas possíveis e praticáveis a melhoria do design nos produtos industriais (COUNCIL, 2020). Atualmente definem-se como uma instituição de caridade independente e um grupo de consultoria em design para governos. Defendem que o design seja reconhecido como principal criador de valor, com o intuito de proporcionar vidas mais felizes, saudáveis e seguras para todos. Nesse sentido criam processos, produtos e cenários na busca por melhores desempenhos. Assim como Löbach (2001), em 2003 o *Design Council* propôs uma metodologia projetual também dividida em 4 fases: 1) Descobrir; 2) Definir; 3) Desenvolver; e 4) Entregar. Conforme representado na Figura 5, o processo alterna entre momentos divergentes e convergentes e segue amplamente utilizado para guiar os processos de inovação (COUNCIL, 2019).

Figura 5 - Double Diamond – Versão de 2019.



Freitas, Coutinho e Waechter (2013) acrescentam que, devido as sequentes inovações tecnológicas e sociais, somadas as notícias falsas e a manipulação das informações, conforme apresentado por Lyons, Merola e Reifler (2021), as informações foram fragilizadas e necessita-se de atenção redobrada, especialmente no que diz respeito em como lidar e utilizar dados relacionados a informação.

Após uma revisão exploratória das principais metodologias de Design De Produto (ou Design Industrial), Design Gráfico e Design de Informação (áreas que representam parte significativa na estruturação das culturas materiais) executada por Freitas, Coutinho e Waechter (2013, p. 3), os autores apresentam uma síntese da taxonomia utilizada no intuito de unificar o discurso e os entendimentos sobre o assunto, ao pontuarem que metodologia projetual representa uma série de princípios que orientam o desenvolvimento de um produto que englobam ‘métodos’

(representados pelos percursos para se atingir os objetivos), técnicas (como as competência para realizar designada ação) e 'ferramentas' (identificados pelos utensílios de apoio para realizar determinados procedimentos).

Mesmo com muitas sistematizações de metodologias de design existentes, nenhuma delas oferece a garantia de sucesso aos produtos gerados, pois muito se depende das decisões tomadas durante a aplicação do método (BONSIEPE *et al.*, 1984). Cabe ressaltar que as metodologias projetuais, conforme Munari (1998) não devem ser engessadas e definitivas, deve se possibilitar e permitir adaptações e adequações de acordo com cada cenário ou situação de aplicação, e essa percepção está diretamente relacionada com a criatividade e com a experiência do projetista.

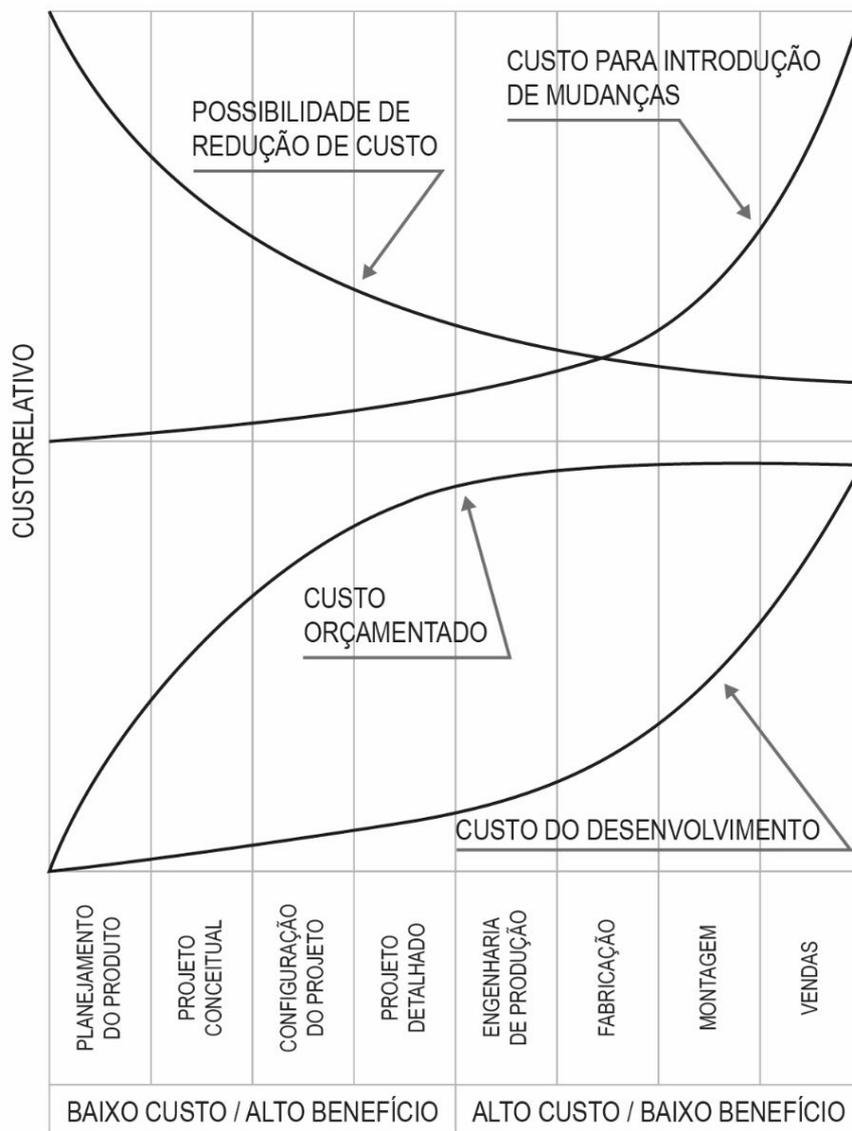
De um modo geral, as metodologias de design ilustram os procedimentos que devem ser utilizados durante a resolução de determinados problemas. Nesse contexto cabe aos designers identificarem quais são os métodos, técnicas e ferramentas adequados para cada situação. Baxter (2000) identifica as fases iniciais dos projetos como cruciais para o sucesso de qualquer produto. O autor sugere atenção especial no início do percurso metodológico pois, quanto mais estudos atribuídos nesses momentos, menos será preciso investir em correções futuras.

Conforme Brix *et al.* (2011), aproximadamente 20% dos esforços executados nos desenvolvimentos de artefatos concentram-se nas buscas por informações. As fases informacionais de uma metodologia de design são aquelas destinadas as pesquisas e obtenção de dados diversos, tais informações servem como suporte e embasam as decisões durante o desenvolvimento projetual. Comparadas com as demais fases, os estágios iniciais possuem custos de pesquisas relativamente baixos em relação as eventuais alterações em etapas mais avançadas. Identifica-se então nesse contexto uma oportunidade em elevar os esforços para pelo menos 25% em busca de um equilíbrio entre as 4 fases identificadas por Löbach (2001) e Council (2019).

Baxter (2000) divide o processo projetual em 5 momentos distintos: 1) Projeto conceitual; 2) Métodos de fabricação; 3) Estratégia de fabricação; 4) Atividades pré-produção; e 5) Produção. O autor sugere que os investimentos nas fases 1 e 2, que correspondem as fases informacionais de um projeto de design, rendem taxas de retorno dos investimentos 5 e 2 vezes maiores que as demais fases, respectivamente, evidenciando a importância dos estudos iniciais relacionados ao desenvolvimento de

artefatos. A Figura 6 ilustra a relação entre investimento e benefício nas diferentes etapas da vida de um produto.

Figura 6 - Relação de custos e benefícios em diferentes estágios do processo de desenvolvimento.



Fonte: Baxter (2000).

Back *et al.* (2008) consideram que, inicialmente em um projeto deve-se identificar quais são os requisitos dos usuários, para então determinar os requisitos do projeto baseados em propriedades ergonômicas, funcionais, de confiabilidade, de segurança, de modularidade, atributos legais, estéticos entre outros. Com base nos requisitos estabelecidos para os projetos é que se estabelecem suas caracterizações, seus objetivos e suas naturezas. Etapa de extrema relevância pois possibilita o entendimento do cenário, o detalhamento do problema de forma funcional e se estabelecem os alicerces norteadores das próximas fases.

Para Matté (2004) os requisitos devem ser definidos a partir de pesquisas e análises prévias e, para auxiliar na hierarquização podem ser classificados entre: obrigatórios, na medida que o projeto não possa ser finalizado sem que sejam alcançados; opcionais, aqueles que podem ser definidos ao longo do processo; e os requisitos desejáveis, pois as aspirações das equipes projetuais também são relevantes para os projetos. Em sua proposta de metodologia para produtos gráfico-impressos (MATTÉ, 2004), o autor ainda recomenda que após serem estabelecidos os requisitos projetuais, deve-se executar a hierarquização dos fatores projetuais.

No intuito de contribuir com o contexto metodológico, Redig (2005, p. 32) apresenta um entendimento de que o design representa “o equacionamento simultâneo” de diversos fatores inerentes aos artefatos, e que os designers os devem ponderar em suas atividades:

- Fatores Antropológicos – relacionados ao comportamento e as ideias dos clientes, consumidores e/ou usuários;
- Fatores ecológicos – ao se ponderar o ciclo de vida⁴ dos artefatos;
- Fatores econômicos – no sentido de que custos representam parâmetros, porém o que interessa é o valor atribuído ao resultado;
- Fatores ergonômicos – ao respeitar a natureza humana e tornar a vida mais confortável;
- Fatores filosóficos – no sentido de relacionar a estética industrial com a ética profissional;
- Fatores geométricos – ao buscar a simplificação e coerência das linhas que constituem as superfícies e interfaces dos artefatos;
- Fatores mercadológicos – ao relacionar a qualidade de determinado objeto com seu respectivo preço e estratégias de promoção;
- Fatores psicológicos – ao confrontar percepção e criatividade;
- Fatores tecnológicos – ao identificar as matérias-primas e os processos produtivos.

Percebe-se que os fatores projetuais identificados por Redig (2005) cobrem praticamente todos os aspectos materiais e sociais relacionados aos artefatos. Para Frascara e Winkler (2008) não basta que os processos de design sejam minimizados

⁴ Para conceituação sobre ciclo de vida, ver página 74

a métodos e determinados fatores projetuais, e sim deve-se incluir criatividade e imaginação para que se facilite a resolução de projetos complexos. Nesse sentido evidencia-se a utilização das diversas ferramentas que podem contribuir às metodologias projetuais.

Independente do momento exato que os requisitos projetuais são estabelecidos, se no início do método ou após um conjunto de pesquisas, percebe-se que estão diretamente relacionados com os fatores projetuais e com uma base de dados informacionais que auxiliam nas decisões sobre como os projetos serão constituídos. Essas decisões são de suma importância para os processos de design pois é a partir de tais determinações que as próximas atividades serão orientadas (BAXTER, 2000; MATTÉ, 2004; BACK *et al.* 2008; BRIX *et al.*, 2011).

2.1.2 FERRAMENTAS DE DESIGN

Conforme mencionando anteriormente, ferramentas são quaisquer instrumentos utilizados para se realizar alguma ação durante a execução de uma metodologia de design (FREITAS; COUTINHO; WAECHTER, 2013). Existe uma vasta quantidade de ferramentas, analógicas ou computacionais, com o intuito de auxiliar designers nos mais diversos estágios dos processos de design. Esse capítulo apresenta uma visão geral dos utensílios disponíveis, sobretudo com foco em artefatos destinados para contribuir com as fases iniciais dos projetos (BRYANT, 2007; BAXTER, 2000).

Para a realização da maior parte das atividades práticas qualificadas se faz necessário o uso de ferramentas para se obter melhores resultados nas mais diversas tarefas. Conforme Stolterman e Pierce (2012), ao englobar aspectos teóricos e práticos pode-se considerar que existe uma série praticamente infindável de ferramentas que podem ser utilizadas nos processos de design. Desde objetos comuns que são compartilhados com outras áreas, como lápis, papeis, canetas etc. a

artefatos mais específicos do contexto projetual, como *brainstorming*⁵, investigações contextuais, protótipos físicos, entre outras tantas possibilidades existentes.

Como o objetivo dessa Tese fundamenta-se nas fases iniciais dos projetos de design, ou ainda mais especificamente na fase de preparação conforme descrito por Löbach (2001), ou ainda na fase informacional como identificado por Brix *et al.* (2011), assim como nas fases descobrir e definir apresentadas por Council (2019), executa-se uma síntese sobre as principais ferramentas destinadas para tais fases projetuais.

Nem todas as propostas de metodologias de design descrevem quais ferramentas devem ser utilizadas durante suas fases e etapas, em alguns casos os designers são instigados a obter os dados com base em seus próprios conhecimentos sobre a prática profissional ou utilizar instrumentos frequentemente utilizados. Baxter (2000) em sua sistematização sobre o design de novos produtos, de 1998, inclui a utilização de 34 ferramentas alocadas para diferentes etapas do processo, dessas, apenas 2 são destinadas as fases iniciais do projeto: 1) Conceitos-chaves do desenvolvimento de produtos; e 2) Conceitos-chaves do estilo.

Ao relacionar a quantidade de ferramentas apresentadas por Baxter (2000) e o que Brix *et al.* (2011) apontam sobre os esforços nas fases projetuais (20%), novamente evidencia-se oportunidade no desenvolvimento de instrumentos dedicados as fases iniciais dos projetos.

Hanington e Martin (2012) apresentam um compilado com 100 métodos e técnicas indicados para facilitar a conexão entre as partes interessadas, equipes projetuais, clientes e as pessoas que farão uso dos produtos ou sistemas projetados. Embora os autores enunciem como uma coleção de métodos e técnicas, de acordo com a classificação apresentada por Freitas, Coutinho e Waetcher (2013), os procedimentos descritos se enquadram como ferramentas. Além dessa seleção de instrumentos de apoio, Hanington e Martin (2012) designam classificações das ferramentas para finalidades e momentos distintos durante o processo de design. Os autores categorizam os procedimentos com características para coleta de dados comportamentais ou atitudinais, se os registros e resultados são quantitativos ou qualitativos, se é um procedimento tradicional da área, inovador ou adaptado de

⁵ Ferramenta tradicionalmente utilizada para estimular a criatividade em grupos. Tem o intuito de gerar o maior número possível de ideias, sem críticas e julgamentos. Foi documentado pela primeira vez por Alex Osborn em 1948 (HANINGTON; MARTIN, 2012, p. 22).

outras disciplinas, se o propósito principal é exploratório, generativo ou avaliativo, se o processo é participativo, observacional, autorrelatado, se executado por especialista, se por processos de design em que se descrevem os papéis de pesquisadores e participantes e ainda para qual etapa do processo de design destina-se cada ferramenta.

Embora Löbach (2001) e Council (2019) sintetizem as metodologias de design em quatro estágios distintos, para Hanington e Martin (2012) as ferramentas são identificadas para cinco momentos diferentes do processo de design: 1) Fase de planejamento, que envolve a exploração e definição do escopo e os parâmetros do projeto; 2) Fase de exploração, síntese e implicações de design, que englobam pesquisas imersivas e etnográficas. 3) Fase de geração de conceito e iteração do protótipo inicial, em que participam as ferramentas com abordagem gerativas; 4) Fase de avaliação, refinamento e produção; e 5) Fase de lançamento e monitoramento ao relacionar os instrumentos para garantir que o artefato esteja pronto para o mercado. Relaciona-se a partir das 100 ferramentas listadas por Hanington e Martin (2012), apenas duas que são orientadas exclusivamente para a fase 1 (planejamento), enquanto vinte e seis são específicas para a fase 2 (exploração), ao passo que três instrumentos podem ser utilizados para ambas as fases (1 e 2). O Quadro 1 representa a categorização das ferramentas identificadas.

Quadro 1 - Categorização das ferramentas conforme Hanington e Martin (2012).

(continua)

Ferramenta	Característica	Registros e Resultados	Procedimento	Propósito	Processo	Fase
<i>Stakeholder Maps</i>	Comportamental e atitudinal	Qualitativo	Adaptado	Exploratório	Processo de Design	1
<i>Territory Maps</i>	Comportamental	Qualitativo	Adaptado	Exploratório	Processo de Design	1
<i>AEIOU</i>	Comportamental	Qualitativo	Inovador	Exploratório	Observacional	2
<i>Artifact Analysis</i>	Comportamental e atitudinal	Qualitativo	Adaptado	Exploratório	Observacional	2
<i>Behavioral Mapping</i>	Comportamental	Qualitativo	Tradicional	Exploratório	Observacional	2
<i>Case Studies</i>	Comportamental e atitudinal	Qualitativo	Tradicional	Exploratório	Processo de Design	2
<i>Contextual Inquiry</i>	Comportamental	Qualitativo	Inovador	Exploratório	Observacional e autorrelatado	2
<i>Cultural Probes</i>	Comportamental e atitudinal	Qualitativo	Inovador	Exploratório	Autorrelatado	2
<i>Design Ethnography</i>	Comportamental e atitudinal	Qualitativo	Adaptado	Exploratório	Observacional	2

Quadro 1 - Categorização das ferramentas conforme Hanington e Martin (2012).

(conclusão)						
Ferramenta	Característica	Registros e Resultados	Procedimento	Propósito	Processo	Fase
<i>Diary Studies</i>	Comportamental e atitudinal	Qualitativo	Inovador	Exploratório	Autorrelatado	2
<i>Directed Storytelling</i>	Comportamental e atitudinal	Qualitativo	Adaptado	Exploratório	Autorrelatado	2
<i>Experience Sampling Method</i>	Comportamental	Qualitativo	Adaptado	Exploratório	Autorrelatado	2
<i>Exploratory Research</i>	Comportamental e atitudinal	Qualitativo	Inovador, adaptado e tradicional	Exploratório	Processo de Design	2
<i>Fly-on-the-Wall Observation</i>	Comportamental	Qualitativo	Tradicional	Exploratório	Observacional	2
<i>Graffiti Walls</i>	Atitudinal	Qualitativo	Inovador	Exploratório	Autorrelatado	2
<i>Image Boards</i>	Atitudinal	Qualitativo	Adaptado	Exploratório	Processo de Design	2
<i>Mind Mapping</i>	Atitudinal	Qualitativo	Inovador	Exploratório	Autorrelatado	2
<i>Observation</i>	Comportamental	Qualitativo	Tradicional	Exploratório	Observacional	2
<i>Participant Observation</i>	Comportamental	Qualitativo	Adaptado	Exploratório	Observacional	2
<i>Personal Inventories</i>	Comportamental	Qualitativo	Inovador	Exploratório	Observacional e autorrelatado	2
<i>Photo Studies</i>	Comportamental	Qualitativo	Inovador	Exploratório	Autorrelatado	2
<i>Picture Cards</i>	Comportamental	Qualitativo	Inovador	Exploratório	Autorrelatado	2
<i>Shadowing</i>	Comportamental	Qualitativo	Adaptado	Exploratório	Observacional	2
<i>Surveys</i>	Comportamental e atitudinal	Quantitativo e qualitativo	Tradicional	Exploratório	Autorrelatado	2
<i>Task Analysis</i>	Comportamental	Qualitativo	Tradicional	Exploratório	Observacional	2
<i>Thematic Networks</i>	Atitudinal	Qualitativo	Adaptado	Exploratório	Processo de Design	2
<i>Touchstone Tours</i>	Comportamental	Qualitativo	Inovador	Exploratório	Observacional e autorrelatado	2
<i>Unobtrusive Measures</i>	Comportamental	Qualitativo	Adaptado	Exploratório	Observacional	2
<i>Business Origami</i>	Comportamental e atitudinal	Qualitativo	Inovador	Exploratório e Generativo	Participativo	1 e 2
<i>Secondary Research</i>	Comportamental e atitudinal	Quantitativo e qualitativo	Tradicional	Exploratório	Processo de Design	1 e 2
<i>Triading</i>	Atitudinal	Qualitativo	Tradicional	Exploratório	Autorrelatado	1 e 2

Fonte: Traduzido pelo autor (2022) com base em Hanington e Martin (2012).

Com base no Quadro 1, evidencia-se que a maioria das ferramentas apresentadas estão dispostas com características comportamentais, majoritariamente com abordagens qualitativas e com propósito exploratório. Observa-se ainda uma pequena vantagem para procedimentos adaptados e processos autorrelatados.

Nesse contexto identifica-se uma oportunidade para o desenvolvimento de ferramentas com características atitudinais, quantitativas e com propósitos generativos e avaliativos.

Stolterman e Pierce (2012) identificam que pode ser muito complexo determinar todas as ferramentas existentes bem como quais as razões e argumentos que levam os designers a escolher tais instrumentos em suas atividades. Ressaltam que parâmetros como eficiência e facilidade de uso se destacam inicialmente, porém salientam que a forma como os designers escolhem suas ferramentas está influenciada por suas experiências profissionais, pelo contexto material e sociocultural que o processo de design se insere.

Conforme Matté (2004), os requisitos projetuais devem ser estabelecidos e amparados por pesquisas e análises, nesse contexto torna-se relevante abranger ferramentas que possibilitem a reutilização das informações, assim, as ferramentas computacionais oferecem uma gama imensurável de possibilidades. Desde artefatos destinados ao registro de informações até modelagens e simulações complexas com base em parâmetros determinados.

Muitos pesquisadores já contribuíram com importantes considerações sobre a utilização das tecnologias computacionais relacionadas com as mais diversas áreas do conhecimento. Destaca-se os estudos de Tikhomirov (1981), que correlaciona cognição e o uso de tecnologias. O autor apresenta três teorias sobre a relação dos seres humanos e o uso de computadores para suas atividades, que envolvem atividades de reorganizações, suplementações e substituições de processos. Em síntese Tikhomirov (1981) defende que o uso de sistemas computadorizados conduz a novas formas de contextos cognitivos.

Nakakoji (2006) defini que as tecnologias computacionais associadas aos processos de design podem ser classificadas em três categorias. A primeira diz respeito a utilização de ferramentas para pesquisar, armazenar, modificar e compartilhar objetos projetados e conhecimentos específicos sobre determinada área. A segunda categoria de instrumentos relaciona as tecnologias que auxiliam a expressão e edição de representações sensoriais de artefatos de design, como por exemplo a reprodução visual de um projeto em desenvolvimento. E na terceira classe agrupam-se os sistemas em que os usuários possam interagir ou produzir representações e, a partir dessa exploração alcançar significados decorrentes.

Como o ambiente para o desenvolvimento de ferramentas computacionais é praticamente ilimitado, sugere-se que se tenha em mente quais são as representações que os usuários gostariam de interagir e possibilitar novas abordagens para os usuários nos processos de design (NAKAKOJI, 2006). Para Selle (1973), em ambientes artificiais cabe aos processos de design facilitar a compreensão dos sistemas virtuais, ou seja, configurar a estrutura do sistema de modo que a interação do usuário seja agradável, de fácil entendimento e concisa. Para Dubberly e Pangaro (2015), as ferramentas computacionais podem conectar culturas, sistemas, serviços e proporcionar significativos avanços ecológicos.

Em consequência das muitas possibilidades relacionadas as ferramentas de design, aborda-se esse assunto também sob as perspectivas sustentáveis no capítulo 2.2.1. Os instrumentos identificados na fundamentação teórica, que se destacam como relevantes para o desenvolvimento do artefato proposto nessa Tese serão abordados em profundidade durante a aplicação da Fase 2 da metodologia da pesquisa (capítulo 3.2.2).

2.2 Sustentabilidade

Esse capítulo apresenta um recorte com intuito de estabelecer o estado da arte sobre os conceitos e implicações relacionadas a sustentabilidade ao longo dos anos, perpassando por definições governamentais, de organizações internacionais, de pesquisadores e designers relevantes para o meio acadêmico e profissional.

As primeiras práticas sociopolíticas de proteções ambientais estão associadas ao período da Primeira Guerra Mundial, entre 1914 e 1918, com o desenvolvimento de áreas destinadas a proteção ambiental e o surgimento de comunidades ambientalistas ao redor do mundo (FOLADORI, 2001). Já no período da Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945), o desenvolvimento de substâncias químicas para serem utilizadas como armas e o uso de energias atômicas como instrumentos de

destruição em massa, evidenciaram um imenso prejuízo ao meio ambiente, com duras consequências socioambientais (LÓPEZ, 2008).

Nesse cenário de guerra, em 1945, representantes de 50 países reuniram-se em *San Francisco* para redigir a Carta das Nações Unidas e oficializar o nascimento das Organizações das Nações Unidas (ONU), com os objetivos de manter a segurança e a paz mundial, fortalecer as relações amigáveis entre as nações e conquistar colaboração global para resolução de dilemas socioeconômicos (UNITED NATIONS, 2020). O período pós-guerra, denominado Guerra Fria (1945 – 1991), foi marcado por inúmeros esforços para reconstruir economias e ambientes, também por uma corrida tecnológica espacial que alavancaram o consumo de artefatos industrializados.

No contexto da evolução industrial, o design apresenta-se como o instrumento mais preponderante que o ser humano pode utilizar para caracterizar suas criações e o meio ambiente, conseqüentemente a sociedade e a si próprio (PAPANEK, 1971). Nessa conjunção são necessárias competências que se aproximam de melhores entendimentos dos ecossistemas em que os processos de design estão inseridos.

Em 1965 Aurelio Peccei e Alexander King, convencidos de que os governos não seriam capazes de solucionar os problemas globais entrelaçados, sejam eles ambientais, econômicos, políticos ou sociais, fundaram o que passou a ser conhecido como “O Clube de Roma”. Uma organização não governamental com o objetivo de avançar em uma ideia central de futuro a longo prazo, dos seres humanos e do planeta, sob uma perspectiva global. Com o uso de modelos computacionais, O Clube de Roma iniciou estudos a respeito das implicações de um crescimento exponencial desenfreado. Foram examinados cinco conceitos que, com suas interações, limitam e determinam o crescimento no planeta: o aumento populacional, a produção agrícola, a extinção de recursos não renováveis, a produção industrial e a poluição (THE CLUB OF ROME, 2022).

O Clube de Roma ganhou maior visibilidade internacional em 1972, com a publicação do livro *The Limits to Grow* (MEADOWS et al., 1972) em que o principal questionamento confrontava o crescimento material ininterrupto e a perpétua busca da expansão econômica. A proposta apresentava um ideal de que os seres humanos podem criar uma sociedade e viver indefinidamente na Terra, desde que imponha a si

mesmo e às suas produções de artefatos materiais um equilíbrio cuidadosamente selecionado (MEADOWS et al., 1972; THE CLUB OF ROME, 2022).

Pode-se considerar que os apontamentos sobre desenvolvimento sustentável surgiram em 1972, na primeira Conferência das Nações Unidas acerca do Ambiente Humano. Porém nesse evento que ocorreu em Estocolmo, na Suécia, utilizou-se o termo “ecodesenvolvimento” como opção para o debate sobre as recomendações ambientalistas, que tinham o objetivo de conter a destruição do meio ambiente a partir do abrandamento do crescimento contínuo e irrestrito, ao mesmo tempo atender as demandas de desenvolvimento dos países subdesenvolvidos (IPIRANGA; GODOY; BRUNSTEIN, 2011; EM DISCUSSÃO, 2012; NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020a). Nessa ocasião foi lançado um Manifesto Ambiental com diversos princípios com o intuito guiar de comunidades para a melhoria e a preservação do ambiente humano. O manifesto apresenta ainda um plano de ações com recomendações divididas em 3 categorias para facilitar a resolução dos objetivos identificados: a) avaliação ambiental – observação da Terra; b) gestão ambiental; e c) medidas de apoio (UNITED NATIONS, 1972). No mesmo ano a Assembleia Geral da ONU deu origem ao Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), com objetivo de gerenciar as particularidades do meio ambiente global no que diz respeito aos dados de catástrofes e conflitos, de governanças ambientais, da eficiência no consumo dos recursos, na gestão dos ecossistemas, no emprego de substâncias nocivas e sobre as mudanças climáticas (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020a).

O PNUMA teve influentes atuações em 1973 no combate ao comércio global de espécies da flora e fauna ameaçados ou em risco de extinção; em 1979 com relação a contaminação atmosférica além das fronteiras internacionais; em 1982 com a Lei do Mar, que assegurava direitos à liberdade de navegação e limitava áreas econômicas e extensões das plataformas continentais, sobretudo proteção à biodiversidade marinha; e, em 1989 sobre o monitoramento e a exclusão dos transportes internacionais de resíduos perigosos (VEIGA, 2013; NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020a).

Embora seja possível identificar já no início da década de 1970 designers como Vitor Papanek, Dieter Rams e Joaquim Redig com fortes preocupações ambientais, sociais e econômicas relacionadas aos projetos de design (PAPANEK, 1971; MARGOLIN, 1989; REDIG, 2005), a expressão “desenvolvimento sustentável” foi

emprega pela primeira vez em 1979, no simpósio sobre as inter-relações entre desenvolvimento, recursos e ambiente, organizado pelas Nações Unidas (VEIGA, 2007, p. 61).

Dois fatos históricos contribuíram para o aumento das atenções sociais relacionadas ao meio ambiente: a crise do petróleo em 1973, que evidenciou a imprescindibilidade em se diversificar matrizes energéticas mundiais; e o acidente na Usina Nuclear de Chernobyl em 1986, que em virtude de uma série de erros humanos, ocasionaram a explosão de um reator, e provocou incalculáveis danos ambientais, sociais e econômicos (DIXON; FALLON, 1989; KAZAZIAN, 2005).

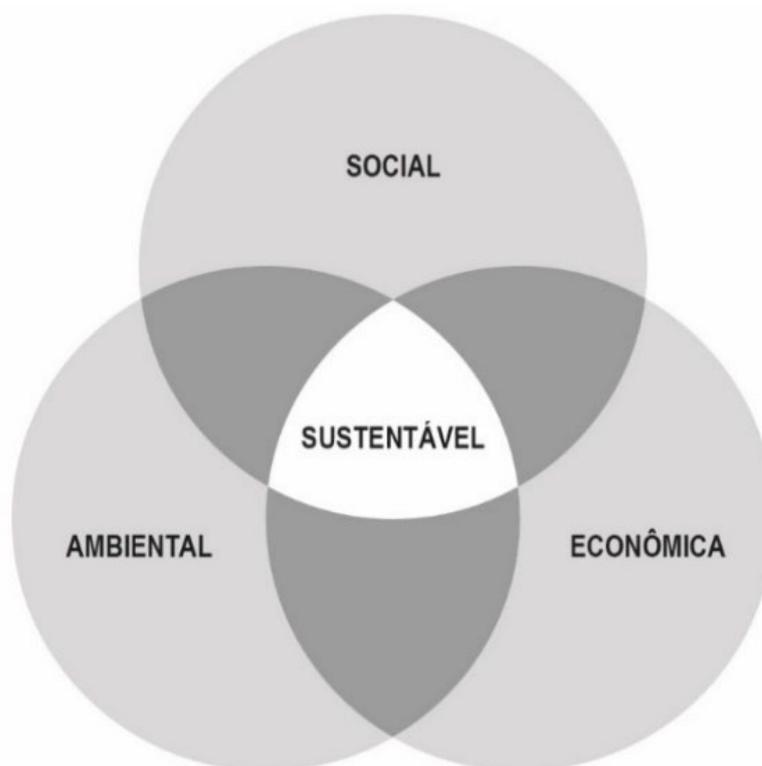
No ano seguinte a tragédia nuclear, em 1987 a Comissão Mundial do Meio Ambiente – popularmente conhecida por Comissão Brundtland (que havia sido formada em 1983 e faz referência ao nome da médica presidente da Comissão, Gra Harlem Brundtland), lançou o relatório “Nosso Futuro Comum”, que conduz a conceituação de desenvolvimento sustentável para o discurso social: “O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades” (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020a).

O Relatório de Brundtland sintetiza o desenvolvimento sustentável como uma sequência de mudanças nas quais o consumo dos recursos, os objetivos que impulsionam o desenvolvimento tecnológico, o foco dos investimentos e a transformação organizacional estão em consonância e asseguram condições socioambientais em níveis de igualdade para as gerações futuras. Em um sentido mais amplo, as barreiras para um desenvolvimento sustentável de fato estariam limitadas pelo avanço tecnológico e social ao ponto de otimizar recursos e respeitar a capacidade da biosfera. (IPIRANGA; GODOY; BRUNSTEIN, 2011; EM DISCUSSÃO, 2012; NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020a).

A partir da definição de desenvolvimento sustentável apresentada no Relatório de Brundtland, evidencia-se no design a premissa de contribuir com a projeção, condução e implementação de artefatos e sistemas que, em uma visão antropocêntrica para garantir a permanência dos seres humanos na Terra, proporcionem novos estilos de vida sustentáveis.

A temática da sustentabilidade foi destaque no cenário brasileiro com o evento Eco 92, também chamado de Rio 92 em referência a cidade Rio de Janeiro que sediou a conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, ao abordar a temática central com destaque para os limites dos recursos naturais. Os resultados mais significativos alcançados na conferência foram o desenvolvimento do documento Agenda 21, que apresentava 21 objetivos com a premissa de mudar o modelo econômico insustentável para o emprego de ações que renovam e protejam os recursos ambientais, ao incluir proteção da atmosfera, prevenção a poluição das águas e do ar, cessar com a destruição da vida marinha, proporcionar gestão segura e eficiente dos resíduos sólidos, erradicar a pobreza e as dívidas externas dos países em crescimento. E a definição do Protocolo de Kyoto, em 1997, que estabeleceu objetivos obrigatórios de redução dos gases responsáveis pelo efeito estufa, com início ao mercado de créditos de carbono (MALHEIROS; PHILIPPI JUNIOR; COUTINHO, 2008; MARIOTTI, 2013; NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020a).

Em 1994 John Elkinton's percebeu que as dimensões ambientais, sociais e econômicas, evidenciadas no Relatório de Brundtland (1987) e na Rio 92, deveriam ser consideradas de forma integrada, e adotou a expressão *Triple Bottom Line*, para representar o resultado da integração das áreas mencionadas (ELKINGTON, 1997; 2004). Para um entendimento visual, a Figura 7 representa a união entre as dimensões econômica, social e ambiental, consideradas os pilares da sustentabilidade e a interrelação para que algo possa ser considerado sustentável de fato (ROBERT; PARRIS; LEISEROWITZ, 2005).

Figura 7 - *Triple Bottom Line*.

Fonte: Adaptado de Elkington (1997), Robert, Parris e Leiserowitz, 2005 e Bosselmann (2009).

Desde a década de 1960 pode-se identificar 3 momentos em que a influência pública delineou a agenda ambiental global. Governos e corporações se adaptaram (e seguirão se adaptando) frente a cada uma dessas fases. Mesmo que após cada movimentação ativista houvesse uma relativa diminuição da preocupação pública, as próximas manifestações ampliavam significativamente os entendimentos e o comprometimento sustentável global. No primeiro momento se percebeu sobre os impactos ambientais e as demandas de recursos naturais, o que resultou em diversas legislações para proteção ambiental. O segundo trouxe à tona um entendimento mais amplo sobre as novas tecnologias produtivas e quais seriam os produtos necessários para o contexto, até se chegar na conclusão de que os processos de desenvolvimento necessitariam ser sustentáveis. E no terceiro, chega-se à compreensão de que o desenvolvimento sustentável necessita de profundas transformações nas lideranças (governamentais e empresariais) e na sociedade como um todo (ELKINGTON, 2004).

Assim como os movimentos citados expressam recortes de contextos socioculturais, as esferas econômicas e por consequência os projetos de design também foram influenciados. Em primeiro momento as corporações passaram a se defender da legislação, para em um segundo movimento assumirem a liderança na

produção de artefatos sustentáveis, o que por consequência contribui com a transformação dos padrões de consumo e, em terceira instância, criar mercados para auxiliar na atuação das lideranças empresariais e governamentais (ELKINGTON, 2004).

Embora as preocupações ambientais pudessem estar inseridas nas atividades projetuais, na maioria das situações, as práticas adotadas pelas indústrias objetivavam melhores resultados financeiros e comerciais. Porém, na década de 1990 o termo Ecodesign foi introduzido e trouxe um aprofundamento sobre as práticas de projeto que afetam o meio-ambiente, seja na poluição do solo, água, ar, e por consequência, a saúde dos seres vivos (MANZINI; VEZZOLI, 2002; FORTY, 2007; PLATCHECK, 2012; MARIOTTI, 2013).

Erroneamente os usos da palavra sustentabilidade, ou ainda da expressão desenvolvimento sustentável, em muitas vezes são reduzidos a conceitos que dizem respeito somente aos cuidados com a natureza ou com atitudes em busca de cuidados relacionados a esfera ambiental. Porém o conceito de sustentabilidade é muito mais amplo e, assim como muitas concepções sociais que evoluíram com o passar dos anos, hoje entende-se que para haver um desenvolvimento sustentável de fato deve-se englobar também as dimensões sociais e econômicas, e todos os aspectos inerentes as muitas variáveis possíveis dessas relações, com o objetivo da permanência das condições para uma vida autêntica e digna para os próximos serem humanos a habitarem a Terra (JONAS, 1995).

Na continuidade da linha do tempo sobre os entendimentos da temática sustentável, em 2002 ocorreu o evento Rio+10, em Joanesburgo, África do Sul com debates focados em como melhorar a vida das pessoas e conservar os recursos naturais. Para Manzini e Vezzoli (2002), sustentabilidade diz respeito as ações humanas, as quais tem (ou deveriam ter) a incumbência de não intervir nos ciclos naturais em que são fundamentadas, seja em níveis e circunstâncias sistêmicas com abrangências locais, regionais ou globais. Ao mesmo tempo ressaltam o respeito sobre a resiliência da Terra, ou seja, o consumo dos recursos naturais em velocidades menores que a regeneração do ecossistema de extração. Sobretudo os autores apontam que para considerar as atividades humanas sustentáveis, estas devem estar estruturadas a partir de três requisitos primordiais: 1) Fundamentalizar-se essencialmente de recursos renováveis e otimizar a utilização e ciclo de vida dos recursos não

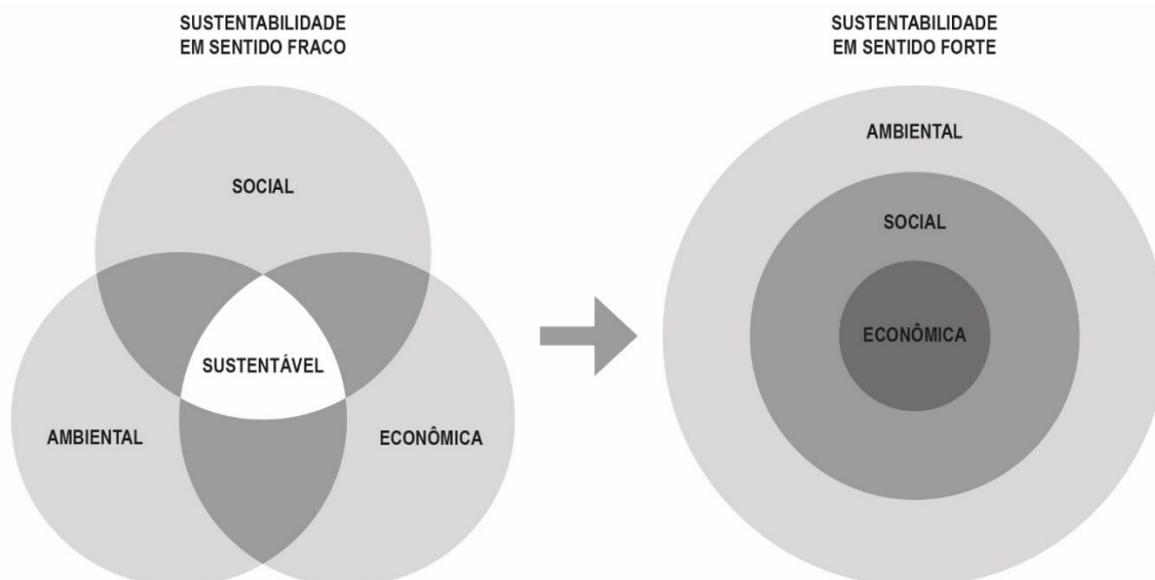
renováveis; 2) Não produzir e acumular lixo incapaz de ser reutilizado pelo ecossistema; e 3) Garantir que corpos sociais respeitem os limites de seus recintos ambientais, assim como possam desfrutar dos ambientes aos quais possuem direito assegurado.

Com o objetivo de maximização do uso dos recursos renováveis, um ecossistema sustentável carece de economia energética, seja ela elétrica, material ou humana. Ambientes com transporte coletivo seguro, ágil e eficiente, por exemplo, proporcionam, além de reduções nos congestionamentos das vias urbanas, baixas nos níveis de emissões de CO₂ na atmosfera e economia de energia humana (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

Manzini (2008) salienta que as inovações sociais com base no cotidiano das pessoas, em contextos colaborativos e criativos, representam passos promissores em direção a sustentabilidade. De acordo com o autor, um agente acelerador para que houvesse um aumento no comprometimento com o desenvolvimento sustentável, consiste no fato dos limites dos recursos naturais e, por consequência, da Terra, tornarem-se mais incontestáveis pelas sociedades contemporâneas. Os sentidos dos limites evidenciados por Manzini (2008) vão além das questões materiais e ambientais, ao se questionar também quais as formas de desenvolvimento capazes de não comprometer o bem-estar das gerações futuras.

O arranjo das esferas sociais, ambientais e econômicas estruturado pela *Triple Bottom Line*, segundo Bosselmann (2009), representa uma percepção sobre o desenvolvimento sustentável em um sentido fraco, na medida que a sustentabilidade aparece como um objetivo difícil de alcançar, sendo o ponto central que, em muitos casos, não está no caminho de grandes corporações. O autor apresenta um outro ponto de vista que representa um sentido forte de sustentabilidade, e sugere que os entendimentos sobre o assunto estejam organizados concentricamente, de modo que o cenário ecológico limita as atividades dos grupos sociais, que por sua vez limitam as ações oriundas dos contextos econômicos, conforme representado na Figura 8.

Figura 8 - Transição para sustentabilidade em sentido forte.



Fonte: Desenvolvido pelo autor com base em Bosselmann (2009).

A sustentabilidade no sentido forte pressupõe uma proteção hierárquica em que nenhuma atividade econômica pode avançar sobre as esferas sociais, ou seja, sem explorar comunidades fragilizadas, mão de obra infantil ou situações análogas à escravidão, dentre outras tantas mazelas evidenciadas pela atuação do capitalismo parasitário apresentado por Bauman (2010). Da mesma forma limita as ações sociais pela resiliência de ecossistemas, no sentido de que nenhuma atividade humana deva interferir nos ciclos naturais e respeitar o tempo de regeneração do meio ambiente (BOSELNANN 2009).

O conceito de sustentabilidade no sentido forte (BOSELNANN, 2009) representa uma evolução significativa nos limites de atuação das áreas, porém o desenho proposto evidencia o cenário econômico, mesmo limitado pelas demais esferas, como alvo central para o desenvolvimento sustentável. Segundo Vezzoli (2010), para que seja possível existir sustentabilidade, esta deve estar assegurada por uma coesão social, em que os valores de equidade pressupõem justa distribuição de recursos e garantia de direitos sobre espaços ambientais, ou seja, em níveis equilibrados de acesso, oportunidade e disponibilidade dos recursos ambientais. Por essa conjectura, o autor sugere que os requisitos para sistemas de design busquem coesão e equidade social, ampliação da empregabilidade, provimento de melhores ambientes de trabalho, incremento da justiça igualitária irrestrita, incentivo do consumo consciente e responsável, integração social, melhora na coesão social e estímulo ao uso e a reconhecçã de recursos locais.

Frente as muitas complexidades envolvidas com a amplitude da sustentabilidade, diversos autores acreditam ser necessário uma revisão nos atuais padrões de consumo, o que implica em uma transição para novos sistemas socioeconômicos e a transformação social como um todo, pois já é de consentimento da comunidade acadêmica científica que muitas das atividades dos seres humanos não são compatíveis para garantir condições condignas para novas gerações (BAUMAN, 2001; 2010; MANZINI; VEZZOLI, 2002; KAZAZIAN, 2005; MANZINI, 2008; 2019; VEZZOLI, 2010; MARIOTTI, 2013). Acredita-se que essa transição está em curso nesse momento, e possivelmente será um movimento social permanente. Nesse paradigma o que determinará a intensidade dessa transformação concentra-se nos níveis de informações acessíveis às pessoas.

Segundo Manzini e Vezzoli (2002), essa transição rumo a sustentabilidade pode transcorrer de duas formas antagônicas: o caminho guiado por escolhas prudentes e conscientes, o que os autores definem como indolor, ou o percurso traumático, em que essa transição se apresenta como a única solução frente a eventos, efeitos e fenômenos catastróficos. Contudo cabe destacar que essa transformação, independente do caminho adotado, não será uma tarefa simples e de fácil execução ao exigir que a sociedade consuma menos e regenere ecossistemas, uma vez que a sociedade de consumo tem seus próprios mecanismos para a manter atrativa aos olhos dos consumidores (BAUMAN, 2010). Nesse contexto o design pode ser associado a construção de projetos inovadores em ecossistemas de cunho sustentável, em um equilíbrio entre produção e regeneração. Dentre os principais desafios exigidos por esse cenário complexo insustentável, destaca-se a mudança da perspectiva de satisfação por posse para uma consciência mais abrangente em que sejam valorizados os resultados positivos sociais (MANZINI, 2008).

Essa transição rumo a sustentabilidade necessita de decisões e ações diretas onde, impreterivelmente, futuro e liberdade sejam unidades indissolúveis. Os artefatos dessa nova economia e as inovações de cunho econômico-social, de maneira simplificada, podem a partir de suas criações com valores culturais mais fortes, de longa duração e respeitando o uso coerente e ético dos materiais e processos, servir como ferramentas transformadoras da valorização sustentável (FRY, 2011).

Na síntese, ao considerar o contexto global, as intenções dessa transição rumo a um cenário de sustentabilidade irrestrita demandam a reconfiguração das relações entre o consumo e produção, ao passo que a produção se torne recompensadora,

digna e atraente, enquanto o consumo prime pela sua totalidade e durabilidade, sem desperdícios e obsolescências programadas (FRY, 2011). Para que seja possível a geração de artefatos aproximados com os conceitos de sustentabilidade no sentido forte (BOSSSELMANN, 2009), deve-se considerar a relação do design, inovação e sustentabilidade e a influência dos fatores internos e externos, já mencionados anteriormente, como as objeções orçamentárias e divergências culturais.

De acordo com Veiga (2013), o cenário político se mostra disposto a contribuir com o desenvolvimento sustentável. Os esforços podem ser identificados através do grande número de leis, acordos, protocolos, aditivos que as governanças globais colocam em prática. No Brasil, por exemplo, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) representa um marco para a gestão dos resíduos sólidos no território nacional. A Lei Nº 12.305, de agosto de 2010, impõe uma série de requisitos a serem observados sobre os processos industriais, com especial atenção para a logística reversa dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Fry (2011) indica três princípios fundamentais para que essa transição rumo a sustentabilidade possa ser implementada: 1) o desenvolvimento e adoção de um sistema econômico diferente do crescimento contínuo; 2) a mudança dos padrões de consumo, principalmente com relação a quantidade e as maneiras que os objetos são consumidos; e 3) a aceitação de que o cenário insustentável vigente não é compatível com a permanência digna de gerações futuras. Mesmo que as evoluções tecnológicas possam trazer inovações significativas aos artefatos e resolver muitas das questões insustentáveis, é preciso considerar, além dos aspectos já mencionados, fatores como aumento e fluxo populacional (VEIGA, 2013).

Em 2012, novamente na cidade Rio de Janeiro, ocorreu a Conferência Rio+20 que resultou em um documento focado em medidas práticas e relevantes para a implementação do desenvolvimento sustentável. Ainda no evento de 2012 foi lançado o projeto para o desenvolvimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020a). De acordo com Mariotti (2013) e Veiga (2013), a conferência de 2012 foi prejudicada por algumas questões sensíveis como fato de não se ter abordado a respeito da formação de governanças globalistas, sobre a responsabilidade de nações ricas com o desenvolvimento sustentável, por ter sido interposta pelo marketing verde ao abranger basicamente os aspectos relacionados

ao meio ambiente e pela ausência de grandes economias mundiais como Estados Unidos, Alemanha e China.

Por fim, a agenda da ONU sobre sustentabilidade teve no ano de 2015, em *New York*, a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, onde se estabeleceram os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) a serem alcançados até 2030. Esse trabalho chama-se “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” e os ODS estão subdivididos em 17 categorias, cada uma com suas particularidades e metas específicas conforme a síntese realizada a partir das Nações Unidas Brasil, (2020b):

- 1) Erradicação da pobreza. Com o intuito de findar com todas as formas de pobreza em todos os lugares. Com esse objetivo busca-se, dentre outras questões, reduzir vulnerabilidades e assegurar mobilização de recursos de fontes variadas para que se implementem políticas que visem acabar com a pobreza extrema;
- 2) Fome zero e agricultura sustentável. Além de acabar com a fome, esse objetivo visa assegurar que, principalmente as pessoas em situações de vulnerabilidade tenham acesso a alimentos saudáveis e nutritivos durante o ano todo. Espera-se também que até 2030 tenha-se erradicado a desnutrição. Sob o ponto de vista da agricultura, estima-se a implementação de sistemas resilientes que contribuem com a manutenção de ecossistemas locais;
- 3) Saúde e bem-estar. No sentido de garantir uma vida saudável para todas as pessoas de todas as faixas etárias. Nesse contexto espera-se que epidemias como malária, tuberculose e AIDS sejam erradicadas, bem como se tenha um maior controle sobre doenças tropicais. No âmbito da prevenção, relacionam-se também esforços para redução de mortes em decorrência de acidentes de trânsito e o apoio ao desenvolvimento de vacinas e medicamentos para as mais diversas doenças transmissíveis, assunto de grande debate no período atual por causa da epidemia causada pela COVID-19;
- 4) Educação de qualidade. Esse objetivo abrange a educação inclusiva e possibilidades para aprendizagem em todos os estágios da vida para todas as pessoas. Dentre as muitas atividades que possam ser relacionadas a essa esfera, destaca-se os movimentos que buscam assegurar que meninas e meninos tenham educação de qualidade desde a primeira infância, ensino primário e secundário, até o ensino técnico, profissional e superior. Contudo

assegurar que todos os jovens e uma parcela significativa dos adultos estejam alfabetizados;

5) Igualdade de gênero. Com esse objetivo busca-se eliminar todas as formas de violência e discriminação contra mulheres e meninas. A fim de se alcançar a igualdade de gênero, deve-se assegurar o envolvimento efetivo, pleno e igualitário de mulheres em contextos de lideranças em governanças políticas, econômicas e sociais;

6) Água potável e saneamento. Envolve os cuidados com o elemento essencial para a permanência da vida da Terra, assim busca-se o acesso equitativo a água potável para todas as pessoas. Até 2030 estima-se acabar com defecções em céu aberto, bem como disponibilizar higiene e saneamento adequados, com cuidados especiais para as necessidades de meninas e mulheres em situações vulneráveis. Também apresenta metas para restaurações de ecossistemas aquíferos e cooperações internacionais para programas associados à água e saneamento básico;

7) Energia limpa e acessível. Indica-se que até 2030 a matriz energética seja, na maioria das situações, estruturada a partir de fontes limpas, renováveis e sustentáveis, com preços acessíveis para todos. A partir de investimentos e modernizações tecnológicas, se objetiva ainda dobrar os níveis de eficiência energética;

8) Trabalho decente e crescimento econômico. A partir desse objetivo se busca o crescimento econômico com empregos dignos, inclusivos, para todas as pessoas, bem como a erradicação do trabalho infantil, forçado ou análogo a escravidão moderna.

9) Indústria, inovação e infraestrutura. Com esse objetivo pretende-se construir organizações inovadoras e resilientes, a industrialização inclusiva, tecnológica e sustentável. Ao mesmo tempo em que ocorre a inovação industrial, o desenvolvimento econômico em busca do bem-estar dos seres humanos, estimula-se a geração de empregos, o acesso de pequenas indústrias a serviços financeiros, fortalecimento da pesquisa científica como base estrutural dos setores industriais e participação no aumento do PIB de acordo com contextos regionais;

10) Redução das desigualdades. Tema amplo com foco na equidade social, no aumento na renda das populações mais pobres, na inclusão social, na proteção

salarial, na implementação de políticas migratórias ordenadas e seguras e no incentivo a assistência social;

11) Cidades e comunidades sustentáveis. Concentra-se nas atividades para tornar cidades em ambientes inclusivos, seguros e resilientes, na garantia ao acesso à habitação segura e com preços acessíveis para todas as pessoas, urbanização de favelas, e de ambientes inclusivos sustentáveis. Envolve ainda a manutenção do patrimônio histórico, o provimento de sistemas de transportes públicos eficientes e a redução de impactos ambientais negativos nas cidades;

12) Consumo e produção responsáveis. Esse objetivo abrange desde a gestão sustentável dos recursos naturais, necessários para a produção de todos os itens produzidos pelas sociedades até implementação de programações sobre consumo e produção. Envolve também os cuidados relacionados ao manejo de produtos químicos, a redução na geração de resíduos o desperdício de alimentos e a adoção de estilos de vida que estejam em equilíbrio com a natureza;

13) Ação contra a mudança global do clima. Adoção de providências imediatas para aumentar a consciência sobre a influência dos seres humanos na mudança climática, bem como colocar em prática, com a mesma urgência, projetos que visem a proteção climática, em especial atenção aos riscos de catástrofes naturais;

14) Vida na água. Busca-se a proteção a todo o ecossistema aquático e o uso ético e consciente dos recursos hídricos de mares e oceanos, prevenção e redução da poluição marinha, proteção das zonas costeiras, acabar com a sobrepesca e aumentar o conhecimento científico e transferência tecnológica;

15) Vida terrestre. Da mesma forma que objetivo anterior, estende-se os cuidados para os seres terrestres, a proteção das florestas, o combate à desertificação, a perda da biodiversidade e adoção de medidas urgentes contra o tráfico de espécies e a caça ilegal;

16) Paz, justiça e instituições eficazes. Promover a pacificação entre as sociedades, com acesso à justiça responsável e eficaz, com redução de todas as formas de violência e do tráfico de produtos e substâncias ilícitos, com atenção especial para as medidas no combate ao financiamento de armamento ilegal, ao crime organizado e a corrupção;

17) Parceira e meios de implementação. Por fim, objetiva-se encontrar métodos nos setores financeiros, tecnológicos, nas questões sistêmicas, no comércio e na capacitação de países em desenvolvimento para se pôr em prática a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020b).

Diante de toda a complexidade que os ODS representam, vislumbra-se a possibilidade de inclusão de tais questões no desenvolvimento do artefato proposto nessa Tese, o que implica também na expansão do território do design para os níveis políticos e governamentais (FRY, 2011). Deslocar as atividades projetuais para além das esferas habituais pode requerer também novos modelos funcionais para as práticas e para o ensino do design, assim como assentir que os seres humanos estão em uma era de instabilidades e que algo deve ser feito. Ao admitir que o crescimento econômico será, em certo momento inevitável, limitado pela escassez de matéria prima expressa pela extinção dos recursos naturais disponíveis na Terra, entende-se que diversas atitudes devem ser tomadas, assim como sugerem os ODS e tantos outros pesquisadores (MANZINI; VEZZOLI, 2002; KAZAZIAN, 2005; MANZINI, 2008; 2019; VEZZOLI, 2010; MARIOTTI, 2013; VEIGA, 2013; 2015; NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020b). Nesse contexto, todo projeto que busque se aproximar dos conceitos de sustentabilidade carrega uma responsabilidade intrínseca com o futuro, e salienta-se que essa transição rumo a cenários com valores sustentáveis mais presentes representa o reconhecimento e o engajamento à todas as relações sociais, políticas, econômicas e ambientais para o comprometimento com a vida, das gerações atuais e futuras.

A modernidade líquida definida por Bauman (2001) é caracterizada pelas relações efêmeras e de curta duração das sociedades contemporâneas, sejam associadas a pessoas ou artefatos, porém também se evidencia a desconexão das atividades do cotidiano dos seres humanos com os ciclos da natureza. Talvez essa desconexão possa ter sido responsável por muitos dos graves danos ambientais causados na Terra, como por exemplo o acúmulo de substâncias e resíduos tóxicos em ecossistemas naturais, as mudanças climáticas, a extinção de espécies e, sobretudo, a resiliência do planeta (CHICK, MICKLETHWAITE, 2011; DIAMOND, 2011).

Os aspectos ambientais já tiveram o seu momento central no debate sobre o desenvolvimento sustentável, porém, conforme os ODS e segundo diversos autores,

evidencia-se na esfera social a maior quantidade de desafios a serem contemplados para que a Agenda 2030 seja alcançada (BECK, 1997; VEZZOLI, 2010; MARIOTTI, 2013; MANZINI, 2019; NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020b). Essas transformações sociais indicam que a revisão dos padrões de consumo é inevitável, Mariotti (2013) aponta que o individualismo está em conflito com os princípios sustentáveis e em concordância com Mazini (2019), a cooperação e valorização de contextos sociais tem um papel fundamental para a sustentabilidade.

Assim como nas metodologias de design que são dispostas em diversas fases para facilitar o caminho rumo a solução, os dezessete ODS (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020b) facilitam a visualização de dimensões que não ficavam tão evidentes na relação *Triple Bottom Line* (ELKINGTON, 1997). O design pode contribuir significativamente com todos os ODS, basta que se tenham iniciativas e investimentos em busca de soluções para as áreas. Espera-se, contudo, uma relação próxima com o Objetivo 9 (indústria, inovação e infraestrutura) por trazer em sua essência a inovação, fortemente atrelada aos projetos de design. Assim como a relação entre a perpetuação de novos padrões de consumos, guiados pelos artefatos resultantes dos processos de inovação e o Objetivo 12 (produção e consumo sustentável). Estima-se também que, devido a urgência destacada na descrição das metas para 2030, que os ODS 13 (ação climática) e 15 (proteger a vida terrestre) tenham atenção especial de todas as pessoas no planeta.

Os desafios dessa transformação rumo à sustentabilidade necessitam de diversos processos decisivos que, com a quantidade de informação disponível e as muitas frentes que podem ser contempladas, pode se tornar difícil escolher como agir em projetos em contextos complexos. Requer união político-social e maior compreensão das pessoas, ecossistemas, para que futuro e liberdade sejam conceitos indissolúveis e assegurados (PAPANEEK, 1971; VEIGA, 2007; MANZINI, 2008, 2019, BOSSELMANN, 2009, VEZZOLLI, 2010; FRY, 2011, NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020b).

2.2.1 MÉTODOS E FERRAMENTAS DE DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE

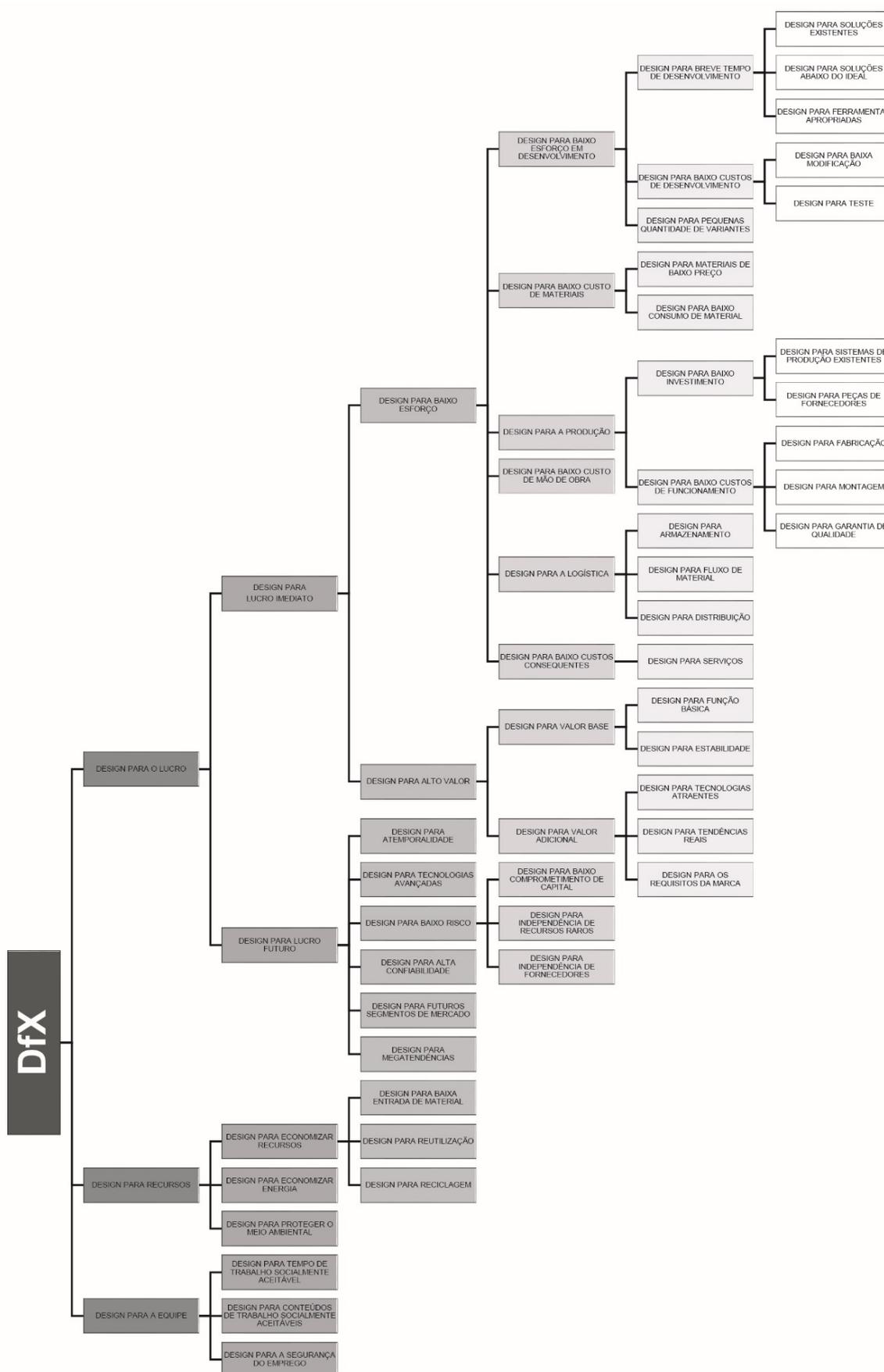
O presente subcapítulo retoma o debate sobre as metodologias e ferramentas de design, porém aqui com o viés da sustentabilidade. Segundo Medina e Santos (2000), para que se alcancem novos patamares no desenvolvimento sustentável, a educação para tal contexto possibilitará, em um princípio básico, redefinir a formação das pessoas para os cenários futuros.

Se por um lado as informações sobre o desenvolvimento sustentável tornaram-se evidentes nos últimos anos, conforme identificado na justificativa dessa Tese, vislumbra-se espaço para ampliar as publicações acadêmicas na área do design para a sustentabilidade. Nesse contexto, conforme Camargo (2003), a temática sobre sustentabilidade deve permear os processos educacionais e estar no cerne das atividades projetuais, até tornar-se algo natural no cotidiano (CARDOSO, 2013; CHICK; MICKLETHWAITE, 2011; FRY, 2011).

Na perspectiva da industrialização de artefatos, pode-se atribuir que as primeiras ações que aproximaram a produção de produtos aos conceitos de sustentabilidade se iniciaram após a Segunda Guerra Mundial. Com a utilização de práticas simultâneas de design no processo de desenvolvimento de um objeto, surgiu o conceito *Design for Excellence (DfX)*, também chamado de *Design for X (DfX)*, e o X representa um conjunto de características ou habilidades técnicas a serem considerados durante o desenvolvimento projetual. Tal conceito significa a aplicação de um conjunto de métodos para alcançar objetivos específicos, que podem variar de acordo com as expectativas e condições do cenário em que o projeto se encontra. Os conjuntos de ações mais populares desse período foram o Design para Manufatura (*DfM – Design for Manufacturing*), no sentido de atribuir prioridade aos requisitos projetuais que primem pela melhoria da performance da produção manual, o Design para a Montagem (*DfA – Design for Assembly*), em que se favoreciam os requisitos projetuais que otimizassem as linhas de montagem e o Design para a Desmontagem (*DfD – Design for Disassembly*), no entendimento de projetar sob a perspectiva de facilitar a desmontagem dos objetos. (MEERKAMM; KOCH, 2005; BECKER; WITS, 2013; INSTITUTE, 2017; MELO; MERINO; MERINO, 2017).

O estabelecimento de tais diretrizes projetuais pode resultar em redução de custos, melhoria de qualidade, melhor desempenho, satisfação do cliente e, conseqüentemente, melhores resultados financeiros. Desde então, foram apresentados novos conjuntos de diretrizes para serem aplicadas em todas as fases do ciclo de vida de um produto, como por exemplo o Design para Manutenibilidade (*DfMa - Design for Maintainability*), o Design para a Logística (*DfL – Design for Logistics*), o Design para Cadeia de Suprimentos (*DfSC – Design for Supply Chain*), o Design para o Serviço (*DfS₂ - Design for Service*), o Design para Variedade (DFV), o Design para Qualidade (DfQ), o Design para Obsolescência (DfO), o Design para a Reciclagem (*DfR - Design for Recyclability*), o Design para o Meio Ambiente (*DfE - Design for Environment*), até mesmo o Design para Sustentabilidade (*DfS₃ - Design for Sustainability*) e muitos outros conjuntos (MEERKAMM; KOCH, 2005; CHIU; KREMER, 2011; PLATCHECK, 2012; BECKER; WITS, 2013; INSTITUTE, 2017). A Figura 9 ilustra as muitas possibilidades que tais abordagens agregam para o design de artefatos.

Figura 9 - DfX.



Desenvolvido pelo autor com base em Bauer (2003) *apud* Meerkamm e Koch (2005).

Cabe salientar que os objetivos da utilização do *DfX* não estão relacionados com o desempenho funcional dos artefatos, e sim com as características e aspectos do desenvolvimento de produtos que possam torná-los mais competitivos, geralmente baseados na experiência dos designers. A implementação de tais diretrizes projetuais está diretamente relacionada com fatores internos e externos, que envolvem desde a estratégia de quem produz até a disponibilidade de matérias-primas, preferências dos consumidores e demais aspectos mercadológicos (PLATCHECK, 2012; BECKER; WITS, 2013).

Chiu e Kremer (2011) realizaram uma extensa revisão sistemática de literatura e classificaram a implementação das diretrizes *DfX* em três segmentos: 1) sob a perspectiva de escopo do produto, que abrange como por exemplo o *DfM*, *DfA*, *DfD*, *DfV*, *DfQ*, *DfMa*, o *DfO* etc.; 2) ante o escopo do sistema, que contém, dentre outros, o *DfSC*, o *DfL*, o *DfN* (*Design for Network*) etc.; e 3) perante um escopo que identificaram como ecossistema, no qual relacionam-se o *DfR*, o *DfS₃* (*sustainability*), o *DfE* e o *DfLC* (*Design for Life Cycle*). Outra contribuição importante do estudo foi a constatação do grau de maturidade das áreas específicas do *DfX*, conforme identificado no Tabela 3.

Tabela 3 - Maturidade das ferramentas *DfX*.

<i>DfX</i>	Até 1990	1991~1995	1996~2000	2001~2005	2006~2011	Total
Manufatura	1	2	1	2	2	8
Montagem	1	2	3	2	1	9
Desmontagem		2	6	3	2	13
Logística		1	1	0	0	2
Ciclo de vida		1	1	2	3	7
Qualidade		1	2	2	2	7
Confiabilidade		1	0	2	1	4
Cadeia de suprimentos		1	1	5	3	10
Variedade			3	2	3	8
Meio ambiente			2	1	2	5
Sustentabilidade				2	5	7

Fonte: Traduzido pelo autor com base em Chiu e Kremer (2011).

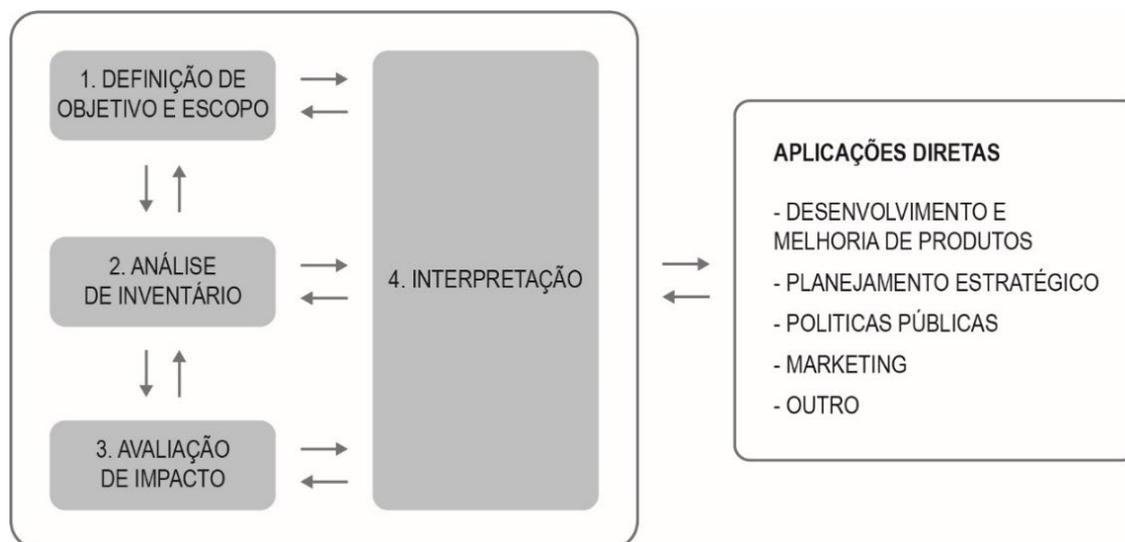
Percebe-se, com a revisão sistemática de Chiu e Kremer (2011), que as diretrizes *DfX* relacionadas ao escopo do produto e do sistema (*DfM*, *DfA*, *DfD*, *DfSC*) já estão consolidadas, enquanto as condutas para a sustentabilidade começaram a ser encontradas somente nos estudos a partir de 2001.

Embora muitos dos conceitos presentes no *DfX* se aproximem dos princípios de sustentabilidade, como por exemplo a diminuição do uso de materiais, de partes e componentes, os projetos orientados ao meio ambiente, ao ciclo de vida, à reciclagem e à recuperação, para que o desenvolvimento sustentável se configure como um caminho possível de permanência da vida na Terra, é preciso considerar todo o ecossistema político social ao qual os artefatos produzidos estão inseridos (MEERKAMM; KOCH, 2005; BECKER; WITS, 2013; SILVA; RIBEIRO; SILVEIRA, 2015).

Com relação ao reconhecimento de que a responsabilidade sobre a preservação ambiental é crucial para a existência de vida, aproxima-se assim do conceito de Ecodesign, que representa uma área de estudos em que se empregam conjuntos de práticas projetuais para o desenvolvimento de artefatos ecoeficientes, com respeito ao meio ambiente e a saúde (FIKSEL, 1995; PLATCHECK, 2012).

Pelo fato de os assuntos relacionados a esfera ambiental estarem por mais tempo em evidência do discurso sociopolítico, foram desenvolvidas muitas ferramentas orientadas ao ecodesign, como por exemplo a Análise do Ciclo de Vida (ACV), ou *Life Cycle Assessment (LCA)* como é conhecida internacionalmente. O ciclo de vida de um produto, segundo Mazini e Vezzoli (2002), se refere as trocas que ocorrem entre o ambiente e os artefatos em todas as fases de sua vida, abrangendo as fases de pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte. A Análise do Ciclo de Vida (ACV), que é regulamentada pela norma técnica ISO 14040:2006, possibilita mensurar impactos no ciclo de vida de produtos, desde o seu nascimento (berço), até o descarte (túmulo), para que facilite a identificação de pontos críticos para ecossistemas. Define-se por ACV a compilação e avaliação das entradas, saídas e os potenciais impactos ambientais de um sistema de produto ao longo de seu ciclo de vida. A Figura 10 ilustra o processo de ACV.

Figura 10 - Análise do Ciclo de Vida (ACV).



Fonte: Desenvolvido pelo autor com base em ISO (2006).

Cabe salientar que, de acordo com ISO (2006), a profundidade dos detalhes e o prazo de uma ACV podem variar muito, dependendo do que se determina na etapa 1 (objetivo e escopo). Por ser de natureza funcional, podem ser incluídas novas descobertas e melhorias no estado da técnica da ACV, não existindo um modelo único para sua realização, flexibilizando-se sua implementação conforme a aplicação pretendida. Salienta-se ainda que a ACV não prevê impactos ambientais absolutos, pois para tal, há de se considerar a relatividade da integração de tais dados no espaço e no tempo.

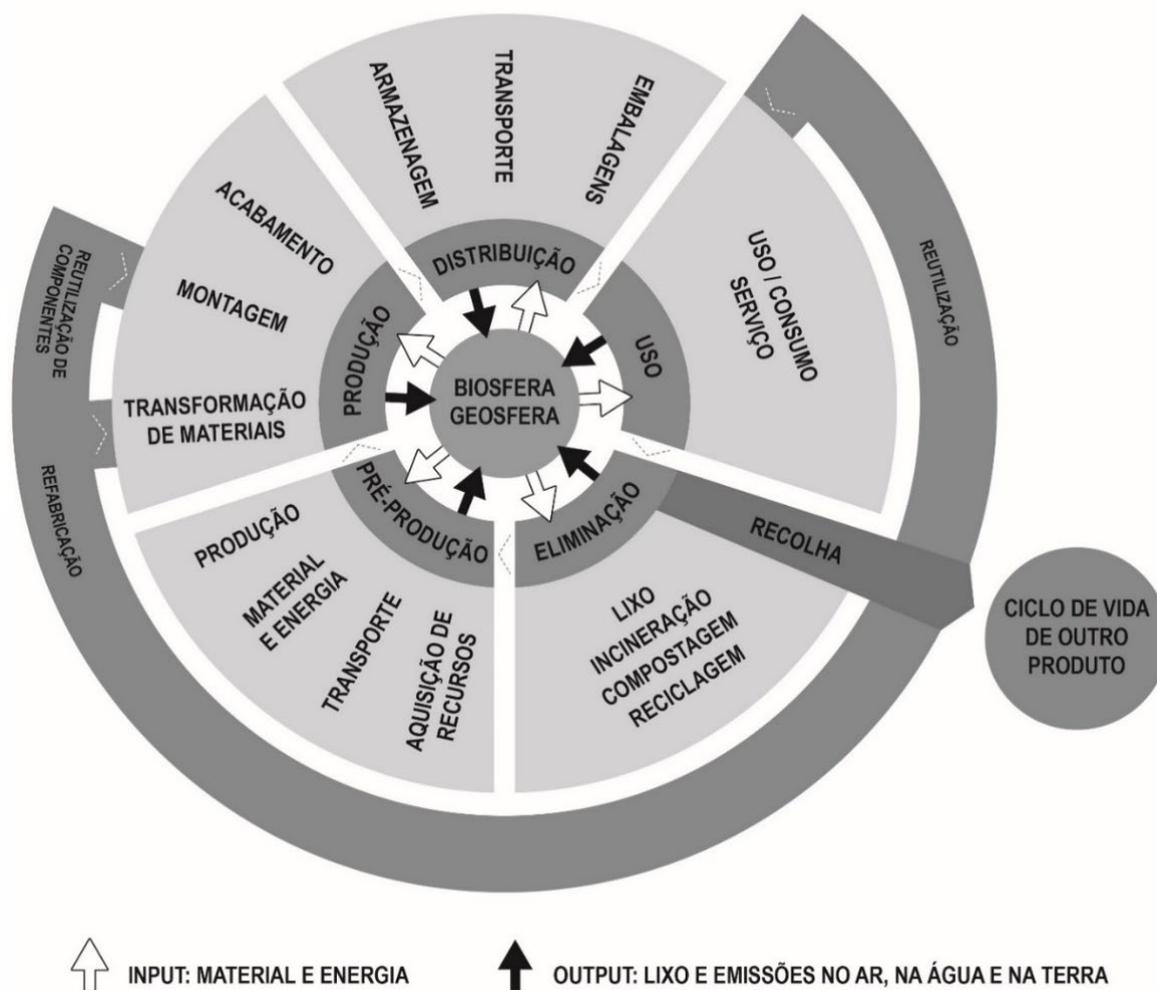
A fase 2 (análise de inventário) envolve mecanismos de coleta e cálculo de dados para quantificar as entradas e saídas de um sistema produtivo, que podem ser classificados em:

- insumos de energia, de matéria-prima, auxiliares, outros insumos físicos;
- produtos, coprodutos e resíduos; emissões para o ar, descargas para a água e solo, e;
- outros aspectos ambientais.

Na fase 3 (avaliação de impacto) avaliam-se a significância dos potenciais impactos ambientais, com a associação dos dados da fase anterior, buscando a compreensão de suas consequências, tornando-se possível a interpretação (fase 4) do ciclo de vida (ISO, 2006).

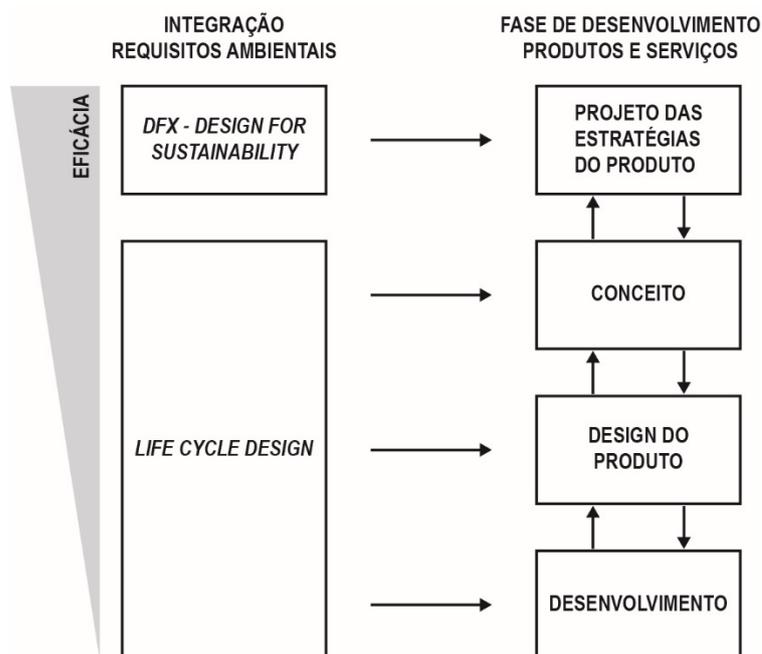
O design para o ciclo de vida consiste no emprego de uma visão sistêmica sobre os artefatos em que a biosfera e a geosfera são respeitadas. Manzini e Vezzoli (2002, p. 92) identificam que ao considerar o ciclo de vida deve-se utilizar uma “visão sistêmica do produto” e analisar as entradas e saídas de materiais, energia e resíduos em todas as fases da vida de um artefato, com o objetivo de mensurar as consequências ambientais, econômicas e sociais impactadas pelo sistema-produto. A Figura 11 ilustra o conceito defendido pelos autores.

Figura 11 - Ciclo de vida do sistema-produto.



Fonte: Desenvolvido pelo autor com base em Manzini e Vezzoli (2012).

Nesse contexto, Manzini e Vezzoli (2002) apresentam o *Life Cycle Design*, que representa uma ferramenta de integração aos requisitos ambientais em processos de desenvolvimento de produtos, para ser utilizada após a determinação das táticas de tais processos. Ou seja, após a definição das estratégias de um novo produto, tudo o que for projetado necessitará de uma abordagem que considere o ciclo de vida do sistema-produto, conforme representado na Figura 12.

Figura 12 - *Life Cycle Design*.

Fonte: Desenvolvido pelo autor com base em Manzini e Vezzoli (2012).

Em síntese, o *Life Cycle Design* apresenta-se mais como definição de conceitos a serem seguidos em busca de produtos ecoeficientes, baseados na minimização de recursos, uso de processos, materiais e energias com baixo impacto ambiental e maior eco compatibilidade, otimização da vida dos produtos, extensão da vida dos materiais e facilidade de desmontagem (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

Outra contribuição para o assunto é apresentada por Platcheck (2012), em sua proposta de "Metodologia de Ecodesign para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis". Embora a autora utilize o termo "produtos sustentáveis" no título de sua metodologia, a própria indica que é um trabalho orientado ao ecodesign, em que são relacionados apenas aspectos voltados a ecologia e ergonomia, não relacionando outras implicações socioculturais e a dimensão econômica. Para melhor entendimento, o Quadro 2 identifica as fases, etapas e tarefas de tal processo.

Quadro 2 - Metodologia de Ecodesign, Platcheck – 2012.

(continua)

Fases	Etapas	Tarefas
1 Proposta.	1.1 Identificação do cliente.	- Identificar o que, quem, como, quando, onde e por que será projetado.
	1.2 Definição do problema, reconhecimento da necessidade.	- Caracterização do sistema usuário-ferramenta-trabalho-ambiente.
	1.3 Objetivos do projeto.	- Identificar requisitos e restrições.

Quadro 2 - Metodologia de Ecodesign, Platcheck – 2012.

(continuação)

Fases	Etapas	Tarefas
1 Proposta.	1.4 Programa de trabalho.	- Relacionar itens, passos, atividades que compõem o projeto, da proposta até a implantação.
	1.5 Cronograma de trabalho.	- Determinar prazos.
	1.6 Custos do projeto.	- Identificar todos os custos para a realização do projeto.
2 Desenvolvimento, estado da arte.	2.1 Processos produtivos.	- Processos de fabricação e transformação; - Linha de montagem; - Aspectos administrativos e técnicos; - Quantidade e diversidade de componentes similares (<i>DfA</i>); - Matéria-prima e suas fontes; - Ciclo de vida do produto.
	2.2 Análise histórica.	- Aspectos da evolução ao longo da linha do tempo.
	2.3 Análise estrutural.	- Número de componentes; - Sistemas de união; - Estrutura, quantidade e diversidade de componentes similares (<i>DfA</i>); - Matérias-primas e suas fontes; - Ciclo de vida do produto.
	2.4 Análise funcional.	- Mecanismo; - Versatilidade; - Resistência; - Acabamento; - Reciclagem de partes, componentes ou do produto todo após o descarte.
	2.5 Análise ergonômica.	- Praticidade - Segurança; - Transporte; - Manutenção; - Atividades da tarefa; - Antropometria; - Biomecânica; - Cognição; - Consumo de energia e consumíveis; - Geração de resíduos durante a vida útil.
	2.6 Análise morfológica.	- Forma; - Estética; - Método de encaixe para desmontagem; - Embalagem do produto final; - Impacto ambiental causado após o descarte da embalagem.
	2.7 Análise de mercado.	- Propaganda; - Marketing; - Informações sobre gasto de consumíveis durante a vida útil.

Quadro 2 - Metodologia de Ecodesign, Platcheck – 2012.

(conclusão)

Fases	Etapas	Tarefas
2 Desenvolvimento, estado da arte.	2.8 Análise técnica.	<ul style="list-style-type: none"> - Materiais; - Processos de transformação e fabricação; - Sistemas eletromecânicos; - Impacto ambiental dos materiais - Impacto ambiental dos processos de transformação e/ou fabricação; - Impacto ambiental dos sistemas eletromecânicos.
	2.9 Conclusão dos dados levantados.	
3 – Detalhamento, projeção.	3.1 Síntese.	<ul style="list-style-type: none"> - Determinação dos parâmetros projetuais, incluindo as oito ondas do Ecodesign; - Revisão dos objetivos: requisitos e restrições. - Criatividade.
	3.2 Geração de alternativas preliminares.	<ul style="list-style-type: none"> - Desenhos / modelos volumétricos, ergonômicos e estruturais; - Revisão dos parâmetros projetuais.
	3.3 Geração de alternativas.	<ul style="list-style-type: none"> - Desenhos / modelos de apresentação; - Matrizes de avaliação; - Incluir técnicas de otimização da produção.
	3.4 Detalhamento técnico.	<ul style="list-style-type: none"> - Detalhamento das peças, conjuntos e cortes; - Perspectiva explodida para montagem; - Especificações técnicas.
	3.5 Recomendações ergonômicas.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>DfA</i> - processo produtivo; - <i>DfD</i> - reciclagem ou reuso de peças e componentes; - <i>DfM</i> - reposição de componentes, sistemas e aumento da vida útil; - <i>DfS₂</i> - design orientado ao serviço; - <i>DfR</i> - design orientado a reciclagem; - <i>DfE</i> - design orientado ao meio ambiente; - Análise do ciclo de vida
	3.6 Compilação dos dados para registro e confecção do modelo funcional.	<ul style="list-style-type: none"> - Confeccionar modelo iconográfico ou protótipo funcional, em escala natural.
	3.7 Testes e validação do projeto para fabricação.	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar testes necessários para validação do projeto.
4 – Teste e otimização do projeto.	4.1 Design do produto.	
	4.2 Confecção do modelo funcional.	<ul style="list-style-type: none"> - Confecção da peça-piloto.
	4.3 Testes e validação.	<ul style="list-style-type: none"> - Testes em condições normais de uso.
	4.4 Revisão dos parâmetros projetuais.	<ul style="list-style-type: none"> - Correção dos parâmetros, de acordo com os resultados da peça piloto.
	4.5 Revisão do detalhamento técnico e aprovação final.	<ul style="list-style-type: none"> - Liberação para a fabricação.

Fonte: Platcheck (2012).

Com relação as oito ondas do ecodesign mencionadas por Platcheck (2012) na fase 3, pode-se descrever como: 1) adoção de estratégias ecoeficientes pela

administração e determinação de requisitos ambientais; 2) identificação e seleção de materiais com menor impacto ambiental; 3) redução de materiais; 4) aperfeiçoar as técnicas de produção; 5) atenção à logística no que tange o uso de embalagens retornáveis e conter os materiais desnecessários; 6) reduzir o consumo de água, energia e materiais auxiliares no uso do produto; 7) projetar e desenvolver artefatos adequados com o tempo de sua utilização; e 8) reutilizar, reprocessar e reciclar tudo o que for possível.

Embora os requisitos apresentados por Platcheck (2012) serem de suma importância para o desenvolvimento de artefatos sustentáveis, Ahmad *et al.* (2018) identificaram a partir de uma revisão bibliográfica que, cerca de 80% dos impactos para a sustentabilidade são decididos durante as fases de design do produto e, em concordância com Baxter (2000), Back *et al.* (2008) e Brix *et al.* (2011), especialmente nas fases iniciais dos projetos. A produção de artefatos sustentáveis é uma estratégia relevante para se alcançar a sustentabilidade e existem muitas ferramentas para áreas específicas que estão relacionadas com a sustentabilidade, como por exemplo um instrumento que ajude a controlar o consumo de energia elétrica, pode muito bem relacionar-se com os princípios da sustentabilidade, porém se não considerar os fatores sociais envolvidos, nesse caso pode alinhar-se a um sistema de gestão financeira e afastar-se do sentido forte do desenvolvimento sustentável defendido por Bosselmann (2009). Outra contribuição, é a normativa ABNT NBR ISO 14006:2014, que institui diretrizes para o emprego do ecodesign, ao identificar a necessidade da utilização de um sistema de gestão ambiental, para que seja possível avaliar o impacto dos produtos no meio ambiente e, assim, identificar possíveis medidas apropriadas para redução dos impactos adversos (ABNT NBR ISO, 2014). Para um recorte mais específico, aprofunda-se a busca apenas por métodos e ferramentas que considerem a integração das dimensões ecológicas, socioculturais e econômicas em suas abordagens.

Uma das formas possíveis para determinar o desenvolvimento sustentável é a partir de indicadores pré-determinados. Robert, Parris e Leiserowitz (2005) argumentam que existem centenas de esforços locais, nacionais e globais para determinar métricas sustentáveis e, frente a ambiguidade do desenvolvimento de artefatos sustentáveis, quais métricas deve-se adotar e como usá-las corretamente são desafios a serem superados nas atividades do design para a sustentabilidade. Os

autores apresentam uma lista com 12 indicadores, sendo 6 com abrangência global, 3 representam esforços de países (Estados Unidos com o Indicador de Progresso Genuíno e com os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, Costa Rica com o Sistema de Indicadores de Sustentabilidade), um indicador representa uma iniciativa da cidade de Boston com os Projeto Indicadores de Boston, outro indicador focado em entidades corporativas ou não governamentais (Iniciativa global de Informação) e um indicador fundamenta-se em índices de insustentabilidade em nível global. O contexto de análise varia de acordo com cada cenário proposto e, embora a maioria das propostas relacionadas apresentem definições explícitas, com exceção do modelo da Costa Rica, o que se evidencia a partir do grande número de indicadores é a incerteza do horizonte sustentável dos padrões de agora e do futuro.

Vezzoli (2010) defende a transição para a sustentabilidade a partir de descontinuidades sistêmicas, originadas de amplos processos de aprendizagem sociais. Para o autor, inovações sistêmicas representam inventos disruptivos, preferencialmente não estruturados exclusivamente em meios com tecnologias avançadas, novos relacionamentos entre as pessoas envolvidas no sistema e alinhamento com os princípios de sustentabilidade. Ainda se sugere, segundo Porter *apud* Vezzoli (2010), projetar as possíveis influências dos usuários na produção de valor do sistema em questão e utilizar uma unidade de satisfação que relacione demanda e compensação como métrica avaliativa.

Vezzoli (2010) propõe o Método Modular para o Design de Sistemas Sustentáveis dividido em 5 etapas: 1) Análise estratégica; 2) Exploração de oportunidades; 3) Desenvolvimento de conceitos; 4) Detalhamento; e 5) Comunicação. O autor recomenda que os projetos para a sustentabilidade devem buscar a equidade social e destaca a utilização de uma série de ferramentas para contribuir com os resultados. O grupo LENS (2019) categoriza os instrumentos para orientação a sistemas de design, ferramentas para visualizações, artefatos voltados ao design para o ciclo de vida e diretrizes para experimentos sociais.

Ahmad *et al.* (2018) apresentam um esquema genérico de classificação de ferramentas sustentáveis a partir das propostas de diversos pesquisadores. Para melhorar a compreensão os autores as identificaram como ferramentas de design de produtos parcialmente sustentáveis (*P-SPD*), quando os instrumentos relacionam apenas dois aspectos da sustentabilidade, ou ferramentas de design de produtos

sustentáveis (SPD_1), aquelas que contemplam os três aspectos da sustentabilidade. Conclui-se que todas as propostas são estruturadas sob a perspectiva do ciclo de vida dos artefatos e sistemas. As ferramentas SPD_1 ainda não estavam totalmente consolidadas e menos padronizadas quando comparadas com as demais, ao passo que as P - SPD se mostraram mais úteis nas fases iniciais dos projetos.

AS ferramentas classificadas como SPD_1 por Ahmad *et al.* (2018) estão identificadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Ferramenta de Design Sustentáveis (SPD_1).

(continua)

Ferramenta	Descrição	Observações	Referência <i>apud</i> Ahmad <i>et al.</i> (2018)
<i>Design support system (DSS) for machine tool sustainability index</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Combina ferramentas de análise de ciclo de vida, como LCC e LCA dentro de um DSS. • A ferramenta normalmente é útil em diferentes estágios de projeto, como definição do problema, projeto conceitual e projeto preliminar, e avaliação das alternativas quantitativamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não possui uma função dedicada para medir a influência dos pesos atribuídos uma vez definido o modelo de requisitos. • Mais estudos de caso são necessários para desenvolvê-lo como uma ferramenta padrão. 	Azkarate <i>et al.</i> (2011)
<i>Product Sustainability Index (ProdSI) method</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Método quantitativo que gera um <i>ProdSI</i> de cinco níveis baseado em um conjunto de métricas de sustentabilidade do produto. • Normatização, ponderação e agregação de dados fazem parte do método de avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> • O estágio do ciclo de vida do transporte é ignorado. • O método é mais adequado para um produto manufaturado e menos útil no estágio conceitual do projeto do produto. 	Zhang <i>et al.</i> (2012)
<i>Fuzzy sustainability evaluation method</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Baseado nos três aspectos da sustentabilidade ao longo de todo o ciclo de vida do produto. • Diminui a complexidade envolvida na tomada de decisões de design do produto e lida com dados qualitativos e quantitativos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Este método é suficiente em termos de elementos de sustentabilidade, mas carece de ponderação para cada elemento selecionado. • É útil para um produto manufaturado, mas não é usado como uma ferramenta de projeto inicial. 	Hemdi <i>et al.</i> (2013)

Quadro 3 - Ferramenta de Design Sustentáveis (SPD_1).

(continuação)

Ferramenta	Descrição	Observações	Referência <i>apud</i> Ahmad <i>et al.</i> (2018)
<i>Integrated product life cycle management (PLM)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Método quantitativo baseado na utilização de <i>PLM</i> e <i>LCM</i> (gerenciamento do ciclo de vida, ou seja, abordagens <i>LCA</i>, <i>S-LCA</i> e <i>LCC</i>). Considera a perspectiva do ciclo de vida do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> Abrange todos os três aspectos da sustentabilidade para o desenvolvimento de novos produtos. No entanto, ainda não está totalmente desenvolvida e representa um cenário teórico. 	Gmelin e Seuring (2014)
<i>Cost-benefit analysis (CBA) based life cycle sustainability assessment (LCSA)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Abordagem quantitativa que mostra as conexões (conflitos e elementos comuns) entre três ferramentas (<i>LCA</i>, <i>LCC</i> e <i>CBA</i>) e uma estrutura de integração é proposta. Esclarece as conexões e coerência entre as metodologias de avaliação incluídas. 	<ul style="list-style-type: none"> É necessário mais trabalho para desenvolver este método como uma ferramenta padrão. Uma perspectiva de ciclo de vida também deve ser incluída. A estrutura é para análise detalhada, que requer uma grande quantidade de dados. 	Hoogmartens <i>et al.</i> (2014)
<i>Integrated robust design methodology (RDM)</i>	<ul style="list-style-type: none"> A estrutura conceitual proposta é baseada na integração de <i>RDM</i> e princípios de sustentabilidade e inclui uma perspectiva de ciclo de vida da sustentabilidade. Este método conceitual é baseado em revisão de literatura e explora as conexões entre a ferramenta <i>RDM</i> e SPD_1 e propõe formas de serem utilizadas em uma fase inicial de projeto do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> É uma estrutura conceitual útil para todos os três aspectos da sustentabilidade, mas é necessário mais trabalho para torná-lo uma ferramenta prática. Atualmente, é apenas uma proposta e não é feita uma elaboração detalhada. 	Gremyr <i>et al.</i> (2014)
<i>LCSA</i>	<ul style="list-style-type: none"> Integra <i>LCA</i>, <i>LCC</i> e <i>S-LCA</i> considerando a perspectiva do ciclo de vida do produto. Abrange de forma mais holística todos os três aspectos da sustentabilidade e otimiza globalmente o design. 	<ul style="list-style-type: none"> O método está em sua fase inicial do ponto de vista do aspecto social. Além disso, a integração de três ferramentas diferentes do ponto de vista da consistência também é um desafio. 	Guinée (2016)

Quadro 3 - Ferramenta de Design Sustentáveis (SPD_1).

(conclusão)

Ferramenta	Descrição	Observações	Referência <i>apud</i> Ahmad <i>et al.</i> (2018)
<i>Fuzzy QFD</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Este método quantitativo é baseado no <i>QFD</i> de duas fases para mapeamento de requisitos de sustentabilidade e considerações de projeto. • É útil apenas nos estágios iniciais do projeto de definição do problema e projeto conceitual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os atributos de qualidade dos produtos também são considerados. • Apenas prioriza os atributos do cliente. Nenhuma avaliação ambiental, social ou econômica é feita. 	Vinodh <i>et al.</i> (2017)
<i>Sustainable platform for product family design</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Os valores dos indicadores de sustentabilidade são agregados em um único valor sustentável de um produto. • O método mede os valores de risco para determinar os componentes robustos em termos de oportunidades de redesenho do produto. • Um sistema de é usado para avaliar e selecionar a plataforma adequada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Este método quantitativo cobre todas as fases do ciclo de vida nas fases iniciais do projeto. • A ferramenta é para design de família de produtos (para projetar vários produtos). No entanto, requer mais trabalho de validação para torná-lo uma ferramenta abrangente. 	Kim e Moon (2017)

Fonte: Traduzido pelo autor com base em Ahmad *et al.* (2018).

Percebe-se que muitas das ferramentas existentes são orientadas aos cuidados e análises do ciclo de vida dos produtos e sistemas (*ACV*, *LCA*, *LCC*, *S-LCA*), sejam elas já validadas/consolidadas ou em fase de implementação em busca de maior abrangência. Embora considerar tais aspectos seja indispensável para o desenvolvimento de produtos sustentáveis, a *ACV* está condicionada ao escopo e definições determinados no início do processo e pode ser, em certas situações, extremamente complexa e de aplicabilidade onerosa, o que dificulta sua implementação especialmente em indústrias de pequeno porte ou por artesões autônomos (ISO, 2006; NIEMANN; TICHKIEWITCH; WESTKÄMPER, 2009; FINKBEINER *et al.*, 2014).

Cabe salientar que quando se iniciaram as discussões sobre sustentabilidade, havia pouca representatividade social inserida nas decisões. Atualmente, esse cenário é completamente diferente e entende-se que tal esfera é muito influente para decisões sobre a temática, assim como está em concordância com os atuais (2022) objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente capítulo expõe o processo metodológico selecionado para a pesquisa. Apresenta as etapas e os procedimentos utilizados para a construção do artefato, no intuito de atender aos objetivos estabelecidos no capítulo 1.5.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Assim como descrito no primeiro capítulo, o objetivo desse estudo consiste em responder o seguinte problema: como a classificação e codificação de requisitos sustentáveis em projetos de produtos pode ser aplicada no processo de design, de maneira a influenciar positivamente com as decisões projetuais? Com base na questão de investigação, no problema de pesquisa e na hipótese, foi possível determinar o método apropriado para atingir os objetivos desejados.

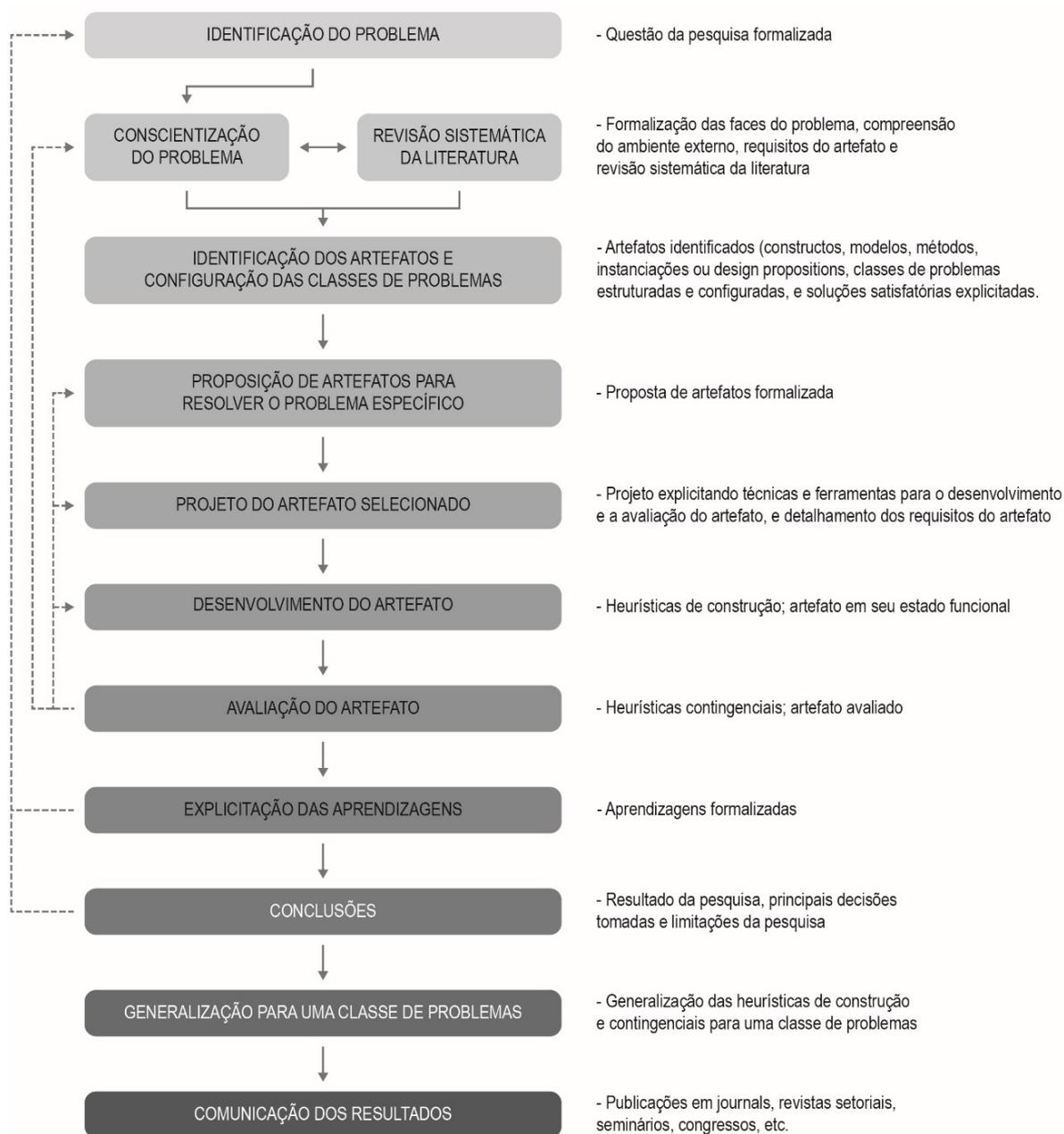
Pela hipótese vislumbrou-se contribuir em contexto específico na literatura, a partir da proposição de um artefato que nessa pesquisa configura-se como ferramenta. Entende-se por artefato qualquer objeto não natural desenvolvido pelos seres humanos – resultado de qualquer processo de design. Considera-se ainda que artefatos tecnológicos podem evocar reflexões nos usuários e apoiá-los na tomada de decisões conscientes (GHAJARGAR; WIBERG, 2018; MARCH; SMITH, 1995).

Um estudo com abordagem qualitativa de caráter empírico, que investiga valores, percepções, atitudes e estímulos do objeto pesquisado (FLICK, 2009b; GONÇALVES, MEIRELLES, 2004). Tal tipo de estudo permite maior abrangência e compreensão dos fenômenos investigados (FLICK, 2009c; YIN, 2005). Conforme Sampieri, Collado e Lucio (2013), essa Tese classifica-se de natureza aplicada e, segundo os objetivos propostos, como pesquisa descritiva.

A base metodológica que orienta essa Tese estrutura-se delineada na abordagem *design science*, conforme definição de Simon (1996) sobre a produção de artefatos destinados a realização de objetivos. Na busca por solucionar algum tipo de problema, Wertheimer (1945) sintetiza o pensamento produtivo, assim como as atividades intelectuais complexas, na compreensão das micro relações existentes em cada situação e sua posterior reorganização em diferentes tipos estruturas até que se perceba uma possível aproximação à solução. Como contribuição científica, destaca-se a utilização da pesquisa para desenvolver um artifício aplicável que ainda não existe.

Enquanto a *design science* configura-se como ciência sobre o artificial, o método base da operacionalização e administração das pesquisas que buscam proposições de artefatos chama-se *Design Science Research (DSR)*. A *DSR* tem como objetivo o fortalecimento dos entendimentos sobre o desenvolvimento de projetos e soluções para artefatos, fenômenos artificiais e novos sistemas, portanto pressupõe-se a relevância para a aplicação prática aliada ao rigor na produção de apontamentos científicos, aproximando noções práticas e teóricas. Salienta-se que essa abordagem não suprime as metodologias tradicionais, porém, acrescentaram-se possibilidades para que os estudos científicos com tais características auxiliassem no avanço das pesquisas pelo meio de instrumento confiável. Salienta-se que a *DSR* é uma ciência com o âmago no projeto de soluções que possam transformar circunstâncias com melhores atuações humanas nas suas atividades (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015).

A validação de um estudo embasado na *DSR* se verifica a partir de uma série de doze etapas com suas respectivas saídas, conforme ilustrado na Figura 13, com possíveis retornos para acuidade das respostas esperadas em cada etapa.

Figura 13 - Metodologia *Design Science Research*.

Fonte: Desenvolvido pelo autor com base em Dresch, Lacerda e Antunes (2015, p. 134).

Tais etapas conduzem uma série de procedimentos que devem, obrigatoriamente, elucidar os seguintes aspectos: a) explicitar precisamente os ambientes internos e externos e os objetivos; b) detalhar como pode-se testar o artefato; e c) descrever os artifícios responsáveis pelos resultados a ser mensurados (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015).

3.2 Delineamento da Pesquisa

O delineamento da pesquisa foi organizado de maneira a possibilitar a verificação da hipótese, a resposta da questão de investigação e a resolução do problema de pesquisa. Para a instrumentalização do delineamento da pesquisa, dividiu-se o processo metodológico em quatro fases: 1) investigação; 2) artefato; 3) avaliação e ajustes; e 4) conclusão.

3.2.1 FASE 1: INVESTIGAÇÃO

Essa fase do estudo abrange as etapas de identificação do problema, conscientização do problema e revisão sistemática de literatura da *DSR*. O princípio do processo metodológico apresenta uma perspectiva exploratória, que possibilita maior aproximação com o problema em virtude da utilização de múltiplas fontes de conhecimento, de modo que viabilize maior conformidade e juridicidade dos resultados. Esta investigação buscou aumentar a familiaridade, agregar experiência e possibilitar um melhor entendimento da questão de investigação e do problema de pesquisa. (DRESCH, LACERDA, ANTUNES, 2015; SAMPIERI, COLLADO, 1991; YIN, 2005).

A fase de investigação tem o desígnio de satisfazer os seguintes objetivos da Tese: a) compreender o que é sustentabilidade, os conceitos relacionados e como são envolvidos em projetos de produtos para fins de especificar requisitos para a proposição da ferramenta; e b) analisar estratégias utilizadas por designers para estabelecimento de requisitos orientados à sustentabilidade durante o desenvolvimento projetual, com o intuito de compreensão do cenário. Dessa forma, a fase contempla as etapas de revisão de literatura, entrevistas com especialistas e revisão sistemática da literatura (RSL).

A revisão de literatura abrange estudos que se aproximam com os temas pertinentes para pesquisa, como sustentabilidade e a inserção dos seus conceitos nos

processos de design. Conforme Flick (2009b), inclui-se na revisão de literatura teórica e empírica estudos prévios sobre o assunto, bem como estudos metodológicos para apoiar na escolha dos procedimentos adequados para atingir os objetivos da Tese. A revisão considerou artigos de periódicos internacionais, textos clássicos na temática e demais estudos relevantes para a compreensão e elucidação das circunstâncias da pesquisa. Tal processo permitiu compreender o estado da arte sobre sustentabilidade e os temas que tangenciam a temática, assim como a identificação de lacunas e oportunidades na conexão com o design. Seguindo, identificam-se métodos e técnicas utilizados para gestão de sustentabilidade em projetos, que serviram de apoio para a sistematização da ferramenta. Os resultados da revisão de literatura estão evidenciados no capítulo 2 (fundamentação teórica).

Segundo Dresch, Lacerda e Antunes (2015) as etapas iniciais da *Design Science Research* apresentam-se como definição do problema. Ao buscar uma melhor relevância para tal definição, os autores sugerem além da revisão de literatura e da RSL, a execução de entrevistas com profissionais e especialistas na área. Edwards e Holland (2013) identificam que em projetos com abordagem qualitativa, o foco das entrevistas consiste em gerar dados e, ao se definir um número exato para a amostra, pode-se limitar a busca pela informação.

Assim, aplicam-se entrevistas semiestruturadas em profundidade com 10 especialistas em design, mediadas via plataforma on-line Google Meet⁶. Para essa Tese, definiu-se como critérios de inclusão para os especialistas que fossem profissionais com ampla experiência de mercado (com pelo menos 5 anos de atuação comprovada), ou designers premiados em concursos específicos da área, ou pós doutores, doutores, doutorandos e mestres na área do design, especialistas na área de projetos ou docentes atuantes em disciplinas em que a avaliação dos discentes se dá a partir de artefatos produzidos ao decorrer das aulas. Considerou-se também como critério de inclusão, participantes da pesquisa com condições financeiras e tecnológicas de acesso à internet, não havendo ressarcimentos para tal contato através de meio virtual. Como critérios de exclusão, apresentam-se os motivos para que os dados não fossem considerados na análise: quando um participante da pesquisa faltar a uma avaliação, ou responder a um questionamento de forma incompleta, ou esteja impossibilitado de acessar à internet, por qualquer motivo, em

⁶ Disponível em: < <https://meet.google.com/> >.

alguma das etapas da coleta de dados. A localização dos participantes da pesquisa foi realizada em forma de convite individual enviado por e-mail, conforme modelo identificado no Apêndice A.

A técnica de entrevista em profundidade classifica-se como uma forma pessoal, direta e não estruturada para obter-se informações. Cada pessoa é entrevistada e investigada individualmente pelo entrevistador com o objetivo de compreender suas motivações, valores, atitudes, crenças e sentimentos implícitos sobre um determinado assunto (MALHOTRA; BIRKS, 2006). A partir das entrevistas identificou-se em qual momento os profissionais executam ou entendem que deve ser executado o processo de gerenciamento da sustentabilidade em projetos de produtos e quais métodos, ferramentas e *frameworks* são utilizados para mapear tal gerenciamento. Soma-se ainda, a expectativa de conhecer o processo projetual dos profissionais entrevistados para que possam servir de possíveis revelações sobre a classificação e categorização de tais informações. Por se tratar de uma entrevista semiestruturada, as perguntas classificam-se em 3 tipos: a) questões de abertura com o objetivo de introduzir o assunto com perguntas confortáveis para os entrevistados; b) questões de aproximação com a finalidade de sugerir uma linha de pensamento mais específica ao artefato a ser estudado; e c) sondagem em profundidade com o intuito de desenvolver um diálogo relacionado aos objetivos da Tese. Salienta-se ainda que ao longo das execuções das entrevistas foram inseridos novos questionamentos, com base nas respostas dos participantes, para alcançar os objetivos da coleta de dados. O Quadro 4 evidencia a associação entre as questões pré-estabelecidas para as entrevistas e seus objetivos investigativos.

Quadro 4 - Roteiro da entrevista semiestruturada e objetivos investigativos.

(continua)

Tipo	Questão	Objetivo
Abertura	Você utiliza um processo metodológico sistematizado para o desenvolvimento de produtos?	Verificar se existe a sistematização de uma metodologia projetual, caso sim, identificar etapas e a estrutura metodológica.
Abertura	Em qual momento durante o desenvolvimento de um produto são estabelecidos os requisitos projetuais?	Identificar quando ocorre o estabelecimento dos requisitos projetuais.
Abertura	Existe uma separação ou classificação dos requisitos projetuais?	Discernir como são classificados os requisitos em cada projeto.
Aproximação	Onde ocorre o registro das informações sobre os requisitos projetuais?	Reconhecer artefatos utilizados para armazenar informações sobre requisitos projetuais.

Quadro 4 - Roteiro da entrevista semiestruturada e objetivos investigativos.

(conclusão)

Tipo	Questão	Objetivo
Aproximação	Como ocorre a gestão dos requisitos projetuais?	Identificar métricas de avaliação, técnicas ou ferramentas de gestão dos requisitos em projetos.
Sondagem em profundidade	Quais dificuldades encontradas para gerenciar os requisitos projetuais?	Reconhecer oportunidades a serem exploradas na proposição do artefato.
Sondagem em profundidade	Existe uma relação entre requisitos projetuais e sustentabilidade?	Verificar as possíveis relações entre requisitos projetuais e sustentabilidade.
Sondagem em profundidade	O que você considera como requisitos projetuais sustentáveis?	Qualificar requisitos projetuais sustentáveis.
Sondagem em profundidade	Qual retorno você espera ao considerar requisitos de sustentabilidade em projetos?	Mapear expectativas, percepções e sentimentos que possam favorecer a usabilidade do artefato a ser desenvolvido.

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Para analisar os resultados das entrevistas em profundidade, foram transcritas as partes relevantes para a Tese, pois, conforme Gibbs (2009) pode-se selecionar pontos importantes para transcrição, evitando conversas paralelas, devaneios e possíveis distrações e, para assegurar que a posterior análise fosse eficiente, remove-se os momentos de afastamento ao tema. Ao prosseguir com as análises das entrevistas em profundidade, categorizam-se os dados em grupos por familiaridade em classes em que se atribuiu uma rotulagem que facilitasse a organização, navegação e busca das descobertas (BARDIN, 1977). A partir da categorização foi possível entender assimilações de especialistas e contemplar aos objetivos da Tese (AGNER, 2009).

Na busca por respostas a questão de investigação, ao problema de pesquisa e aos objetivos da Tese, a RSL apresenta-se como um método que proporciona sentido a amplos grupos de informações, possibilita mapear zonas de insegurança e reconhecer lacunas de pesquisa. A RSL possibilitou ainda uma percepção ampla e relevante da área de pesquisa, ao ensejar que o pesquisador se mantenha inteirado sobre o estado da arte das áreas de relevância (DRESCH; LACERDA; ANTUNES., 2015; PETTICREW; ROBERTS, 2006).

Nessa Tese, a RSL orientou-se pelos procedimentos indicados por Conforto, Amaral e Silva (2011) e Dresch, Lacerda e Antunes (2015). As ações iniciais da RSL contemplam: definir objetivos, fontes de buscas, *string* de busca, parâmetros de

inclusão e exclusão e definir os critérios de síntese. Seguindo, aplicaram-se os critérios definidos anteriormente de análise e síntese dos resultados.

Para dar início aos procedimentos da RSL, definiu-se então os objetivos da RSL: identificar exequibilidades de estudos na área de estabelecimento e controle de requisitos sustentáveis em projetos e caracterizar como são aplicados no processo de design.

Na sequência dos procedimentos, selecionou-se as bases de dados para consulta: a) Science Direct⁷; b) Scopus⁸. Elencou-se a Science Direct para essa Tese pois conta com uma base de dados com mais de 3.800 periódicos indexados e aproximadamente 15 milhões de registros entre capítulos de livros e artigos. Outro fator determinante para eleger-se a Science Direct foi por contemplar publicações em periódicos da área do design, ciência e tecnologia. Definiu-se a Scopus, por sua vez, por apresentar mais 21 mil periódicos e cerca de 60 milhões de registros. Dentre as particularidades que favoreceram a escolha da Scopus destaca-se por ser a base de dados que apresenta ampla abordagem de pesquisas internacionais nas áreas de artes e humanidades, ciências sociais, tecnologia, medicina, ciência e design.

Na sequência, conforme os procedimentos indicados pela RSL, definiu-se a *string* de busca a partir das expressões amplamente utilizadas em estudos a respeito da utilização dos conceitos de sustentabilidade nos processos de design. Testaram-se as diferentes combinações de *strings* de busca com as seguintes expressões: primeiramente pelo arranjo “*product design*” AND “*design requirements*” AND (“*sustainable*” OR “*sustainability*”) presentes no título, resumo ou palavras-chave especificadas pelo autor, posteriormente realizaram-se as buscas incluindo os termos “*design factors*” OR “*management*” OR “*sustainability management*” OR “*sustainable management*” presentes em todos os campos de busca. Utilizam-se os mesmos termos nas duas bases de dados.

Após, definiram-se os parâmetros de inclusão e exclusão. Em primeira instância contou com a leitura do título, resumo e palavras-chaves dos trabalhos com o objetivo de efetuar uma triagem e manter apenas os estudos relevantes alinhados com os objetivos da RSL.

⁷ Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>

⁸ Disponível em: <https://www.scopus.com>

Destacam-se os parâmetros de inclusão aplicados:

- Trabalhos publicados até o primeiro semestre de 2022;
- Estudos escritos em idioma globalmente aceito em estudos científicos – inglês;
- Textos que relacionam as áreas foco da pesquisa – gerenciamento de requisitos sustentáveis em projetos de design.

Evidenciam-se os parâmetros de exclusão aplicados:

- Estudos com acesso indisponível;
- Trabalhos repetidos ou com registros em ambas as bases de dados.

Após a triagem inicial, efetuou-se a leitura de todos os trabalhos na íntegra, com o propósito de compreender a intenção das pesquisas e eleger os estudos que propõem o gerenciamento de requisitos sustentáveis em projetos. Incluem-se estudos com resultados práticos aplicados e testados com usuários e excluem-se publicações que, realizam aferições com o uso de dados de terceiros, como críticas de sites, blogs e correlatos.

Elucida-se o novo parâmetro de inclusão:

- Estudos que propõem uma alternativa para gerenciamento de sustentabilidade, com abordagem ambiental, social e econômica, em projetos de design.

Os novos parâmetros de exclusão apresentam-se da seguinte maneira:

- Estudos que não evidenciam o protocolo de classificação e categorização dos requisitos projetuais;
- Trabalhos sem a identificação do número de participantes;
- Pesquisas com resultados parciais ou inconclusivas;
- Estudos sem detalhamento dos procedimentos metodológicos.

A terceira rodada tem foco nos resultados obtidos com o objetivo de reconhecer os *frameworks* e ferramentas aplicados para obtenção de tais soluções. Nessa instância excluem-se estudos com propostas de serviços envolvendo *stakeholders*.

Destaca-se o critério de inclusão adotado nessa instância:

- Estudos com propostas de ferramentas on-line para gerenciamento de requisitos sustentáveis em projetos.

Para finalizar, elucida-se os resultados após todas as triagens. A fim de organizar os dados obtidos, aplicam-se os seguintes parâmetros de classificação e categorização: a) apontar o tipo de publicação – se periódico, livro, capítulo de livro ou anais de congressos; b) identificar o processo metodológico utilizado para desenvolvimento projetual; c) reconhecer ferramentas e/ou *frameworks* utilizados; d) identificar em qual momento acontece o estabelecimento de requisitos para a sustentabilidade em projetos; e e) evidenciar o número de pessoas envolvidas nos testes realizados. A partir de tais resultados foi possível visualizar e analisar os protocolos usados em estudos orientados a executar o gerenciamento da sustentabilidade em projetos. A seguir executa-se a fase de aproximação aos artefatos.

3.2.2 FASE 2: ARTEFATO

O início da segunda fase contempla a etapa “identificação dos artefatos e configuração da classe de problemas” da *Design Science Research* em que se buscou identificar e analisar artefatos existentes com soluções satisfatórias explicitadas. Tais análises podem abranger modelos, métodos, constructos, instanciações, classes de problemas estruturadas e configuradas ou proposições de design. Para essa Tese as investigações dividem-se em 3 categorias para possibilitar maior abrangência sob os aspectos construtivos dos artefatos: a) no âmbito dos elementos estéticos visuais como tipografia, cor, grid e imagem; b) nas circunstâncias de uso como as diretrizes de acessibilidade para conteúdo web WCAG 3.0⁹, jornada do usuário, navegabilidade, funcionalidades e testes; e c) sob o ponto de vista das ferramentas, *frameworks*, técnicas e métodos utilizados para os desenvolvimentos e construções dos artefatos analisados (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015; BERNERS-LEE, 2018). Tais análises têm o propósito de contemplar ao seguinte objetivo da Tese: c) Investigar

⁹ WCAG 3.0 é um conjunto de diretrizes que fornecem recomendações para tornar o conteúdo disponibilizado na internet mais acessível. Fonte: W3C (2021).

ferramentas e *frameworks* utilizados para a gestão de requisitos projetuais orientados a sustentabilidade para fins de reconhecer contextos e abordagens distintas.

A partir da revisão sistemática de literatura, identificou-se os artefatos que se aproximam a questão de investigação e ao problema de pesquisa (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015). Para tal fim, classificou-se os artigos derivados da triagem na fase de investigação nas condições descritas anteriormente. A partir de uma análise comparativa, foram correlacionados os procedimentos, objetivos e classificações nos estudos para gerenciamento de requisitos de sustentabilidade em projetos em cada situação. Analisaram-se ainda aspectos análogos aos citados nas entrevistas em profundidade realizadas. Com isso apresentam-se a caracterização e identificação dos artefatos similares, em que se evidenciam os pontos favoráveis e desfavoráveis. O Quadro 5 expõe a ficha avaliativa dos artefatos identificados na RSL.

Quadro 5 - Ficha avaliativa dos artefatos da RSL.

Questão	Objetivo
Título	Indicar o título e subtítulo (se houver) das publicações.
Autores	Indicar os autores das publicações.
Classificação da publicação	Indicar a classificação da publicação: artigo em periódico, anais de congresso, livro ou capítulo de livro.
Metodologia	Evidenciar a síntese metodológica da pesquisa e procedimentos utilizados para estabelecimento, classificação e categorização de requisitos projetuais.
Tipo de artefato	Identificar o tipo de produto examinado.
Participantes	Apontar o número de participantes e a forma como ocorreu o contato com os participantes da avaliação dos artefatos, se presencial ou virtual.
Pontos Favoráveis	Evidenciar pontos favoráveis do estudo.
Pontos Desfavoráveis	Identificar pontos desfavoráveis e dificuldades encontradas nos processos de gerenciamento de requisitos sustentáveis em projetos.
Sugestões	Comentários adicionais – gatilhos para compreensão.

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

A fase do artefato abrange ainda as etapas “proposição de artefatos para resolver o problema específico”, “projeto do artefato selecionado” e “desenvolvimento do artefato selecionado”, embasadas pela *Design Science Research* (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015). Tais procedimentos buscam atender ao seguinte objetivo específico da Tese: d) propor uma classificação, codificação e hierarquização de requisitos projetuais relacionados aos conceitos identificados no objetivo específico (a);

Na medida em que os objetivos específicos vão se findando, os estudos aproximam-se do objetivo geral e, para garantir que o desenvolvimento projetual do

artefato fosse orientado pelo rigor metodológico esperado, executou-se a triangulação dos dados da revisão de literatura, da RSL e das entrevistas em profundidade realizadas com especialistas para auxiliar na proposição. Essa triangulação ocorreu em situações de pesquisas em que a perspectiva pôde ser considerada a partir de, pelo menos, dois pontos distintos. Para tanto, utilizou-se diferentes interpelações metodológicas para a observação do fenômeno (FLICK, 2009c).

Inicialmente comparou-se a lista de requisitos definida anteriormente com as sínteses das entrevistas em profundidade. A partir de tal análise foi possível definir o escopo do artefato desenvolvido. Com base na triangulação deu-se a definição das estratégias projetuais, ações e *frameworks* que integraram a ferramenta. Tais estratégias responsabilizaram-se por relacionar a classificação e codificação dos requisitos projetuais sustentáveis em projetos de produtos e corroboraram com a geração de alternativas para a ferramenta. Para estruturar a estratégia de proposição, utilizou-se um protocolo de análise em que se relacionam elementos estéticos visuais, situações de uso e ferramentas, técnicas e métodos compatíveis.

Conforme Dresch, Lacerda e Antunes (2015, p. 131), para a construção do artefato “podem ser utilizadas diferentes abordagens, como algoritmos computacionais, representações gráficas, protótipos, maquetes”, entre outros, com o objetivo de estabelecer o ambiente interno do artefato. Para essa Tese utilizaram-se as seguintes técnicas como apoio ao desenvolvimento proposto: a) nuvem de palavras, que, conforme Hanington e Martin (2012), representa uma forma visual de organizar informações em arranjos espaciais interessantes, um resumo visual dos dados textuais que forma uma impressão sobre o conteúdo a ser abordado; b) mapa conceitual, que, conforme Novak e Cañas (2006), o principal objetivo se concentra na relação entre conceitos importantes para uma melhor contextualização; c) quadro de imagens, que representam uma montagem de fotos ou ilustrações com o objetivo de comunicar visualmente as informações essenciais relacionadas ao estilo do projeto (HANINGTON; MARTIN, 2012); d) análise paramétrica para comparar o artefato desenvolvido com outros produtos ou concorrentes, conforme Baxter (2000); e) análise morfológica em que estudaram-se as possíveis combinações entre os componentes e elementos do artefato (BAXTER, 2000); e f) persona e mapa da jornada do usuário, que conforme Hanington e Martin (2012) possibilitaram consolidar descrições arquetípicas de padrões e comportamentos de usuários bem como

forneceram uma visualização das experiências dos usuários ao interagirem com cada momento do artefato. Possibilitaram ainda mapear história sobre as ações, percepções, sentimentos, momentos positivos, negativos e neutros.

3.2.3 FASE 3: AVALIAÇÃO E AJUSTES

Essa fase compreende as ações avaliativas no intuito de solucionar o objetivo específico e) avaliar a aplicabilidade e contribuição da ferramenta no contexto projetual, para fins de melhorias na ferramenta. Assim que a primeira versão desenvolvida esteve operacional, aplicam-se os métodos de avaliação. Conforme Dresch, Lacerda e Antunes (2015), para uma avaliação relevante deve-se observar o desempenho do artefato em contextos de uso reais ou simulados. Para essa Tese definiram-se os seguintes ciclos avaliativos, considerando os critérios ergonômicos apresentados por Bastien e Scapin (1993) e as heurísticas propostas por Nielsen e Mack (1994): a) *survey*¹⁰ com especialistas; b) grupo focal com estudantes de bacharelado em design; e c) teste de usabilidade.

Iniciaram-se as avaliações da ferramenta com um novo contato com os especialistas anteriormente entrevistados na fase de investigação. Após o uso natural do artefato proposto, solicitou-se que fosse respondido um questionário em que foram relacionadas questões referentes a compreensão e usabilidade da ferramenta. Conforme Hanington e Martin (2012), *surveys* são ferramentas eficientes para coleta de dados em curtos espaços temporais, possuem um baixo custo para execução, são versáteis quanto ao tipo de informação que podem ser coletadas e, conforme Dresch, Lacerda e Antunes (2015, p. 26), podem contribuir mais significativamente na medida que o objetivo de sua utilização se aproxima de uma “visão descritiva acerca de determinado fenômeno, ou ainda, quando se deseja testar teorias existentes”. Embora o termo represente uma abordagem ampla, para essa fase da Tese elegeu-se o tipo de *survey* explanatório que, conforme Forza (2002), apresenta a unidade de análise

¹⁰ Conforme Hanington e Martin (2012) *surveys* são métodos de coleta de informações autorrelatadas sobre características, pensamentos, sentimentos, percepções comportamentos ou atitudes.

bem definida, condizente com às hipóteses investigativas e utiliza-se métodos variados para coleta de dados.

Para instrumentalizar o *survey*, executou-se a aplicação de questionários objetivos, autopreenchidos, com características avaliativas onde os participantes expressaram suas opiniões e pensamentos através da atribuição de notas de 1 a 5 (quando 1 corresponde a “discordo completamente” e 5 “concordo plenamente”) e N/A quando a questão não se aplica a situação experienciada sobre alguns aspectos da ferramenta. Para coletar dados avaliativos sobre o artefato, dividiu-se o questionário em 3 grupos de questões: a) sobre a percepção dos elementos estéticos visuais como tipografias, cores, grids e imagens; b) sobre as condições de uso; e c) sob o ponto de vista dos resultados obtidos após a utilização. O Quadro 6 apresenta a relação das questões que foram solicitadas aos especialistas, os conceitos ergonômicos de Bastien e Scapin (1993), as heurísticas de Nielsen e Mack (1994) e o grupo das questões com seus respectivos objetivos avaliativos.

Quadro 6 - *Survey* com especialistas.

(continua)

Questão	Bastien e Scapin (1993)	Nielsen e Mack (1994)	Grupo(s)	Objetivo
Aprender a usar o artefato foi rápido e fácil, diminuindo o número de erros com sua utilização.	<ul style="list-style-type: none"> - Condução; - Carga de Trabalho; - Controle Explícito; - Adaptabilidade; - Gestão de erros; - Homogeneidade e Coerência; - Significado dos Códigos e Denominações. - Compatibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilidade do status do sistema; - Compatibilidade entre o sistema e o mundo real; - Controle e liberdade do usuário; - Consistência e padrões; - Prevenção de erros; - Reconhecimento em vez de memorização. - Ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros; - Ajuda e documentação. 	A, B.	Identificar se as orientações e informações apresentadas no artefato prejudicaram a condução de uso.
Fiquei distraído(a) por informações desnecessárias em algum momento durante a utilização do artefato.	<ul style="list-style-type: none"> - Condução; - Carga de Trabalho; - Gestão de erros; - Homogeneidade e Coerência; - Significado dos Códigos e Denominações. - Compatibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Consistência e padrões; - Flexibilidade e eficiência de uso; - Design estético e minimalista. 	B	Avaliar se houve distrações e se prejudicaram a utilização do artefato ou o desempenho de suas tarefas com eficiência.

Quadro 6 - Survey com especialistas.

(continuação)

Questão	Bastien e Scapin (1993)	Nielsen e Mack (1994)	Grupo(s)	Objetivo
Foi possível identificar com clareza os locais onde as informações deveriam ser inseridas, bem como navegar pelas funcionalidades do artefato.	<ul style="list-style-type: none"> - Condução; - Controle Explícito; - Gestão de erros; - Homogeneidade e Coerência; - Significado dos Códigos e Denominações; - Compatibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Controle e liberdade do usuário; - Consistência e padrões; - Reconhecimento em vez de memorização; - Flexibilidade e eficiência de uso; - Design estético e minimalista; 	A, B.	Avaliar se erros e ambiguidades foram minimizados possibilitando o controle das funcionalidades do artefato.
O artefato adaptou-se às minhas preferências, necessidades e ao contexto de uso.	<ul style="list-style-type: none"> - Condução; - Controle Explícito; - Adaptabilidade; - Significado dos Códigos e Denominações; - Compatibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilidade do status do sistema; - Compatibilidade entre o sistema e o mundo real; - Controle e liberdade do usuário; - Flexibilidade e eficiência de uso; - Design estético e minimalista. 	A, B.	Avaliar a capacidade do artefato de reação conforme contextos distintos adaptando-se as preferências e/ou necessidades de uso.
Os erros ao utilizar o artefato foram identificados com clareza e corrigidos.	<ul style="list-style-type: none"> - Condução; - Gestão de erros; - Significado dos Códigos e Denominações; - Compatibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilidade do status do sistema; - Prevenção de erros; - Reconhecimento em vez de memorização; - Ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros; - Ajuda e documentação. 	A, B.	Avaliar se as funcionalidades de prevenção a erros ajudaram aos usuários permitindo condução e compatibilidade.
A interface do artefato proporcionou identificação intuitiva de suas funcionalidades.	<ul style="list-style-type: none"> - Condução; - Carga de Trabalho; - Controle Explícito; - Adaptabilidade; - Homogeneidade e Coerência; - Significado dos Códigos e Denominações; - Compatibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilidade do status do sistema; - Controle e liberdade do usuário; - Consistência e padrões; - Prevenção de erros; - Design estético e minimalista. 	A.	Avaliar se a consistência do layout e dos elementos gráficos permitiu controle e liberdade dos usuários.

Quadro 6 - Survey com especialistas.

(continuação)

Questão	Bastien e Scapin (1993)	Nielsen e Mack (1994)	Grupo(s)	Objetivo
A linguagem utilizada contribuiu positivamente para a compreensão e utilização do artefato.	<ul style="list-style-type: none"> - Condução; - Controle Explícito; - Adaptabilidade; - Gestão de erros; - Homogeneidade e Coerência; - Significado dos Códigos e Denominações; - Compatibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilidade do status do sistema; - Compatibilidade entre o sistema e o mundo real; - Consistência e padrões; - Prevenção de erros; - Reconhecimento em vez de memorização; - Design estético e minimalista; - Ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros; - Ajuda e documentação. 	A, B.	Avaliar se o tom de voz foi compatível entre o sistema e o mundo real e se os usuários compreenderam as denominações e códigos empregados.
O artefato é compatível com o mercado de trabalho.	<ul style="list-style-type: none"> - Condução; - Adaptabilidade; - Compatibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Compatibilidade entre o sistema e o mundo real; - Controle e liberdade do usuário; - Flexibilidade e eficiência de uso; - Design estético e minimalista. 	A, B, C.	Avaliar conexão do artefato com situações reais de uso.
Os erros impediram a utilização do artefato.	<ul style="list-style-type: none"> - Condução; - Carga de Trabalho; - Controle Explícito; - Gestão de erros; - Compatibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Compatibilidade entre o sistema e o mundo real; - Prevenção de erros; - Reconhecimento em vez de memorização; - Flexibilidade e eficiência de uso; - Ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros; - Ajuda e documentação. 	A, B, C.	Identificar barreiras que impediram a utilização completa do artefato.
A ajuda e o manual de uso fornecidos pelo artefato possibilitaram o uso de todas as funcionalidades.	<ul style="list-style-type: none"> - Condução; - Controle Explícito; - Adaptabilidade; - Gestão de erros; - Homogeneidade e Coerência; - Compatibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros; - Ajuda e documentação. 	B.	Avaliar a capacidade do artefato em fornecer ajuda aos usuários frente a problemas variados.

Quadro 6 - Survey com especialistas.

(conclusão)

Questão	Bastien e Scapin (1993)	Nielsen e Mack (1994)	Grupo(s)	Objetivo
O artefato contribuiu positivamente com a gestão de requisitos de sustentabilidade em atividades projetuais.	- Condução; - Carga de Trabalho; - Compatibilidade.	- Compatibilidade entre o sistema e o mundo real; Flexibilidade e eficiência de uso.	C	Avaliar se o artefato atendeu aos objetivos da Tese.
O artefato contribuiu positivamente com as decisões de abordagens e estratégias para o desenvolvimento projetual.	- Condução; - Carga de Trabalho; - Compatibilidade.	- Compatibilidade entre o sistema e o mundo real; Flexibilidade e eficiência de uso.	C	Avaliar se o artefato atendeu aos objetivos da Tese.
As dicas e sugestões fornecidas pelo artefato contribuíram positivamente para a gestão dos requisitos sustentáveis.	- Condução; - Carga de Trabalho; - Gestão de erros; - Significado dos Códigos e Denominações; - Compatibilidade.	- Visibilidade do status do sistema; - Compatibilidade entre o sistema e o mundo real; - Prevenção de erros; - Reconhecimento em vez de memorização; - Ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros; - Ajuda e documentação.	C	Avaliar se o artefato atendeu aos objetivos da Tese.
A classificação dos requisitos sustentáveis possibilitou melhor visibilidade sobre o ecossistema ao qual o projeto está inserido.	- Condução; - Carga de Trabalho; - Gestão de erros; - Significado dos Códigos e Denominações; - Compatibilidade.	- Visibilidade do status do sistema; - Compatibilidade entre o sistema e o mundo real; - Prevenção de erros; - Reconhecimento em vez de memorização; - Ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros; - Ajuda e documentação.	C	Avaliar se o artefato atendeu aos objetivos da Tese.
Os resultados contemplaram as expectativas de uso do artefato	- Condução; - Significado dos Códigos e Denominações; - Compatibilidade.	- Visibilidade do status do sistema; - Compatibilidade entre o sistema e o mundo real.	C	Avaliar se o artefato atendeu aos objetivos da Tese.
Com base nos resultados obtidos sinto-me motivado para utilizar novamente o artefato.	- Condução; - Significado dos Códigos e Denominações; - Compatibilidade.	- Visibilidade do status do sistema; - Compatibilidade entre o sistema e o mundo real.	C	Avaliar se o artefato atendeu aos objetivos da Tese, bem como a fornecer evidências sobre a implementação da ferramenta.

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Na continuidade das avaliações, executou-se uma emulação de uma situação projetual, on-line, mediada pela plataforma Google Meet, com um grupo focal composto por 15 estudantes de bacharelado em design (EDWARDS; HOLLAND, 2013). Selecionou esse perfil de participante por serem pessoas inseridas no contexto projetual, porém sem as obrigações de possuírem conhecimentos avançados sobre a área investigada, assim, a ferramenta pôde ser avaliada sob a perspectiva de diferentes níveis de competências. Considerou-se como critério de inclusão, participantes da pesquisa com condições financeiras e tecnológicas de acesso à internet, não havendo ressarcimentos para tal contato através de meio virtual. Como critérios de exclusão, apresentam-se os motivos para que os dados não sejam considerados na análise: quando um participante da pesquisa faltar a uma avaliação, ou responder a um questionamento de forma incompleta, ou esteja impossibilitado de acessar à internet, por qualquer motivo, em alguma das etapas da coleta de dados. A localização dos participantes da pesquisa foi feita em forma de convite individual enviado por e-mail, conforme modelo identificado no Apêndice B.

A sequência da atividade seguiu pela seguinte ordem: a) exposição do contexto da Tese e dos resultados da fase de investigação; b) apresentação da ferramenta aos participantes; c) a partir de orientações instruídas em um briefing (que será estruturado a partir da triangulação das informações obtidas na fase de investigação da pesquisa), os participantes foram divididos em 3 equipes de projetos, com 5 integrantes em cada grupo, e com base no uso natural da ferramenta, efetuaram o gerenciamento, classificação e codificação de requisitos orientados a sustentabilidade; d) debate sobre a utilização da ferramenta, ponderações e indicações de possibilidades de refinamentos; e) preenchimento on-line de Formulário Google. Foram disponibilizados 100 minutos para a realização dessa situação emulada, divididos em 3 momentos: 25 para exposição da investigação e apresentação da ferramenta, 45 minutos para leitura do briefing, divisão das equipes e desenvolvimento, dedicou-se mais 30 minutos para debate conclusivo. Nessa etapa foi possível observar a utilização prática da ferramenta proposta, as assimilações e impressões dos estudantes partícipes.

Após a emulação da situação projetual, os estudantes de design responderam a um teste de usabilidade com o objetivo de evidenciar possíveis situações, como: compreensão da tarefa, mas não conseguir concluí-la em um período razoável;

compreensão do objetivo, porém necessita de abordagens diferentes para conclusão da tarefa; desistência da tarefa; completar a tarefa, porém não como o especificado; ou se o usuário perceber algo que está errado impedindo a tarefa de ser executada. Testes de usabilidade, conforme Hanington e Martin (2012), representam métodos avaliativos e concentram-se nas tarefas executadas por usuários e buscam evidências empíricas sobre o que aperfeiçoar na usabilidade de um artefato. Para instrumentalizar o teste, elegeu-se o *System Usability Scale (SUS)*, conforme Brooke (1986), que representa uma escala para identificar a visão global das avaliações subjetivas de usabilidade do artefato. O *SUS* é um questionário estruturado conforme a escala de Likert (1932), em que se intercalam questionamentos de concordância e discordância onde os respondentes assinalam pontuações que variam de 1 (discordo fortemente) e 5 (concordo fortemente) sobre os aspectos do artefato. O Quadro 7 apresenta o questionário *SUS* que, de acordo com Sauro (2011), é o teste mais utilizado para medir percepções de usabilidade.

Quadro 7 - *System Usability Scale*.

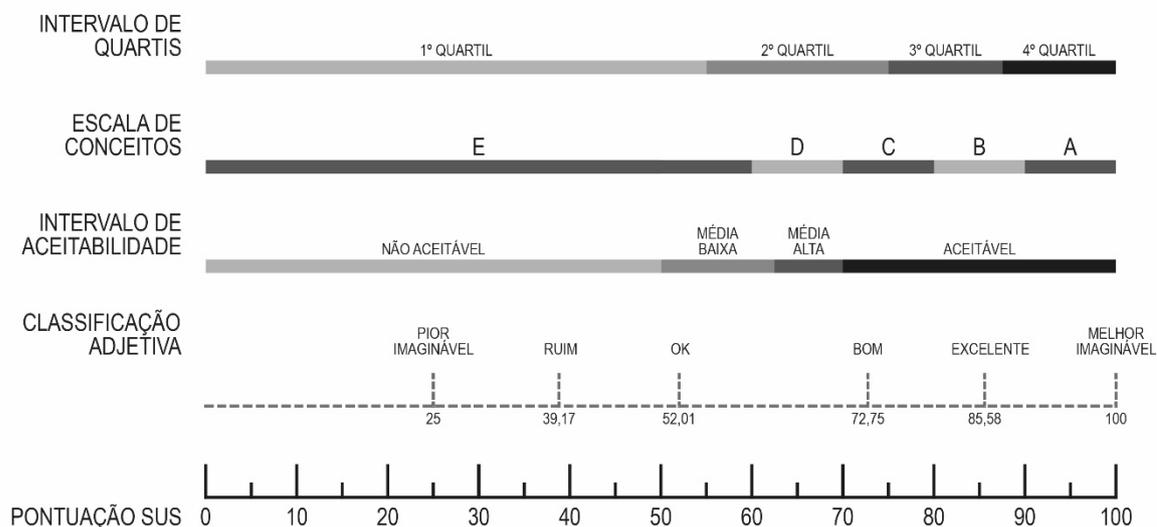
Questão	Descrição	1	2	3	4	5
1	Penso que gostaria de usar esse artefato com frequência.					
2	Achei o artefato desnecessariamente complexo.					
3	Achei o artefato fácil de usar.					
4	Penso que precisaria do suporte de um técnico para poder usar o artefato.					
5	Achei que as várias funções do artefato estavam bem integradas.					
6	Eu pensei que havia muita inconsistência neste artefato.					
7	Eu imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar este artefato muito rapidamente.					
8	Achei o sistema muito complicado de usar.					
9	Eu me senti muito confiante usando o artefato.					
10	Eu precisava aprender muitas coisas antes de começar a usar este artefato.					

Fonte: Traduzido e adaptado pelo autor com base em Brooke (1986).

Após o preenchimento do questionário, realizado pela ferramenta Formulários do Google, a análise dos resultados seguiu os seguintes procedimentos: a) subtrai-se 1 ponto das respostas das questões ímpares; b) subtrai-se de 5, a pontuação das respostas assinaladas das questões pares; c) soma-se o resultado, que após as etapas “a” e “b” poderá resultar entre 0 e 40 pontos; d) multiplica-se o resultado da etapa “c” por 2,5 obtendo-se então um resultado que varia de 0 a 100 pontos (BROOKE, 1986). De acordo Bangor, Kortum e Miller (2008; 2009), a partir dos resultados do *SUS* é possível classificar a usabilidade de um artefato de acordo com

intervalo de quartis, escala de conceitos, intervalo de aceitabilidade e classificação adjetiva, conforme representado na Figura 14.

Figura 14 - Comparação das pontuações da escala SUS.



Fonte: Desenvolvido pelo autor com base em Brooke (1986) e Bangor, Kortum e Miller (2008; 2009).

Independente da utilização de conceitos ou palavras para classificar a usabilidade de determinado artefato, conforme Bangor, Kortum e Miller (2009), os resultados devem ser considerados complementares à pontuação do SUS e, se usados em conjunto, possibilitam identificar uma visão mais abrangente do uso de produtos. Para essa Tese identificou-se como meta de usabilidade situar-se na região aceitável do intervalo de aceitabilidade. Ao final da fase 3, comparou-se os dados obtidos para execução de possíveis ajustes na ferramenta.

3.2.4 FASE 4: CONCLUSÃO

A última fase da metodologia abrange as etapas “explicitação das aprendizagens”, “conclusões”, “generalização para uma classe de problemas” e “comunicação dos resultados” da *Design Science Research* (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015) e tem o intuito de contemplar o objetivo evidenciar as

aprendizagens no decorrer do processo para gerar conhecimentos para trabalhos futuros.

Ao concluir a fase de avaliação, conforme Dresch, Lacerda e Antunes (2015), deve-se evidenciar as aprendizagens no decorrer do processo e explicitar os pontos positivos e negativos observados, dessa forma, contribui-se à geração de conhecimentos práticos e teóricos (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015). Para tanto, elucida-se o desenvolvimento da ferramenta e as diretrizes para sua aplicação prática e, ao final da pesquisa, como resultado esperado para essa Tese, apresentam-se considerações acerca dos estudos e sugestões para trabalhos futuros. O Quadro 8 descreve a síntese das fases da pesquisa e a relação com os objetivos específicos.

Quadro 8 - Fases da pesquisa.

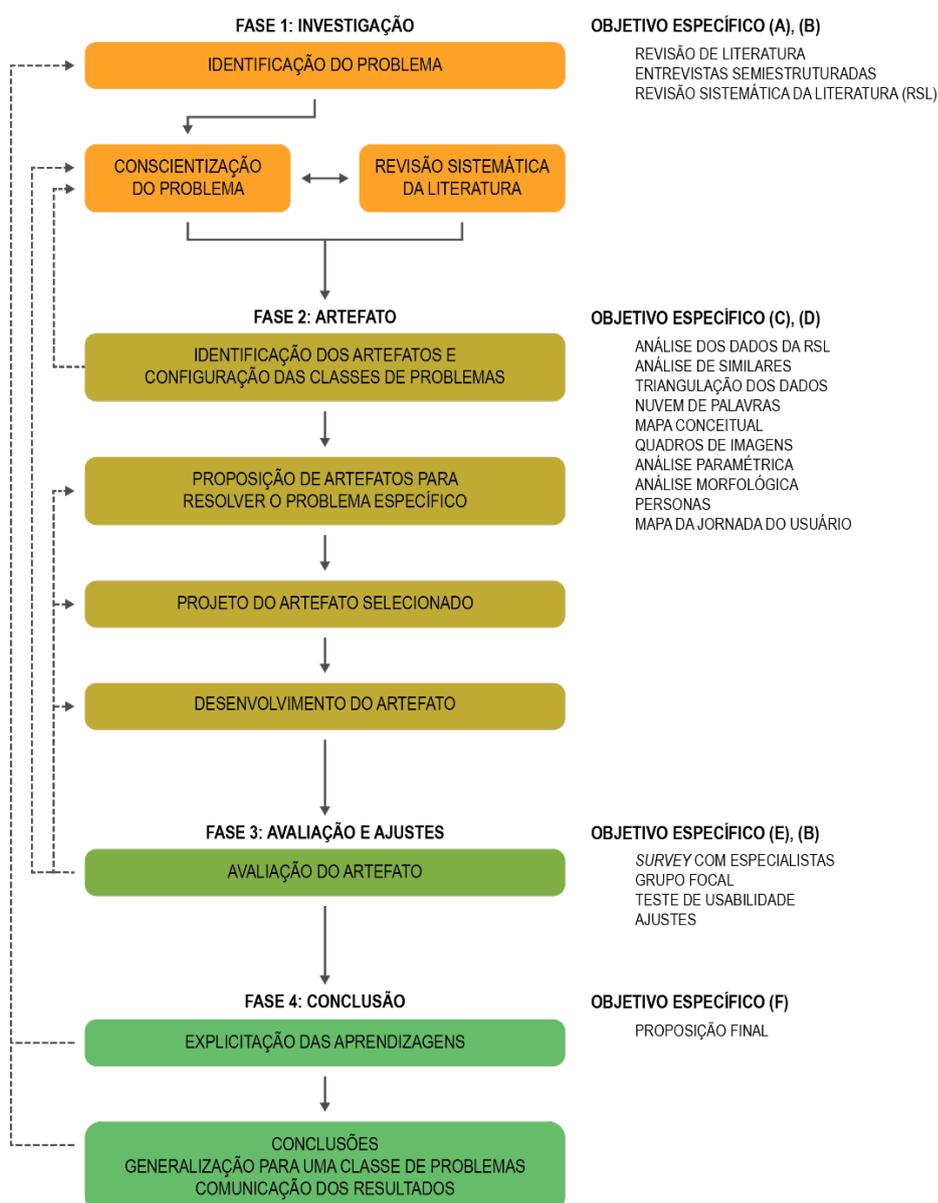
Fases	Objetivos específicos	Atividades	Resultados
1 - Investigação	<p>a) Compreender o que é sustentabilidade, os conceitos relacionados e como são envolvidos em projetos de produtos para fins de especificar requisitos para a proposição da ferramenta;</p> <p>b) Analisar estratégias utilizadas por designers para estabelecimento de requisitos orientados à sustentabilidade durante o desenvolvimento projetual, com o intuito de compreensão do cenário;</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão de literatura; - Entrevistas semiestruturadas em profundidade com especialistas; - Revisão sistemática da literatura (RSL). 	<ul style="list-style-type: none"> - Aproximar-se ao problema a partir de fontes múltiplas e relevantes de informações; - Compreender o fenômeno pesquisado.
2 – Artefato	<p>c) Investigar ferramentas utilizadas para a gestão de requisitos projetuais orientados a sustentabilidade para fins de reconhecer contextos e abordagens distintas;</p> <p>d) Propor uma classificação e codificação de requisitos projetuais relacionados aos conceitos identificados no objetivo específico (a);</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Análise dos dados da RSL; - Análise de similares identificados na RSL e nas entrevistas; - Triangulação dos dados da revisão de literatura, da RSL e das entrevistas; - Nuvem de palavras; - Mapa conceitual; - Quadros de imagens; - Análise paramétrica; - Análise morfológica; - Persona e mapa da jornada do usuário. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar pontos positivos e negativos em artefatos similares; - Codificar e classificar requisitos projetuais; - Listar requisitos para o desenvolvimento da ferramenta; - Desenvolver a ferramenta.
3 - Avaliação e ajustes	<p>e) Avaliar a aplicabilidade e contribuição da ferramenta no contexto projetual, para fins de melhorias na ferramenta;</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Survey com especialistas; - Grupo focal com graduandos em design; - Teste de usabilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar e ajustar a ferramenta para a versão final.
4 - Conclusão	<p>f) Evidenciar as aprendizagens no decorrer do processo para gerar conhecimentos para trabalhos futuros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Proposição final. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicitar as aprendizagens.

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Com base nos resultados dos objetivos específicos, espera-se atingir o objetivo geral da Tese evidenciado a partir da proposição final de uma ferramenta para auxílio na gestão de requisitos sustentáveis em projetos.

A Figura 15 ilustra o desenho da pesquisa que, conforme Ragin *apud* Flick (2009a) sintetiza visualmente todos os pontos e estratégias para tratamento dos dados relevantes para o projeto.

Figura 15 - Desenho da pesquisa.



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022) com base em Dresch, Lacerda e Antunes (2015).

O próximo capítulo apresenta a aplicação dos procedimentos realizados para a conclusão dessa Tese.

4 DESENVOLVIMENTO PROJETUAL

Nesse capítulo evidencia-se a realização dos métodos detalhados anteriormente. Cabe salientar que os procedimentos metodológicos dessa Tese foram submetidos a avaliação e aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), conforme parecer identificado no Apêndice – C.

4.1 Investigação

Essa fase metodológica destina-se a atender os objetivos específicos A e B dessa Tese. As atividades realizadas compreenderam uma revisão de literatura, explicitada no referencial teórico, uma revisão sistemática da literatura (capítulo 4.1.2) e a realização de entrevistas semiestruturadas em profundidade com especialistas na temática investigada.

Tais atividades corroboraram a hipótese identificada no Capítulo 1.4, na medida que, a partir de fontes múltiplas e relevantes de informações, foi possível aproximar-se do entendimento da questão de investigação e do problema de pesquisa.

Nesse contexto, compreender o fenômeno pesquisado transcorreu pela compreensão do que vem a ser sustentabilidade e como seus conceitos estão relacionados, assim como o seu envolvimento em projetos de produtos de natureza sustentável.

Com o intuito de especificar os requisitos para a proposição da ferramenta desenvolvida nessa Tese, analisou-se as estratégias utilizadas por especialistas durante o desenvolvimento de suas atividades o que possibilitou também compreender melhor o cenário examinado.

4.1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Conforme Dresch, Lacerda e Antunes (2015, p. 126), o problema investigado “surge, principalmente do interesse do pesquisador em estudar uma nova ou interessante informação, encontrar respostas para uma questão importante, ou a solução para um problema prática ou para uma classe de problemas”.

O problema percebido consiste na escassez ou na complexidade de uso das ferramentas projetuais orientadas para sustentabilidade, seja nas fases iniciais ou durante o desenvolvimento de projetos.

Dentre as justificativas apresentadas no capítulo 1.6, para o desenvolvimento da ferramenta, destaca-se o excesso de lixo produzido pelos seres humanos (BAUMAN, 2009) e o baixo número de teses sobre sustentabilidade nos programas de Doutorado em Design no Brasil, o que pode significar um baixo grau de inovação na área, visto que um dos requisitos para o desenvolvimento de tais estudos é a presença de certo grau de ineditismo projetual e acadêmico. Saliencia-se ainda que, além da baixa produção de conteúdo sobre o assunto no Programas de Doutorado em Design, nenhuma pesquisa direcionava-se ao design para equidade social, um dos importantes cenários para a sustentabilidade (VICENTE, 2012).

A proposição de uma ferramenta para auxiliar nas fases iniciais dos processos de desenvolvimento de artefatos, vai ao encontro do que Baxter (2000) e Brix *et al.* (2011) defendem, de que os esforços nas fases iniciais dos projetos representam vantagens significativas para o resultado do processo como um todo. Esses benefícios podem ser expressos em um melhor entendimento do que se deve projetar, na prevenção de possíveis falhas, na redução de custos ou em qualquer outra possível melhoria de performance.

O principal objetivo dessa etapa, segundo Dresch, Lacerda e Antunes (2015) é a formalização da questão de pesquisa, no caso dessa Tese, expressa nos capítulos 1.2 e 1.3.

4.1.2 CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA

Na presente etapa, segundo Dresch, Lacerda e Antunes (2015), o pesquisador deve buscar o máximo de informações possíveis com diferentes formas de abordagens. As principais saídas esperadas são a definição das funcionalidades, a indicação da performance esperada e os requisitos de funcionamento do artefato a ser desenvolvido.

Nesse contexto, para uma ampliação da compreensão do problema, a realização de uma série de entrevistas semiestruturadas em profundidade com especialistas possibilitou a formalização das funcionalidades, performance e requisitos, mais próximas das condições reais de uso esperado para o artefato.

Foram entrevistados 10 especialistas em design que, após uma contextualização sobre os objetivos e riscos da pesquisa, compartilharam suas motivações, valores, atitudes, crenças e sentimentos implícitos sobre o assunto. O Quadro 9 apresenta a transcrição das principais respostas pertinentes para a Tese.

Quadro 9 - Transcrição das entrevistas com os especialistas.

(continua)

Questão 1	Você utiliza um processo metodológico sistematizado para o desenvolvimento de produtos?
Respostas	<ul style="list-style-type: none"> • “Sistematizado no <i>briefing</i>, pois cada projeto requer uma metodologia única”; • “Na maioria das situações, porém algumas ainda são resolvidas pelo <i>feeling</i>”; • “Sim, híbrido com conceitos de vários autores”; • “O processo até que é sempre o mesmo, o que muda são as ferramentas utilizadas nas diferentes etapas”; • “Sim”.
Questão 2	Em qual momento durante o desenvolvimento de um produto são estabelecidos os requisitos projetuais?
Respostas	<ul style="list-style-type: none"> • “Na maioria das vezes são determinados no <i>briefing</i>, porém em alguns projetos em que a equipe criativa possui maior liberdade sobre as decisões projetuais, os requisitos são determinados após uma série de pesquisas e análises”; • “Antes da concepção das alternativas”; • “Durante a fase conceitual do produto que será desenvolvido”; • “No início do projeto”; • “Durante o <i>briefing</i>”; • “Após o <i>briefing</i>”.

Quadro 9 - Transcrição das entrevistas com os especialistas.

(continuação)

Questão 3	Existe uma separação ou classificação dos requisitos projetuais?
Respostas	<ul style="list-style-type: none"> • “Existe uma hierarquização”; • “Separação por nível de relevância, conforme a particularidade de cada produto”; • “Entre obrigatórios e opcionais”; • “Costumamos separar entre requisitos funcionais e estéticos, porém nem sempre existem requisitos estéticos nos projetos que trabalho”; • “Em alguns projetos separo entre os viáveis e os que se sobrar orçamento serão inseridos”; • “Obrigatórios, opcionais e desejáveis”; • “Entre requisitos e restrições”.
Questão 4	Onde ocorre o registro das informações sobre os requisitos projetuais?
Respostas	<ul style="list-style-type: none"> • “Em planilhas ou documentos textuais, compartilhados on-line”; • “Documento digital”; • “<i>Sketch book</i>”; • “Word”; • “Nos quadros disponíveis no site Trello (www.trello.com)”; • “Usamos o aplicativo Miro para registrar as informações sobre o projeto”; • “Em documento físico que posteriormente fica armazenado na pasta de cada cliente”; • “Nos painéis disponíveis no escritório, posteriormente são descartados”; • “Recebemos o briefing e acabo colocando vários Post-its no meu monitor com as informações mais importantes para o projeto”.
Questão 5	Como ocorre a gestão dos requisitos projetuais?
Respostas	<ul style="list-style-type: none"> • “Na medida que os projetos avançam, são realizadas reuniões periódicas com as equipes envolvidas para assegurar que as atividades estão de acordo com as expectativas”; • “Durante os testes dos protótipos, realiza-se checagens a fim de confirmar se os requisitos estão sendo atendidos”; • “Quando os requisitos já estão consolidados no projeto, arquivamos os cartões do Trello”; • “Nos <i>sprints</i> semanais, iniciamos lembrando os desejos e medos das pessoas e conferindo se o projeto está de acordo com os requisitos e as restrições”; • “Estão sempre visíveis no ambiente de trabalho, é tipo um mantra para o desenvolvimento”; • “Removo o post-it que não preciso mais ter atenção”.
Questão 6	Quais dificuldades encontradas para gerenciar os requisitos projetuais?
Respostas	<ul style="list-style-type: none"> • “Deixar de atender certos requisitos”; • “Não que seja uma dificuldade, mas quando entra um integrante novo na equipe, apresentar todo o workflow do projeto demora um certo tempo”; • “Às vezes escrevo coisas importantes em páginas aleatórias do <i>sketch book</i>”; • “Às vezes preciso de muitos Post-its, e fica confuso para quem não está acostumado”; • “Escolher qual requisito atender primeiro”; • “Acessar alguns registros que ficam arquivados no escritório do chefe”; • “Nenhuma”.

Quadro 9 - Transcrição das entrevistas com os especialistas.

(conclusão)

Questão 7	Existe uma relação entre requisitos projetuais e sustentabilidade?
Respostas	<ul style="list-style-type: none"> • “Quando estabelecidos no caminho para a sustentabilidade, sim”; • “Precisa existir, caso contrário o produto não fará sentido”; • “Nem sempre a relação parte do cliente, em alguns projetos eu coloco algo sustentável por saber da importância do assunto”; • “Às vezes sei de algo que pode ser mais sustentável, mas não cabe no orçamento. Então mesmo que essa relação possa existir, se não houver recurso sobrando, dificilmente o melhor material vai ser utilizado”; • “Na teoria, aparentemente existe”; • “Sim”.
Questão 8	O que você considera como requisitos projetuais sustentáveis?
Respostas	<ul style="list-style-type: none"> • “Respeito com a natureza e com seres vivos”; • “O uso de menos materiais e menor consumo energético”; • “Ações que respeitam o meio ambiente”; • “Selecionar melhor os materiais”; • “Pensar no ciclo de vida”; • “Fechar o ciclo de vida”; • “Se basear em fontes renováveis e limpas”; • “Aqueles que respeitam o planeta”.
Questão 9	Qual retorno você espera ao considerar requisitos de sustentabilidade em projetos?
Respostas	<ul style="list-style-type: none"> • “Um planeta com menos lixo”; • “Melhorar o valor de venda e a percepção da consciência de consumo do cliente”; • “Produzir produtos mais relevantes”; • “Agregar uma certa ética planetária aos resultados dos projetos”; • “Que sejam atendidos e não fiquem somente no discurso ou no marketing do produto”; • “Que tragam impacto positivo para a sociedade”; • “Que o produto seja ético sob o ponto de vista das gerações futuras”.

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Por ser uma entrevista semiestruturada, alguns questionamentos foram expandidos à medida que os especialistas relatavam suas experiências. Na questão 5, por exemplo, quando certo participante mencionou que arquiva seus cartões virtuais após a consolidação dos requisitos que ali estavam anotados, adicionou-se outra pergunta: “Após arquivar tais cartões, eles são revistos algum dia?”. O entrevistado respondeu que não ou que raramente os acessa, que os arquivava apenas para limpar sua área de tarefas.

Na questão 7, quando determinado participante mencionou que na teoria existe relação entre requisitos projetuais e sustentabilidade, perguntou-se o porquê de tal relação com a teoria, momento em que o entrevistado relatou que depende muito do orçamento disponível para atender os requisitos de sustentabilidade, que em grande parte das situações as ações acabam agregando custos ao projeto.

A partir das entrevistas foi possível identificar o momento exato em que os especialistas determinam ou acreditam que devem ser determinados os requisitos projetuais, que apresentaram pouca variação nas respostas, resumido ao consenso sobre serem determinados ao início dos projetos. Outro ponto relevante evidenciado com a entrevista foi a percepção das diferentes formas de classificação dos requisitos e os ferramentais utilizados para sua gestão.

Embora todos os entrevistados defenderam que existe relação entre os requisitos projetuais e sustentabilidade, ao serem confrontados sobre o que consideravam ser tais requisitos, a maioria restringiu-se a esfera ambiental para sustentar seu posicionamento e o retorno esperado em sua consideração no desenvolvimento de artefatos.

Após essa aproximação com a conscientização do problema proporcionada pela revisão de literatura e pelas entrevistas, foi possível determinar as funcionalidades, a performance e os requisitos de funcionamento do artefato que é objetivo geral dessa Tese. Acrescentou-se ainda as possíveis restrições inerentes ao desenvolvimento. Tais conceitos estão representados no Quadro 10.

Quadro 10 - Funcionalidades, performance, requisitos e restrições do artefato.

(continua)

Funcionalidades do artefato	<ul style="list-style-type: none"> • Cadastro de requisitos projetuais; • Identificação da categoria dos requisitos; • Identificação da área dos requisitos; • Relação do requisito com ODS; • Categorização dos requisitos projetuais; • Hierarquização dos requisitos projetuais.
Performance esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar base de dados com requisitos projetuais; • Organizar e apresentar os requisitos conforme os parâmetros definidos pelos usuários; • Gerar gráficos para ilustrar os níveis de sustentabilidade; • Gerar arquivo documentável sobre os requisitos projetuais definidos para cada projeto;
Requisitos de funcionamento	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso gratuito; • Objetivo; • Fácil de usar; • Orientar-se pelas recomendações WCAG 3.0 para acessibilidade; • Banco de dados; • Fornecer ajuda de uso; • Classificação complementar a partir de padrões cromáticos; • Uso de categorias para a separação dos requisitos projetuais. • Pesos para hierarquização dos requisitos de fácil compreensão.

Quadro 10 - Funcionalidades, performance, requisitos e restrições do artefato.

(conclusão)

Restrições de uso	<ul style="list-style-type: none"> • Energia elétrica; • Dispositivo com acesso à internet; • Banco de dados com informações adicionadas pelos usuários; • Categorização ampla; • Idioma.
--------------------------	--

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

O próximo capítulo apresenta a revisão sistemática, que foi realizada simultaneamente a conscientização do problema, conforme sugerem Dresch, Lacerda e Antunes (2015).

4.1.3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A revisão sistemática da literatura contribuiu para a definição do problema investigado nessa Tese. Segundo Dresch, Lacerda e Antunes (2015), durante a etapa de conscientização do problema é significativo que o pesquisador consulte bases de conhecimento para auxiliar na explicação da importância do desenvolvimento do artefato.

De acordo com os procedimentos indicados à revisão sistemática de literatura, apresentados no capítulo 3, seção 3.2.1, realizaram-se as buscas iniciais, nas bases de dados Science Direct e Scopus. Obteve-se como resultado primário uma amostra de 60 trabalhos que, após a aplicação da primeira rodada dos parâmetros de exclusões definidos – acesso ao texto completo indisponível (17 amostras) e estudos repetidos (7 amostras) – restaram 36 estudos classificados para a próxima etapa de filtro da RSL

Após a leitura das publicações à disposição da triagem inicial, realizou-se a segunda rodada de inclusão e exclusão ao buscar-se somente por estudos que abordavam alternativas para o gerenciamento da sustentabilidade em projetos de design, que estão identificados no Quadro 11.

Quadro 11 - Resultados da RSL.

ID	Referência	Metodologia	Ferramentas	Requisitos	NP
1	Büyüközkan e Berkol (2011) [AP]	(1) Revisão de literatura sobre <i>QFD</i> combinado com <i>ANP</i> , sobre <i>ANP & GP</i> e <i>QFD</i> Sustentável; (2) Apresentação da proposta de utilização.	<i>QFD</i> , <i>ANP</i> , <i>ZOGP</i> , <i>SSC</i> , <i>HOQ</i>	NI	NI
2	Fernandes e Canciglieri (2014) [AP]	Método de desenvolvimento integrado de produtos orientado para a sustentabilidade. (1) Projeto informacional; (2) Projeto conceitual; (3) Projeto detalhado; (4) Preparação para produção; (5) Entrega do produto.	<i>DfE</i>	Projeto conceitual	NI
3	Osorio, Romero, Betancur e Molina (2014) [AC]	<i>Design for Sustainable Mass-Customization (DFSMC) Guidelines</i> . (1) Revisão de literatura sobre customização em massa sustentável e <i>DfX</i> ; (2) Apresentação das diretrizes sugeridas.	<i>DfA</i> , <i>DfC</i> , <i>DfD</i> , <i>DfE</i> , <i>DfM</i> , <i>DfMN</i> , <i>DfMR</i> , <i>DfQ</i> , <i>DfT</i> , <i>DfS₃</i> , <i>DfSC&L</i> , <i>DfSTM</i> , <i>DfR</i> , <i>DfR</i> , <i>DfSS</i> , <i>DfX</i> e <i>QFD</i> .	NI	NI
4	Chunhua, Shi, Gguozhen (2020) [AP]	(1) Identificação dos requisitos do cliente, componentes funcionais, requisitos de projeto e requisitos de sustentabilidade; (2) Construção da matriz morfológica considerando a sustentabilidade; (3) Determinação dos pesos dos tomadores de decisão para as dimensões de sustentabilidade; (4) Análise da preferência dos especialistas por princípios de solução usando matriz de julgamento difusa; (5) Integração do modelo de decisão multicritério para soluções sustentáveis; (6) Seleção do melhor esquema conceitual.	Matriz morfológica e aritmética difusa.	Fase conceitual do produto	NI
5	Watz e Hallstedt (2020) [CL]	<i>Design Research Methodology</i> . (1) Revisão de literatura; (2) Projeto de pesquisa e desenvolvimento de métodos; (3) Coleta de dados de casos múltiplos; (4) Análise temática e triangulação.	Diretrizes e listas de orientação de <i>SPD₂</i> .	Desenvolvimento inicial do produto	15

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

A terceira rodada da triagem busca aproximar-se das ferramentas e/ou *frameworks* identificados nos estudos, para que tais dados servissem de base para análises futuras. Como o critério de exclusão delimitava ferramentas e/ou *frameworks* on-line e nenhum dos trabalhos identificados na segunda triagem apresentavam tais característica, utilizaram-se os resultados dessa última etapa para dar seguimento na Tese.

Com base nos resultados obtidos na segunda triagem, evidencia-se que os estudos apresentam processos metodológicos híbridos, com a utilização de múltiplas ferramentas, algumas já descritas anteriormente e outras que serviram como base para a continuidade do desenvolvimento metodológico, detalhadas no capítulo 4.2.1.

4.2 Artefato

Essa fase metodológica destina-se a atender os objetivos específicos C e D da Tese. As atividades investigativas realizadas compreenderam a análise dos resultados obtidos com a RSL e as ferramentas e/ou frameworks similares identificados nas demais coletas de dados explicitadas.

Essas atividades, segundo Dresch, Lacerda e Antunes (2015), podem auxiliar o pesquisador a obter resultados superiores em suas proposições de desenvolvimento de artefatos.

Sob a perspectiva da proposição do novo artefato, as atividades de triangulação dos resultados da revisão de literatura, da RSL e das entrevistas, assim como o uso de nuvem de palavras, mapa conceitual, quadros de imagens, análise paramétrica, análise morfológica e o uso de personas e mapa da jornada dos usuários contribuíram com a geração de alternativas, especialmente com o apoio em avaliar os requisitos para o novo artefato, que já haviam sido estabelecidos anteriormente.

4.2.1 IDENTIFICAÇÃO DOS ARTEFATOS E CONFIGURAÇÕES DAS CLASSES DE PROBLEMAS

A partir da coleta de dados já detalhada, foi possível identificar uma série de ferramentas e/ou *frameworks* semelhantes a esse estudo, devidamente classificados e categorizados conforme critérios explicitados no capítulo 3.

A classe de problemas identificada para essa Tese é o “Design para a Sustentabilidade”. Embora o uso do termo “sustentabilidade” possa ter o emprego coloquial muito variado, na área do Design, tal campo já fora criado por estudos anteriores, conta com vasta literatura especializada, que inclusive já originou artefatos com objetivos semelhantes, expressos a partir da busca pelo melhor entendimento, estabelecimento e gerenciamento de requisitos projetuais orientados à sustentabilidade.

Na sequência, o Quadro 12 apresenta a análise dos artefatos similares, com destaque para os pontos positivos, negativos e suas contribuições para o seguimento do desenvolvimento projetual. Examinou-se em profundidade especificamente as ferramentas e/ou *frameworks* relevantes para a temática, indicadas para o uso nas fases iniciais ou conceituais dos projetos, sejam por explicitarem contribuições para o uso de requisitos sustentáveis em projetos ou para a categorização, classificação e hierarquização dos requisitos projetuais.

Quadro 12 - Identificação dos artefatos.

(continua)

Ferramenta Fonte	Pontos Positivos	Pontos Negativos	Contribuições
ACV, LCA, LCCa, S-LCA ISO (2006), Niemann, Tichkiewitch e Westkämper (2009) e Finkbeiner et al. (2014).	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptabilidade; • Controle e liberdade do usuário; • Compatibilidade entre o sistema e o mundo real. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso condicionado a experiência do projetista sobre determinados assuntos; • Carga trabalho excessiva; • Requisitos para a sustentabilidade restritos ao ciclo de vida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Especificar requisitos de acordo com cada projeto.

Quadro 12 - Identificação dos artefatos.

(continuação)

Ferramenta Fonte	Pontos Positivos	Pontos Negativos	Contribuições
DFSMC Osorio, Romero, Betancur e Molina (2014).	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação das diretrizes classificadas em categorias de acordo com as fases do desenvolvimento projetual; • Consistência e padrão de uso; • Compatibilidade entre o sistema e o mundo real. 	<ul style="list-style-type: none"> • Restrito ao estabelecimento de produtos de customização em massa; • Não há ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de categorias para a separação dos requisitos projetuais.
DSS Azkarate et al. (2011).	<ul style="list-style-type: none"> • Interface para registro de aspectos quantitativos; • Consistência e padrão de uso; • Compatibilidade entre o sistema e o mundo real; • Uso de gráficos para representar os resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos para a sustentabilidade restritos a poucas categorias; • Interface confusa e não responsiva; • Carga trabalho excessiva; • Uso condicionado ao conhecimento códigos e denominações específicas; • Sem prevenção de erros. 	<ul style="list-style-type: none"> • O uso de gráficos para a rápida visualização dos resultados; • Classificação a partir de padrões cromáticos. • Elucidação de requisitos de sustentabilidade.
DfX Bauer (2003) apud Meerkamm e Koch (2005).	<ul style="list-style-type: none"> • Ampla cobertura dos requisitos projetuais; • Adaptabilidade; • Controle e liberdade do usuário. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso condicionado a experiência do projetista sobre determinados assuntos; • Não há ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros. • Não fornece documentação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elucidação de requisitos de sustentabilidade.
Fuzzy QFD Wu e Ho (2015).	<ul style="list-style-type: none"> • Ampla cobertura dos requisitos projetuais; • Adaptabilidade; • Controle e liberdade do usuário; • Compatibilidade entre o sistema e o mundo real. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso condicionado a experiência do projetista sobre determinados assuntos; • Não há ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros. • Matemática complexa para hierarquização dos requisitos projetuais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cruzamento entre os requisitos projetuais para determinar suas hierarquizações.
Resultado ID 4 da RSL Chunhua, Shi, Gguozhen (2020).	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação dos requisitos em categorias hierarquizadas; • Compatibilidade entre o sistema e o mundo real. 	<ul style="list-style-type: none"> • Matemática complexa para hierarquização dos requisitos projetuais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elucidação de requisitos de sustentabilidade; • Uso de categorias para a separação dos requisitos projetuais.

Quadro 12 - Identificação dos artefatos.

(conclusão)

Ferramenta Fonte	Pontos Positivos	Pontos Negativos	Contribuições
Resultado ID 5 da RSL Watz e Hallstedt (2020).	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de requisitos em categorias hierarquizadas; • Testado com grupo focal; • Compatibilidade entre o sistema e o mundo real. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso condicionado a experiência do projetista sobre determinados assuntos; • Não há ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesos para hierarquização dos requisitos de fácil compreensão.

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Com a realização da etapa supracitada, foi possível complementar a lista das funcionalidades, performance, requisitos e restrições do artefato, que de forma iterativa, foram ampliados à medida que novas informações eram descobertas, conforme sugerem Dresch, Lacerda e Antunes (2015).

4.2.2 PROPOSIÇÃO DE ARTEFATOS PARA RESOLVER O PROBLEMA ESPECÍFICO

Na presente etapa, de acordo com Dresch, Lacerda e Antunes (2015), o pesquisador raciocina a respeito da situação atual da pesquisa e sobre as possíveis soluções para o problema em questão. Os autores defendem ainda que o processo de proposição de artefatos ocorra de maneira criativa, sob a perspectiva do pensamento abduativo e valendo-se dos conhecimentos prévios do pesquisador.

Para contribuir positivamente com o âmbito da criatividade, conforme sugere Amabile (1996), utilizam-se as ferramentas nuvem de palavras, mapa conceitual e quadros de imagens para delinear visualmente os conceitos do artefato, conforme descritos no capítulo 3.2.2.

A nuvem de palavras pode servir como objeto comunicativo útil para os designers, na medida que possibilita arquivar transcrições e gerar marcadores visuais descontraídos. Escolheu-se essa ferramenta para iniciar as abordagens criativas da

Tese, pois, conforme Hanington e Martin (2012), se usada com cuidado pode principiar a compressão profunda de dados qualitativos baseados em textos.

A Figura 16 ilustra a nuvem de palavras desenvolvida com auxílio da ferramenta WordClouds.com (ZYGOMATIC, 2022), a partir da inserção do conteúdo textual produzido na revisão de literatura e na transcrição das entrevistas realizadas com os especialistas. O tamanho e a repetição de cada termo estão relacionados com a quantidade de vezes que foram mapeados no texto inserido.

Figura 16 - Nuvem de palavras.



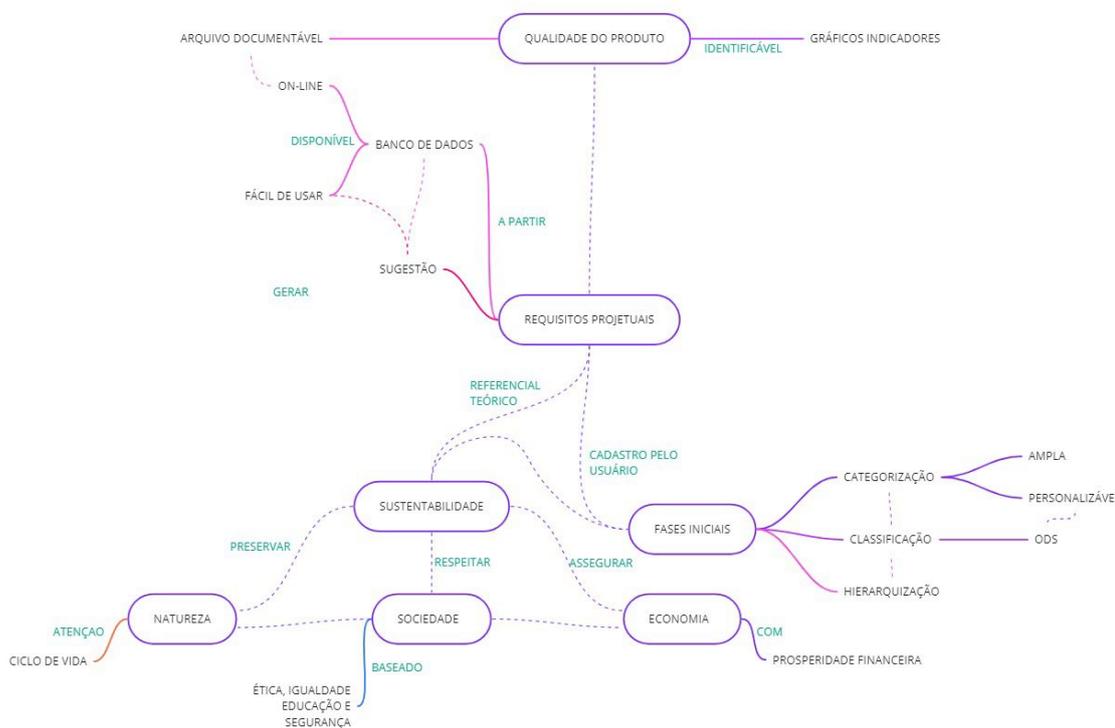
Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

A partir do resultado da nuvem de palavras, organizou-se um mapa conceitual que, de acordo com Hanington e Martin (2012) é representado por uma estrutura visual que facilita a absorção de novos conceitos. Uma ferramenta de criação capaz

de conectar grandes números de conceitos, ideias, objetivos, artefatos e eventos a determinados domínios.

Os mapas conceituais fornecem redes de conexões entre níveis diferentes de complexidades, à medida que são criadas e quebradas as ligações entre conceitos existentes, movimento que proporciona expansão ao que já se é entendido (HANINGTON; MARTIN 2012). A Figura 17 ilustra o mapa conceitual desenvolvido para essa Tese.

Figura 17 - Mapa conceitual.

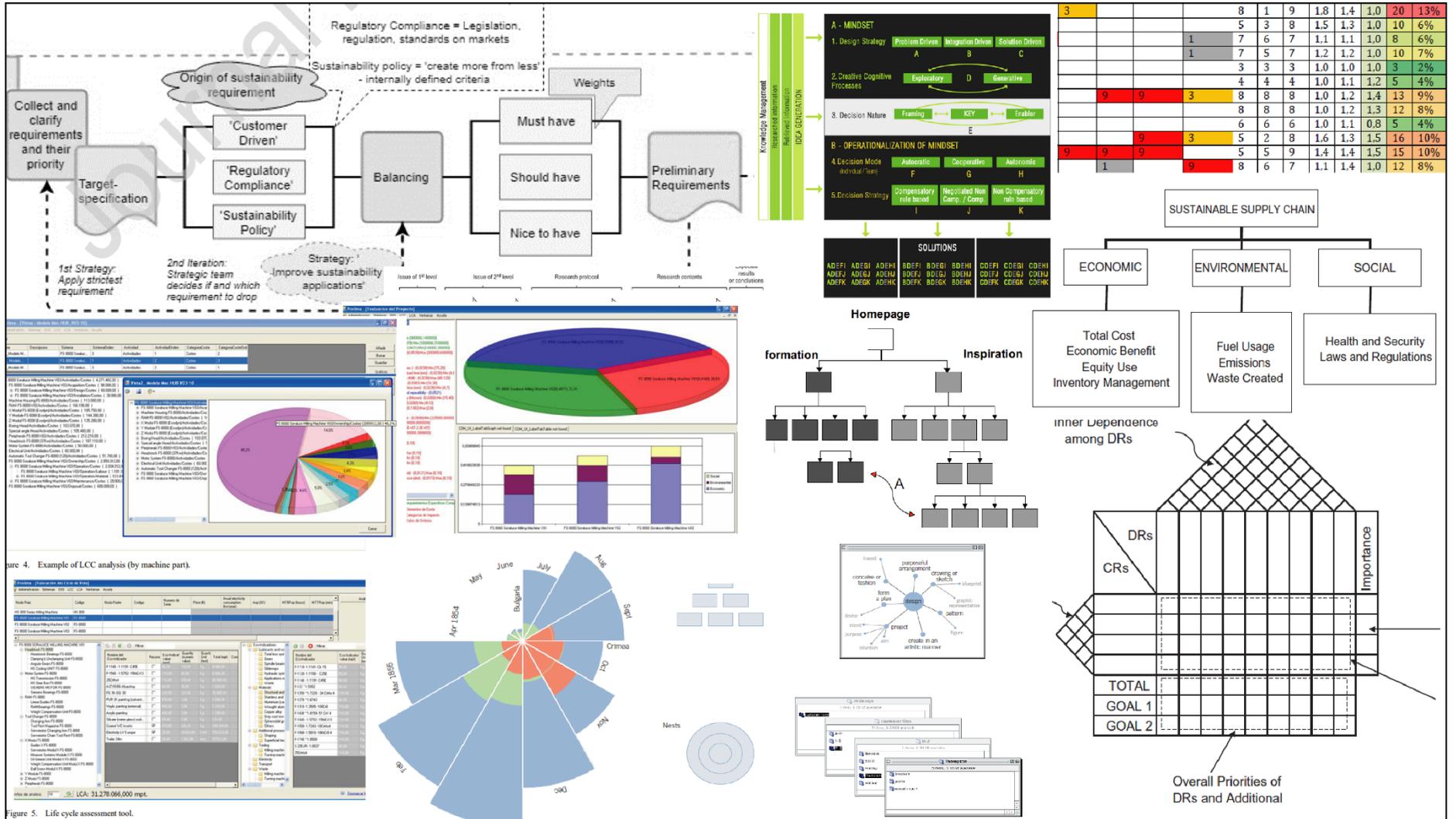


Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Na continuidade do processo de proposição do artefato para resolver um problema específico, utilizou-se da ferramenta quadro de imagens para comunicar visualmente as características de estética, estilo, público e contexto ambiental. Essa ferramenta também é denominada de *moodboard* (quadro de humor) e é tradicionalmente utilizada por designers há muito tempo. Os quadros gerados serviram como foco tangível para o projeto conceitual, um reforço aos que se esperava durante o desenvolvimento (HANINGTON; MARTIN 2012).

Para essa Tese, os quadros de imagens utilizados, identificados nas Figuras 18, 19 e 20, foram divididos em 3 categorias: a) imagens com características técnicas e organizacionais, obtidas a partir da revisão de literatura e da RSL; b) imagens representativas do público-alvo e contexto ambiental; e c) referências estéticas.

Figura 18 - Quadro de imagens A.



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Figura 19 - Quadro de imagens B.



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Figura 20 - Quadro de imagens C.



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Os quadros de imagens, de acordo com Hanington e Martin (2012), serviram também como uma representação visual do contexto de design. A partir da Figura 18 evidenciaram-se as estruturas dos dados e suas inter-relações, com a Figura 19 foi possível visualizar as áreas relacionadas ao problema de pesquisa e a Figura 20 apresentou os conceitos visuais esperados para o artefato desenvolvido na Tese.

4.2.3 PROJETO DO ARTEFATO SELECIONADO

Nesse capítulo, conforme Dresch, Lacerda e Antunes (2015), nas atividades desenvolvidas que antecedem a execução do desenvolvimento do artefato, devem ser descritos os desempenhos esperados pelo artefato além de todos os procedimentos de construção e validação, conforme já identificados no capítulo 3. Para atender as expectativas e assegurar maior o rigor a pesquisa, foram utilizadas as ferramentas análise paramétrica e morfológica (BAXTER, 2000), personas e mapa da jornada do usuário (HANINGTON; MARTIN, 2012).

Conforme já identificado no Quadro 10 (página 112), os desempenhos esperados para o artefato envolvem a organização e categorização de dados inseridos pelos usuários, a geração automatizada de gráficos comparativos e a possibilidade de documentação de tais métricas para registros sobre os dados entrepostos. O Quadro 13 apresenta a análise paramétrica, que consiste na identificação e classificação de parâmetros e variáveis, comparação com concorrentes e reconhecimento das metas que foram agregadas na ferramenta.

Quadro 13 - Análise paramétrica.

(continua)

Parâmetro	Variável	Concorrentes	Comentários	Meta do artefato
Desenvolvimento	Hospedagem do sistema	Servidor Local	Possibilidade de armazenamento de dados.	Compatível com navegação 3G.
Desenvolvimento	Programação	PhP, MySQL, JavaScript e Bootstrap.	Compatibilidade com a maioria dos dispositivos.	Possibilidade de apresentação de gráficos
Cores	Matiz	Policromia	Evitar matizes quentes muito saturadas.	Paleta com no máximo 3 matizes.

Quadro 13 - Análise paramétrica.

(conclusão)

Parâmetro	Variável	Concorrentes	Comentários	Meta do artefato
Fontes	Estilo	Sem serifa	Boa legibilidade e leitura em telas.	Sem serifa e com contraste adequado.
Grid	Colunas e hierarquia	12	Flexibilidade para apresentação de dados.	12 colunas passíveis de combinações.
Texto.	Idioma.	Inglês	Uso da língua oficial nacional.	Português.

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

O Quadro 14 traz a matriz da análise morfológica que, conforme Baxter (2000), deve-se indicar as variáveis formativas do problema em classes divididas. Sob as perspectivas de simetria, harmonia, equilíbrio, posição dos elementos e mecanismos de funcionamento, estão grifadas as combinações elencadas para o desenvolvimento da ferramenta.

Quadro 14 - Análise morfológica.

Variáveis	Classes		
	1	2	3
Mecanismo de entrada de dados	Formulário	Ação de entrada	Lista de opções
Mecanismo de filtro de requisitos	Integrado	Externo	
Sistema de hierarquização da informação	Integrado	Externo	
Apresentação dos resultados	Gráficos	Texto	
Output	XML	PDF	*.txt
Navegação	Superior	Inferior	Colapsável
Tipografia	Neo grotasca	Humanistas	Geométricas
Grid	Coluna	Modular	Hierárquico

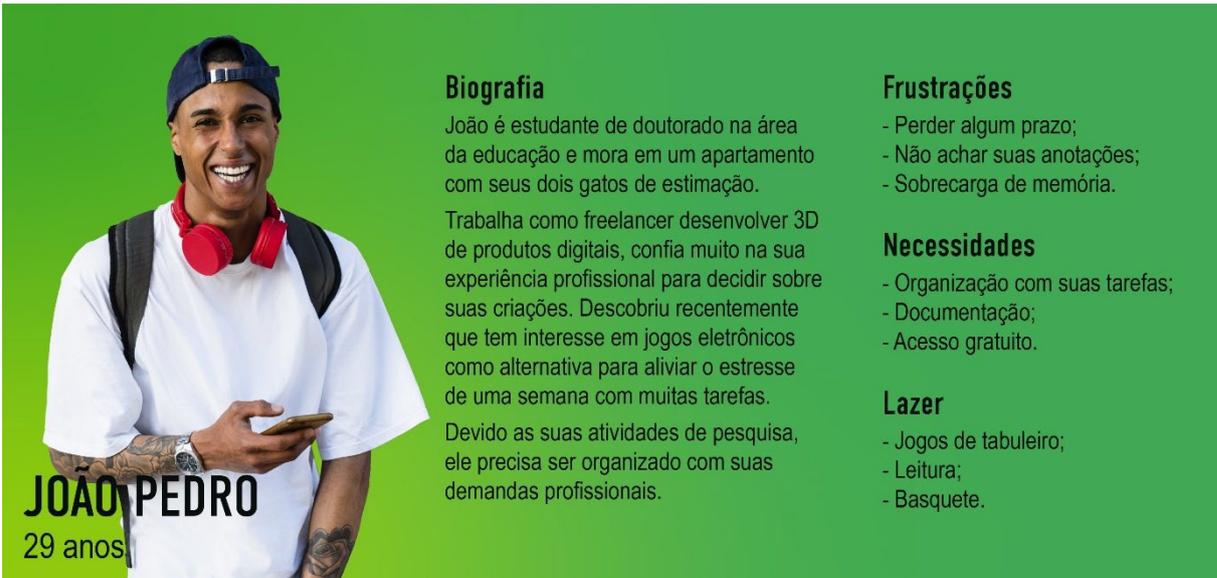
Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Com os resultados da análise morfológica, segundo Baxter (2000), foi possível perceber o artefato desconstruído, o que contribui positivamente para entender cada componente isoladamente e qual alternativa atendia melhor aos requisitos e restrições estabelecidos previamente.

O uso da ferramenta de construção de personas (HANINGTON; MARTIN, 2012), conforme identificado no capítulo 3.2.2, favoreceu a consolidação das descrições arquetípicas e os comportamentos dos usuários, são representações fictícias dos consumidores ideias para o artefato. Sua construção se deu a partir das observações e perguntas realizadas durante as entrevistas com os especialistas, momento que foram identificadas as particularidades e objetivos comuns da área. O

instrumento de coleta dos dados encontra-se disponível no Apêndice F. A Figura 21 representa a identificação da minibiografia, das frustrações, necessidades e atividades da persona utilizada para o seguimento da Tese. A imagem da pessoa utilizada para representação da persona desse estudo é oriunda de um banco de imagens, cuja licença de uso encontra-se disponível no Anexo A (página 188).

Figura 21 - Persona.



JOÃO PEDRO
29 anos

Biografia
João é estudante de doutorado na área da educação e mora em um apartamento com seus dois gatos de estimação. Trabalha como freelancer desenvolver 3D de produtos digitais, confia muito na sua experiência profissional para decidir sobre suas criações. Descobriu recentemente que tem interesse em jogos eletrônicos como alternativa para aliviar o estresse de uma semana com muitas tarefas. Devido as suas atividades de pesquisa, ele precisa ser organizado com suas demandas profissionais.

Frustrações

- Perder algum prazo;
- Não achar suas anotações;
- Sobrecarga de memória.

Necessidades

- Organização com suas tarefas;
- Documentação;
- Acesso gratuito.

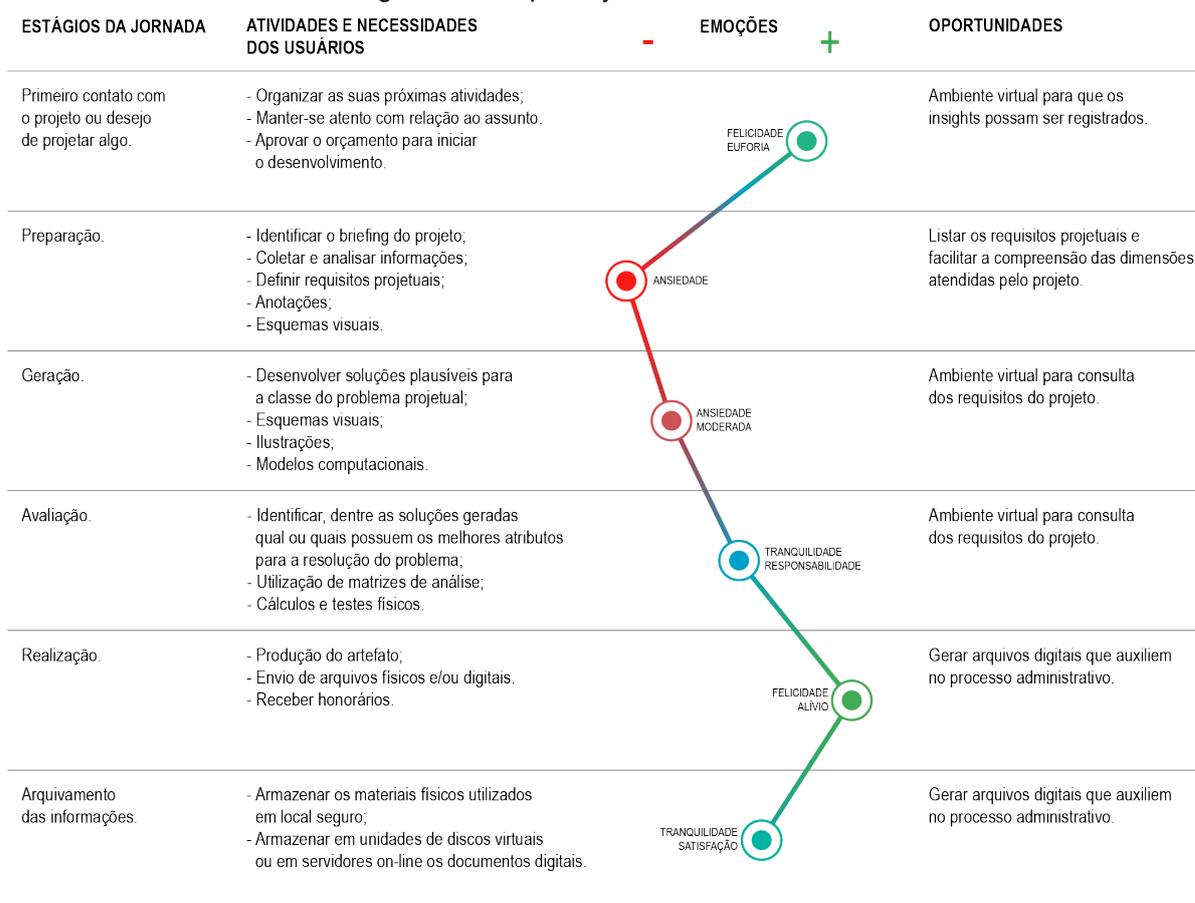
Lazer

- Jogos de tabuleiro;
- Leitura;
- Basquete.

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Com a assimilação das atividades e necessidades da persona, a partir dos dados coletados com os especialistas e com as observações realizadas durante a pesquisa, desenvolveu-se a lista da rotina das tarefas, que integram o mapa da jornada dos usuários, representado na Figura 22. Para identificar os estágios do percurso de uso, utilizou-se da classificação proposta por Löbach (2011), que identifica o processo de design em 4 fases: preparação, geração, avaliação e realização. Com isso, mapearam-se história sobre as ações, percepções, aspectos positivos, negativos e neutros.

Figura 22 - Mapa da jornada dos usuários.



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Os processos detalhados nesse capítulo, classificados de caráter atitudinais e comportamentais (HANINGTON; MARTIN, 2012) contribuíram favoravelmente com o entendimento das condições internas e o contexto de operação do artefato da Tese (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015).

4.2.4 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO

Nesse capítulo, destinado a síntese da criatividade em uma ferramenta funcional, de acordo com as proposições de Dresch, Lacerda e Antunes (2015), são utilizadas diferentes abordagens propositivas. Destacam-se as técnicas utilizadas para o

desenvolvimento do artefato da Tese: fluxogramas, esboços manuais de leiautes, *wireframes*, uso de algoritmos computacionais e representações gráficas.

Para compreender melhor as funções esperadas, descreve-se a sequência de uso que fundamentaram as heurísticas de construção do artefato:

- a) O usuário acessa a ferramenta digital a partir de um navegador;
- b) O usuário tem a opção de incluir um requisito projetual;
- c) Então seleciona entre as categorias que podem ser de usuário, de funcionalidade ou de estética;
- d) Identifica entre as áreas ambiental, sociocultural ou econômica a qual o requisito está relacionado;
- e) Identifica se o requisito contempla algum dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS);
- f) Atribui uma prioridade entre as classes opcional, desejável ou obrigatória para o requisito inserido;
- g) O sistema apresenta a hierarquização dos requisitos em uma tabela dinâmica;
- h) O sistema constrói e apresenta um gráfico no padrão de colunas para elucidar as categorias com maior relevância dentre os requisitos.
- i) O sistema constrói e apresenta um gráfico no padrão radar para identificar as áreas contempladas pelos requisitos;
- j) O sistema constrói e apresenta um gráfico no padrão de barras horizontais para identificar a incidência dos ODS no projeto; e
- k) O usuário seleciona como deseja armazenar as informações.

Com base no mapa da jornada dos usuários (Figura 22), projetou-se o fluxograma das ações e funcionalidades do artefato, identificado na Figura 23, com o intuito de garantir melhor usabilidade do sistema.

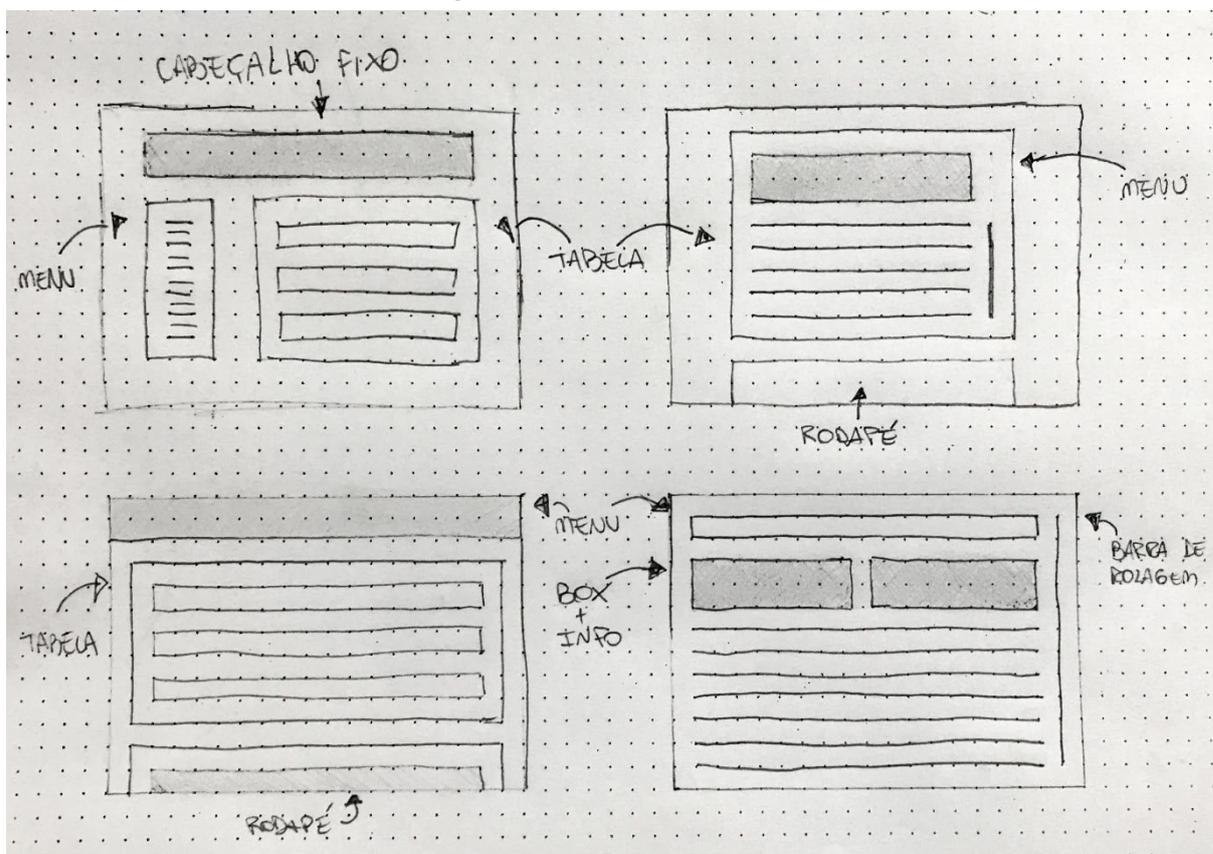
Figura 23 - Fluxograma.



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Seguiu-se o desenvolvimento com a ilustração dos esboços iniciais dos layouts, em baixa fidelidade, representados na Figura 24, onde se priorizou a determinação da disposição dos elementos gráficos necessários para a utilização da interface.

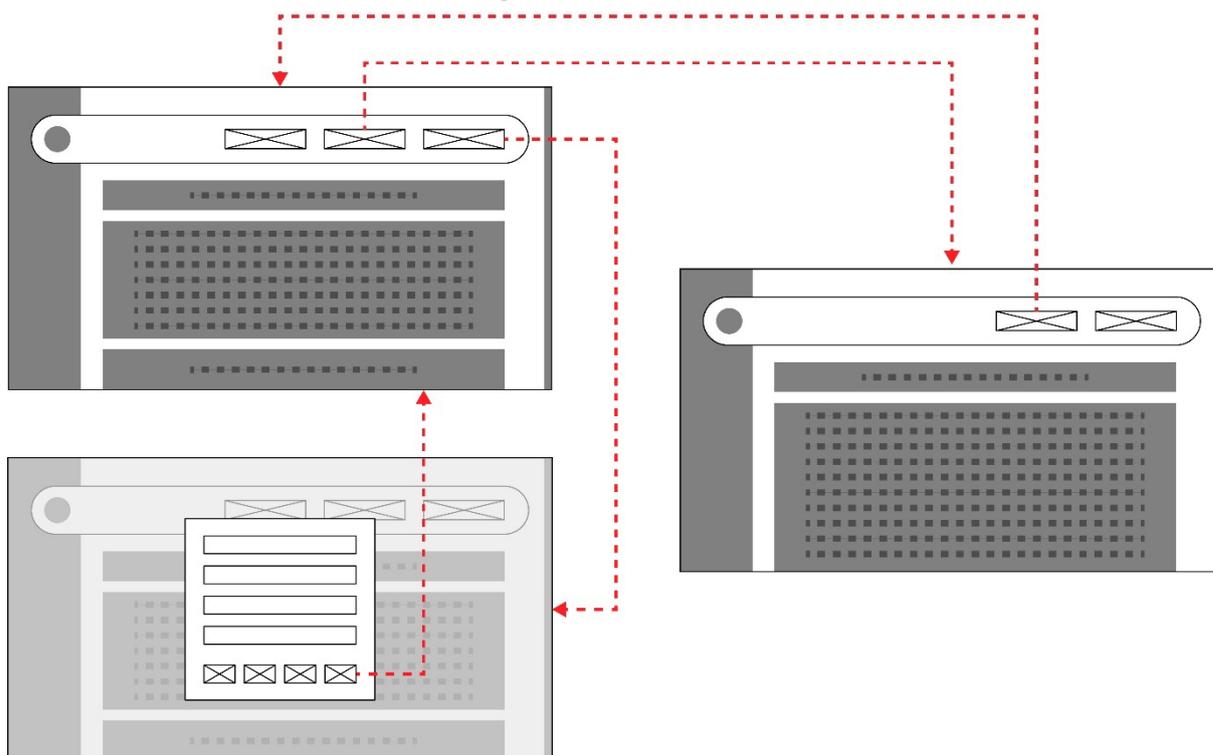
Figura 24 - Alternativas iniciais.



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

A Figura 25 traz a geração de alternativa dos *wireframes*, de forma evolutiva aos leiautes apresentados anteriormente, com objetivo de organizar a disposição do conteúdo visual e a padronização da hierarquia das informações.

Figura 25 - Wireframes.



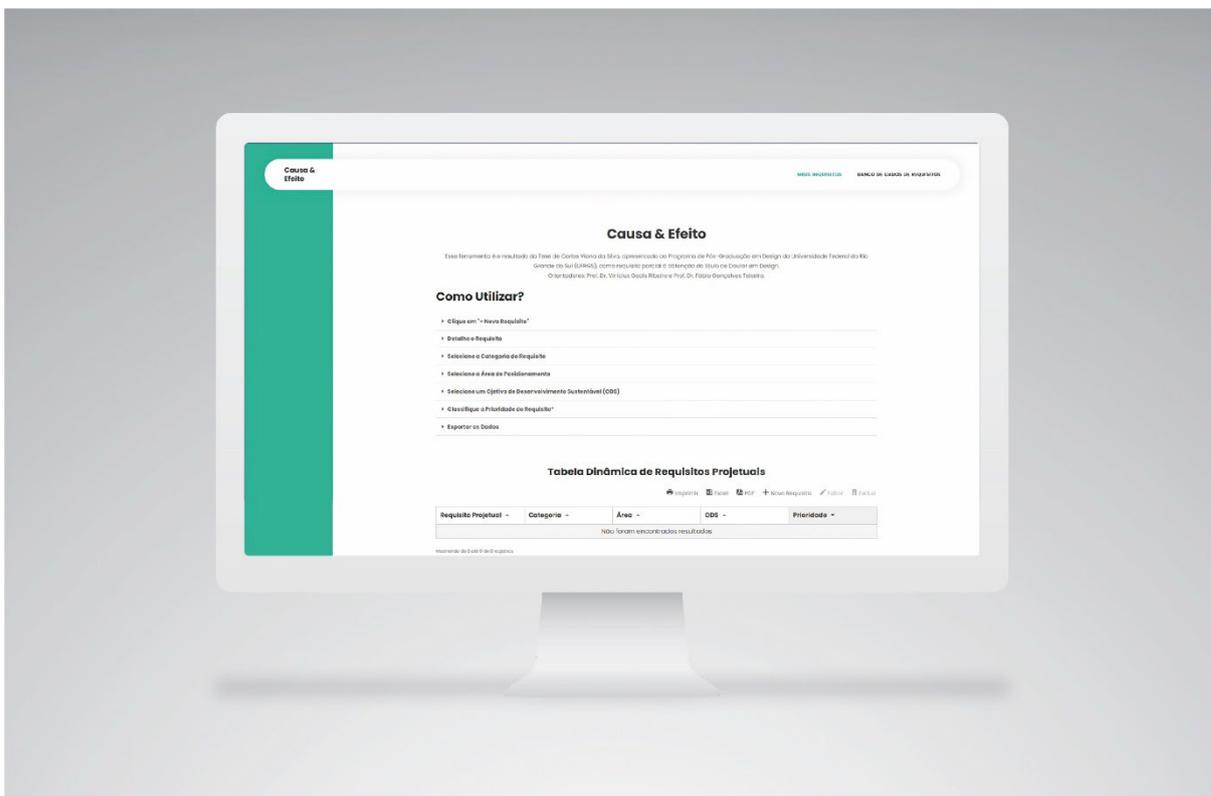
Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

A partir de ferramentas computacionais escreveu-se o código para funcionamento do artefato. Utilizou-se o *framework* Bootstrap¹¹ para implementação do código html, a linguagem de programação PHP + MySQL para o registro e armazenamento dos dados inseridos pelos usuários. A apresentação dos gráficos contou com a utilização do *framework* ApexCharts¹² para JavaScript. As Figuras 26, 27, 28, 29 e 30 ilustram as representações gráficas que contemplam a tela inicial, o cadastro de requisitos, a tabela dinâmica e os gráficos dinâmicos, respectivamente, da ferramenta desenvolvida para avaliação. Essa versão do sistema encontra-se disponível para uso particular ou comercial, testes e avaliações no endereço eletrônico <www.causaeefeito.eco.br>.

¹¹ Disponível gratuitamente em <<https://getbootstrap.com>>.

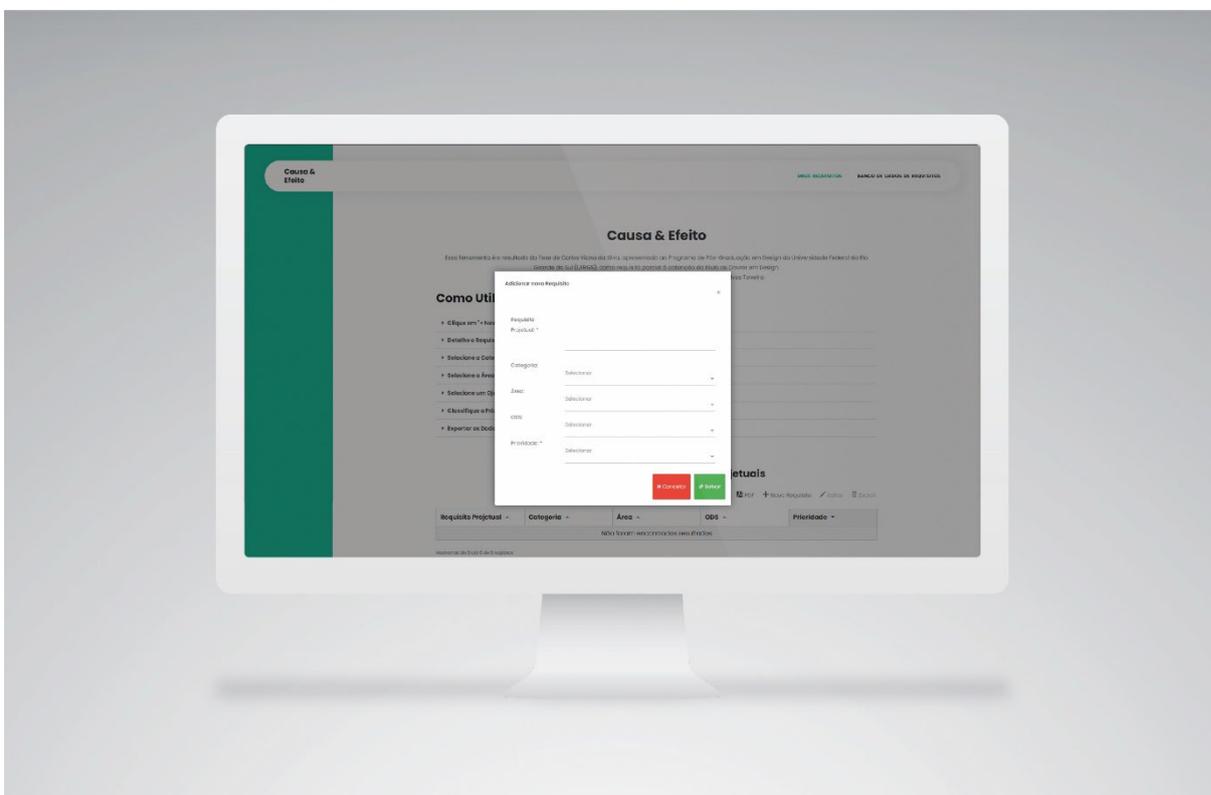
¹² Disponível gratuitamente em <<https://apexcharts.com>>.

Figura 26 - Causa & Efeito – Tela inicial.



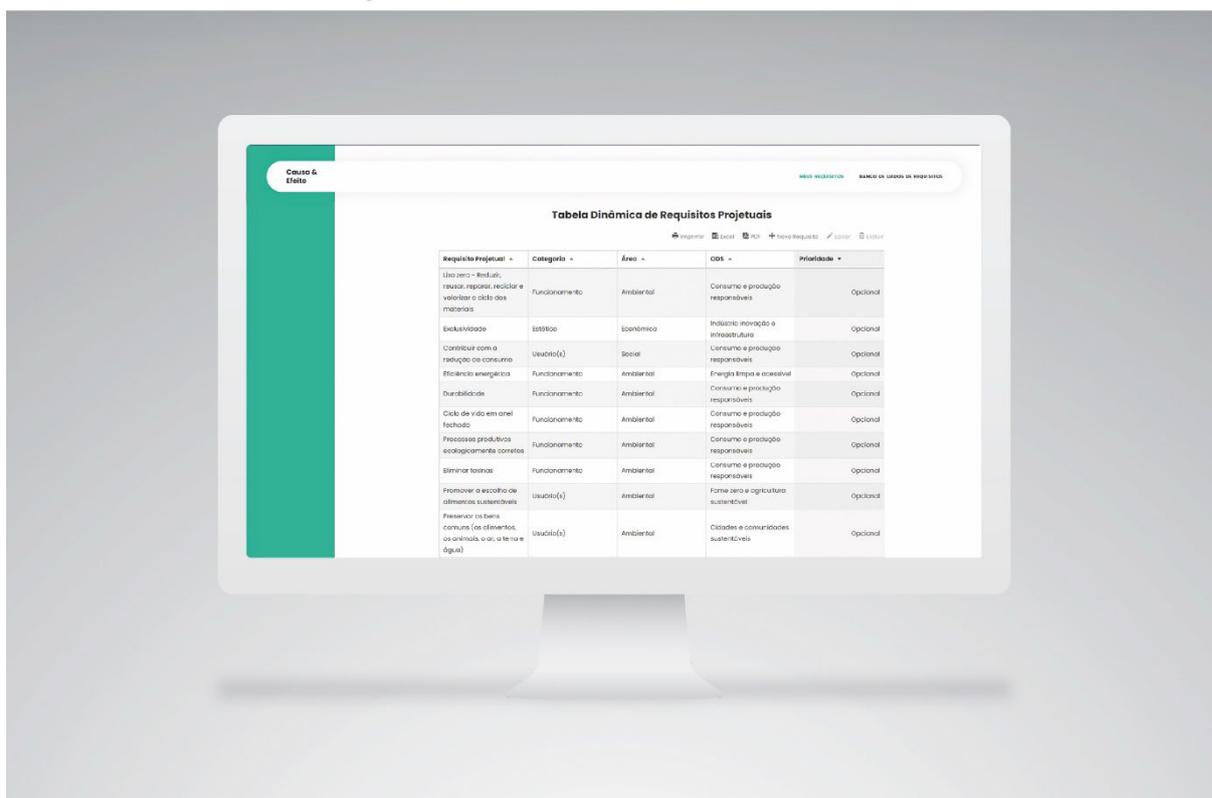
Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Figura 27 - Causa & Efeito – Cadastro de requisitos.



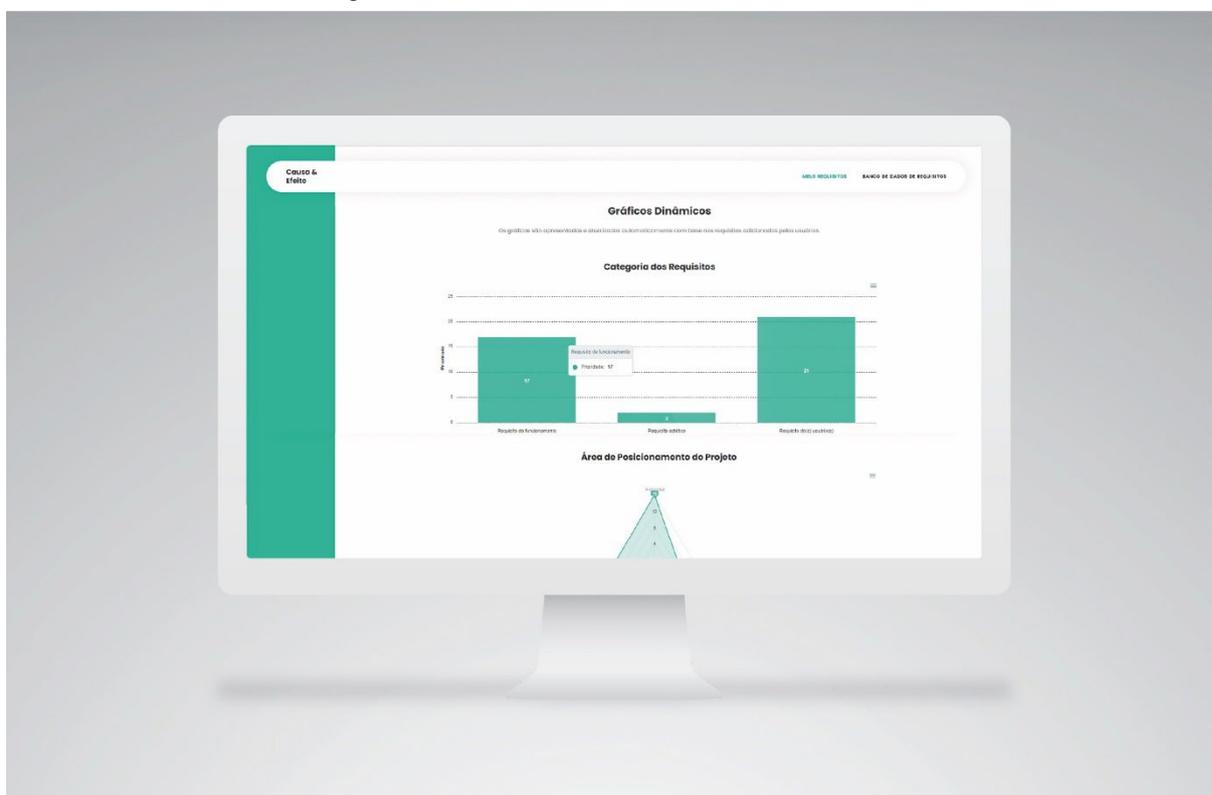
Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Figura 28 - Causa & Efeito – Tabela dinâmica.



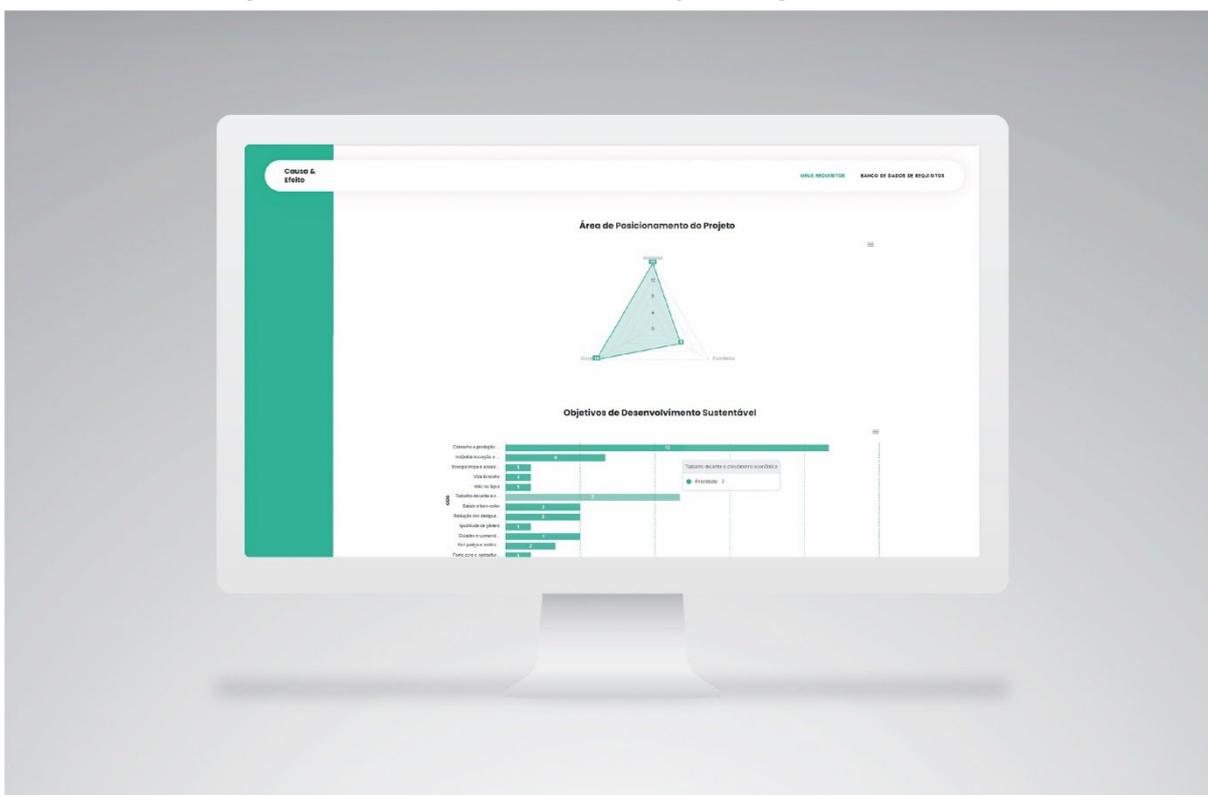
Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Figura 29 - Causa & Efeito – Gráficos dinâmicos.



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Figura 30 - Causa & Efeito – Continuação dos gráficos dinâmicos.



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Na próxima seção descrevem-se os procedimentos avaliativos, conforme já detalhados no capítulo 3.2.3.

4.3 Avaliação e ajustes

Nesse capítulo estão elucidados os procedimentos avaliativos para a proposição do artefato, assim como para a resolução dos objetivos específicos B e da Tese. Tais ações possibilitaram solidificar o entendimento sobre a classe de problema referente as pesquisas.

Conforme detalhado no capítulo 3.2.3, realizou-se um contato de retorno com os especialistas entrevistados anteriormente, momento em que se apresentou o artefato desenvolvido e aplicou-se um *survey* após a experiência de uso.

Com o propósito de investigar a usabilidade do artefato e identificar pontos de melhoria, sucedeu-se um grupo focal com estudantes de design que forneceram recomendações consideráveis de novas funcionalidades para o artefato. Os participantes também forneceram dados para avaliar o artefato sob a perspectiva da escala de usabilidade *SUS* (BROOKE, 1986; BANGOR; KORTUM; MILLER, 2008; 2009).

De acordo com Dresch, Lacerda e Antunes (2015), as saídas esperadas para essa fase são o artefato devidamente avaliado e a proposição das heurísticas contingenciais, que explicitam os limites do objeto desenvolvido e seu contexto de uso com relação ao ambiente externo.

4.3.1 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO

Após testes empíricos de funcionamento, que foram realizados durante a projeção do artefato, e a validação interna das alternativas, o primeiro teste externo realizado foi o *survey* com os especialistas entrevistados, em que se buscou avaliar o artefato sob as perspectivas dos elementos visuais, as condições de uso e, especialmente, sob as impressões dos resultados fornecidos pela ferramenta.

O Quadro 15 representa a médias das 10 respostas obtidas em que os participantes responderam indicando valores de 1, equivalente ao conceito de “discordo completamente”, a 5, “concordo plenamente”.

Quadro 15 - Respostas do *survey* com os especialistas.

Questão	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Média
Aprender a usar o artefato foi rápido e fácil, diminuindo o número de erros com sua utilização.	4	4	3	5	4	4	2	4	3	4	3,7
Fiquei distraído(a) por informações desnecessárias em algum momento durante a utilização do artefato.	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1,1

(continua)

Quadro 15 - Respostas do *survey* com os especialistas.

(continuação)

Questão	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Média
Foi possível identificar com clareza os locais onde as informações deveriam ser inseridas, bem como navegar pelas funcionalidades do artefato.	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4,8
O artefato adaptou-se às minhas preferências, necessidades e ao contexto de uso.	5	5	4	3	4	3	4	3	4	3	3,8
Os erros ao utilizar o artefato foram identificados com clareza e corrigidos.	5	5	4	5	5	4	4	4	5	5	4,6
A interface do artefato proporcionou identificação intuitiva de suas funcionalidades.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A linguagem utilizada contribuiu positivamente para a compreensão e utilização do artefato.	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4,7
O artefato é compatível com o mercado de trabalho	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4,3
Os erros impediram a utilização do artefato.	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	1,4
A ajuda e o manual de uso fornecidos pelo artefato possibilitaram o uso de todas as funcionalidades.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
O artefato contribuiu positivamente com a gestão de requisitos de sustentabilidade em atividades projetuais.	4	4	4	5	4	5	4	4	5	5	4,4
O artefato contribuiu positivamente com as decisões de abordagens e estratégias para o desenvolvimento projetual.	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4,2
As dicas e sugestões fornecidas pelo artefato contribuíram positivamente para a gestão dos requisitos sustentáveis.	4	5	3	5	5	4	4	3	5	5	4,3
A classificação dos requisitos sustentáveis possibilitou melhor visibilidade sobre o ecossistema ao qual o projeto está inserido.	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4,9
Os resultados contemplaram as expectativas de uso do artefato	5	4	5	5	4	4	4	4	4	3	4,2

Quadro 15 - Respostas do *survey* com os especialistas.

Questão	(conclusão)										
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Média
Com base nos resultados obtidos sinto-me motivado para utilizar novamente o artefato.	5	4	5	5	4	5	3	4	3	4	4,2

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

A partir dos resultados do *survey*, pôde-se concluir que o artefato, de modo geral, foi bem recebido e atendeu as expectativas iniciais. Com relação aos aspectos visuais e as condições de uso, não foram relatados empecilhos na utilização da ferramenta. Também se percebeu que os resultados fornecidos podem de fato integrar processos de design em ambientes profissionais de desenvolvimento de produtos.

Na continuidade dos procedimentos avaliativos, seguiu-se com o grupo focal dos estudantes em design, conforme detalhado no capítulo 3.2.3. Com a utilização da ferramenta Google Meet, 15 participantes foram divididos em 3 equipes de trabalho, que utilizaram a ferramenta e indicaram ponderações e possibilidades de refinamento. Evidenciaram-se alguns aspectos sugeridos e bem solidificados na opinião dos 3 grupos:

- Possibilidade para cadastrar mais de um projeto simultaneamente;
- Opções para compartilhar os resultados diretamente por e-mail;
- Versão da ferramenta para utilização *off-line*.

Após o debate que tais questões foram identificadas, os participantes preencheram o formulário *System Usability Scale* (BROOKE, 1986) e a média dos resultados está identificada no Quadro 16.

Quadro 16 - Resultado do teste *SUS*.

Questão	Descrição	(continua)				
		1	2	3	4	5
1	Penso que gostaria de usar esse artefato com frequência.				X	
2	Achei o artefato desnecessariamente complexo.	X				
3	Achei o artefato fácil de usar.					X
4	Penso que precisaria do suporte de um técnico para poder usar o artefato.	X				
5	Achei que as várias funções do artefato estavam bem integradas.				X	
6	Eu pensei que havia muita inconsistência neste artefato.	X				
7	Eu imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar este artefato muito rapidamente.				X	
8	Achei o sistema muito complicado de usar.	X				

Quadro 16 - Resultado do teste *SUS*.

Questão	Descrição	(conclusão)				
		1	2	3	4	5
9	Eu me senti muito confiante usando o artefato.					X
10	Eu precisava aprender muitas coisas antes de começar a usar este artefato.		X			

Fonte: Traduzido e adaptado pelo autor com base em Brooke (1986).

A análise dos resultados do teste *SUS* permitiram classificar a usabilidade do artefato de acordo com a escala proposta por Bangor, Kortum e Miller (2009). A métrica proposta por Brooke (1986) consiste na seguinte equação:

$$X = [(\text{questões ímpares} - 5) + (25 - \text{questões pares})] \cdot 2,5$$

$$X = [(22 - 5) + (25 - 6)] \cdot 2,5$$

$$\mathbf{X = 90 \text{ pontos no teste } SUS}$$

Com o resultado da equação, o artefato pode ser classificado na escala de conceito “A”, no intervalo de aceitabilidade “aceitável” e na classificação adjetiva como excelente, segundo a sistematização apresentada por Bangor, Kortum e Miller (2008, 2009), identificada na Figura 14 (página 104), o que atendeu as expectativas previstas inicialmente.

No âmbito dessa pesquisa, com base na análise das respostas dos especialistas e dos estudantes sobre o artefato desenvolvido é possível afirmar que:

- A metodologia *DSR* contribuiu positivamente para alcançar os objetivos da pesquisa;
- As necessidades do projeto foram contempladas com desenvolvimento da ferramenta proposta;
- O artefato é condizente com a delimitação do tema, com a questão de investigação, com o problema de pesquisa e com a hipótese estruturados no primeiro capítulo da Tese;
- A proposta de classificação e codificação se enquadraram na classe de problemas identifica para a Tese, a área do Design para Sustentabilidade, e contribuíram para o avanço da temática;

- Existe possibilidade de evolução da ferramenta ao serem agregadas funções complementares.

Na sequência apresentam-se as elucidações das aprendizagens percebidas no desenvolvimento da pesquisa.

4.4 Conclusão

A última fase do processo metodológico destina-se a atender o objetivo específico F da Tese. As atividades contidas nessa etapa consistem em identificar o conhecimento produzido ao longo do desenvolvimento projetual, que parte do conhecimento existente para a proposição das soluções do artefato. Contudo ressalta-se o rigor na condução do método com a realização de todas as atividades previstas no capítulo 3.

As ações descritas nessa fase corroboraram com a questão de investigação e o problema de pesquisa, ao passo que asseguraram que a hipótese levantada inicialmente fosse contemplada.

Com o intuito de contribuir positivamente com o avanço da área estudada, descrevem-se os aspectos em que se obteve sucesso, os pontos a serem melhorados, as principais conclusões obtidas com a pesquisa, suas limitações e sugestões para trabalhos futuros.

4.4.1 EXPLICITAÇÃO DAS APRENDIZAGENS

As informações contidas nesse capítulo objetivam assegurar que os estudos realizados possam embasar pesquisas futuras, sejam elas do campo teórico ou prático (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2014).

A metodologia *Design Science Research* e as ferramentas utilizadas mostraram-se eficientes em abranger as 4 fases do desenvolvimento projetual – preparação, geração, avaliação e realização – conforme identificadas por Löbach (2001), assim como na proposição do modelo da ferramenta. O constructo científico gerado pela combinação de tais conceitos, pode ser reutilizado para outras pesquisas em contextos de sustentabilidade.

A proposição do artefato representou um conjunto de ações, detalhadas nos capítulos anteriores, das quais destacam-se para essa pesquisa, a explicitação dos seguintes itens importantes para a Tese:

- Proposição do artefato no campo do Design para a Sustentabilidade;
- Construção do referencial teórico;
- Estudo bibliométrico e a classificação e categorização dos resultados que fundamentaram a justificativa da Tese;
- Categorização das ferramentas conforme Hanington e Martin (2012);
- Identificação da maturidade das ferramentas *DfX*;
- Identificação das ferramentas de Design de Sustentáveis (*SPD₁*);
- Desenho da pesquisa;
- Proposição de roteiro (e realização) de entrevistas semiestruturadas e objetivos investigativos;
- Proposição de *survey* com especialistas;
- Elucidação do uso da *System Usability Scale*;
- Resultados da RSL;
- Realização do grupo focal com os estudantes;
- Proposição de instrumento para coleta de dados com os participantes;
- Definição das funcionalidades, performance, requisitos e restrições do artefato;
- Nuvem de palavras;
- Personas e mapa da jornada do usuário;
- Definição do fluxograma de uso e lógica de funcionamento;
- Representações gráficas da ferramenta.
- Ferramenta funcional, disponível para uso e testes no endereço eletrônico: <www.causaeefeito.eco.br>.

4.4.2 CONCLUSÕES

Esse capítulo aborda de forma integrada as etapas de generalização para uma classe de problemas e a comunicação dos resultados, sugeridas por Dresch, Lacerda e Júnior (2014). Os autores defendem que após vencidas as últimas etapas da pesquisa, caso surjam insights, estes sejam evidenciados a fim de guiar novos estudos em ciclos iterativos de desenvolvimento de ciência social.

A generalização da solução para uma classe de problemas, segundo Dresch, Lacerda e Júnior (2014), possibilita que os conhecimentos gerados durante a pesquisa possam ser reutilizados em situações posteriores análogas. Nesse sentido, evidenciam-se como descoberta de pesquisa a relevância da classificação e codificação dos requisitos projetuais que, para embasarem a Tese, estão segmentados entre:

- Categorias: requisito de usuário, requisito funcional e requisito estético (BACK *et al.*, 2008);
- Áreas: ambiental, sociocultural e econômica (BOSELMAN, 2009);
- Princípios de ODS (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020b);
- Níveis de prioridade: opcional, desejável e obrigatório (MATTÉ, 2004).

A comunicação dos resultados, sintetizados nessa pesquisa, apresenta o intuito de atingir o maior número possível de pessoas interessadas na utilização de abordagens sustentáveis em projetos, sobretudo aquelas que desejam que seus projetos sejam justos e equitativos.

Entende-se que o desenvolvimento de uma ferramenta pode ser uma tarefa de longa extensão, com inúmeras rodadas de melhorias e aprimoramentos funcionais, ainda assim a disseminação do conhecimento gerado representa contribuição significativa para o avanço do entendimento consolidado sobre assuntos sensíveis e complexos (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2014). No próximo capítulo são apresentadas as considerações finais para a Tese.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo expõe o fechamento da Tese, onde estão identificadas as relações do artefato com os objetivos pretendidos, a associação com o referencial teórico, com a metodologia projetual, com as aprendizagens elucidadas e, por fim, abordam-se as limitações e sugestões para trabalhos futuros, direcionados a evolução da ferramenta desenvolvida nessa pesquisa e a futuras investigações científicas no âmbito do design para a sustentabilidade.

As pesquisas realizadas e detalhadas ao longo do texto, apresentaram lacunas para a proposição e o desenvolvimento de ferramentas, que possam auxiliar no estabelecimento, determinação, categorização, codificação e hierarquização de requisitos projetuais, sobretudo acerca do olhar para a sustentabilidade.

Com relação ao que se determinou no objetivo geral, que visava o desenvolvimento de uma ferramenta para a classificação, codificação e a hierarquização de requisitos orientados para a sustentabilidade, de modo que os dados auxiliassem nas decisões de abordagens e estratégias para o desenvolvimento projetual, entende-se que a implementação do artefato foi satisfatória, na medida que o seu uso possibilitou gerar dados que possam ser utilizados e documentados durante todas as fases do desenvolvimento de objetos, sobretudo nas fases iniciais do desenvolvimento projetual. O artefato desenvolvido se mostrou como um acessório com informações reutilizáveis a partir dos requisitos projetuais estabelecidos, consequentemente um novo item para a área do design para a sustentabilidade.

A temática da Tese e a proposição da ferramenta foram idealizadas para que uma visualização ampla sobre as diferentes áreas contidas nos projetos pudesse ser sintetizada em informações de caráter analítico visual, como por exemplo com o uso de gráficos. Como funcionalidade secundária, a abordagem com o uso de banco de dados para armazenamento de requisitos projetuais inseridos por todos os usuários ativos da ferramenta, possibilitou a construção de lógicas por analogias a outros exemplos, passíveis de reutilização, contidos nas bases de dados.

Ao relacionar as descobertas da pesquisa com os objetivos específicos, percebe-se também que foram atendidos de modo satisfatório, conforme identificados nas fases de desenvolvimento do artefato.

O objetivo específico A, que buscava a compreensão dos conceitos de sustentabilidade e como são relacionados com o design de produtos para fins de especificar requisitos para o desenvolvimento da ferramenta foi contemplado na revisão de literatura, nas etapas de identificação do problema, conscientização do problema e com relevância na realização da revisão sistemática de literatura nas bases de dados Scopus e Scielo. Justificada a relevância do assunto para a permanência da vida na Terra, dedicou-se um capítulo exclusivo a essa revisão de literatura, para em um olhar sistêmico, perceber os espaços e oportunidades no contexto sustentável.

Analisar estratégias utilizadas por designers para o estabelecimento de requisitos orientados à sustentabilidade durante o desenvolvimento projetual fora descrito como o objetivo específico B. Percebeu-se, a partir da fundamentação teórica e do uso das ferramentas avaliativas, que tal desafio foi atendido na medida que as fases de investigação e avaliação do artefato trouxeram informações que corroboraram com a proposição do artefato.

O objetivo específico C apresentou o intento de investigar as ferramentas utilizadas para a gestão de requisitos projetuais orientados a sustentabilidade e, foi atendido em parte no capítulo destinado a justificativa da Tese (1.6, página 30), com a realização do estudo bibliométrico sobre sustentabilidade nos programas de doutorado em design no Brasil, em atenção especial ao resultado quantificado no Tabela 2 (página 34), em que foi possível evidenciar a escassez de estudos na área, sobretudo na área do design para equidade social que não foram encontradas teses publicadas com acesso disponível. Em outra parte, o objetivo específico C foi contemplado pela fase 2 da aplicação da metodologia projetual, com a identificação dos resultados da revisão sistemática de literatura.

No que se propunha no objetivo específico D, com a instigação em sistematizar uma classificação, codificação e hierarquização de requisitos projetuais relacionados aos conceitos identificados no objetivo específico (a), tal estabelecimento foi fundamental para as bases heurísticas construtivas do artefato e contemplado com a generalização da solução para uma classe de problemas específicos. O uso das

categorias de requisitos – de usuário, funcional, estético – propostas por Back *et al.* (2008), a separação das esferas interrelacionadas – ambiental, sociocultural e econômica – para o desenvolvimento sustentável, os princípios dos ODS (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020b) e os níveis de prioridade – opcional, desejável e obrigatório – considerados por Matté (2004), foram as principais asserções para as codificações de uso do artefato que sustenta a defesa da Tese.

Por fim, o objetivo específico E tratava de avaliar a aplicabilidade e a contribuição da ferramenta proposta no contexto projetual, para fins de indicar melhorias no artefato e, com a fase 3 da metodologia projetual foi possível aproximar o resultado tanto de especialistas com ampla experiência profissional, quanto de estudantes de design. As respostas obtidas e detalhadas no capítulo 4.3.1 corroboraram para validar a aplicabilidade da ferramenta no ambiente real de uso pretendido.

Ao retornar o olhar para a questão de investigação dessa Tese, que instiga em como a classificação e codificação de requisitos sustentáveis em projetos de produtos pode ser aplicada no processo de design, com base nos dados coletados com os participantes do *survey* e do grupo focal, pôde-se concluir que o artefato resultante do processo metodológico apresentou uma promissora alternativa para a melhoria do entendimento dos requisitos sustentáveis em projetos. Nesse contexto a ferramenta também se mostrou utilizável por projetistas com níveis distintos de experiência, o que confirma a generalização da solução para uma classe de problemas.

No que tange o problema de pesquisa apresentado, sobre o possível fato de haver escassez de ferramentas que auxiliassem com o estabelecimento de requisitos projetuais orientados pela sustentabilidade, mostrou-se correto com a elucidação do resultado da revisão sistemática da literatura, em que a última etapa de aplicação dos critérios de exclusão teve que ser suprimida por não terem sido encontradas propostas para uso em ambiente on-line.

Sobre o referencial teórico, os principais entendimentos que as pesquisas realizadas fomentaram reside no fato de que o termo “sustentabilidade” – e suas variações relacionadas – apresentaram profundas mudanças na sua conceituação, transitando das questões ecológicas, para econômicas, sociais e de governanças. Percebeu-se ainda que a participação social também modificou a sua representatividade no paradigma sustentável, de coadjuvante para protagonista na

luta por condições éticas, dignas e justas para as pessoas e, com base nos estudos bibliométricos abordados na justificativa, constatou-se carência de inovação nessa área.

A transição entre os conceitos sobre a temática sustentável representou também diferentes condições político sociais, em que num primeiro momento realizaram-se esforços na proposição de legislações para atenderem as demandas ambientais, ao passar por um segundo momento em que as atenções voltaram-se para as novas tecnologias produtivas e a produção necessária para o momento, até chegar na terceira instância, em que entende-se que para haver desenvolvimento sustentável necessita-se de transformações nas lideranças e em praticamente toda a sociedade, ao reforçar o entendimento das informações globais, porém, com maior ênfase nas ações e cuidados locais.

Ao contrapor Bonsiepe (2011, p. 29), que ressalta sobre a dificuldade encontrada na contradição entre projetar o que venha ser “socialmente desejável, tecnicamente factível, ambientalmente recomendável, economicamente viável e culturalmente defensível”, o estabelecimento de requisitos fortes, especialmente durante as fases iniciais dos projetos, pode assegurar que tal antítese seja contornada com menores prejuízos ao projeto e aos seus usuários. Assim como, ao considerar que cerca de 80% dos problemas identificados no âmbito sustentável são resultados de produtos com erros de projeto nas fases de design (AHMAD *et al.*, 2018), evidencia-se a oportunidade em que o artefato possa contribuir positivamente nos avanços projetuais.

A respeito do referencial teórico, salienta-se que o entendimento de Baxter (2000) e Brix *et al.* (2011) sobre a defesa de que quanto maiores os esforços em pesquisas e estudos nas fases iniciais dos projetos, maiores serão os acertos nas fases posteriores, a proposição do artefato vai ao encontro de fomentar soluções para tal momento projetual.

Matté (2004) defende que os requisitos projetuais sejam estabelecidos a partir de pesquisas e análises, nesse contexto considera-se essencial que tais requisitos sejam armazenados para consultas recorrentes ao longo do desenvolvimento projetual. Assim como ocorreu com o estabelecimento das funcionalistas, performance, requisitos e restrições da ferramenta desenvolvida na Tese. Embora Dresch, Lacerda e Antunes (2015) tenham sugerido que tais características fossem

estabelecidas durante a conscientização do problema (capítulo 4.1.2), as demais fases forneceram informações para consolidar a lista de requerimentos ao decorrer das descobertas.

Também se evidenciou com as pesquisas realizadas que, além do entendimento sobre sustentabilidade possuir variações de acordo com o conhecimento prévio de cada indivíduo, as ferramentas destinadas para área podem ser extremamente complexas ou com altos custos para implementação, visto a amplitude das características a serem consideradas para que se haja sustentabilidade de fato, o que vem a contribuir para que empresas menores possam ter dificuldades na perspectiva do desenvolvimento sustentável.

Com relação ao rigor metodológico, a pesquisa fundamentou-se nos procedimentos sugeridos na *Design Science Research (DSR)*, por Dresch, Lacerda e Antunes (2015), para assegurar que o problema de pesquisa fosse relevante e contribuísse para a aproximação entre a teoria e a prática projetual, bem como contribuir para o avanço do conhecimento. A metodologia favoreceu ainda para que a ferramenta produzida oferecesse soluções satisfatórias para problemas reais, a partir da comprovação de utilidade do artefato.

Entretanto, apesar dos pontos positivos elucidados pelo desenvolvimento projetual, deve-se destacar suas limitações e casos de atenção, que indicam o ponto inicial das sugestões para trabalhos futuros relacionados à evolução do artefato, ou a futuras pesquisas científicas no âmbito do design para a sustentabilidade.

A primeira limitação encontrada foi o fato de que para o funcionamento pleno do banco de dados com os requisitos disponíveis para consulta fosse possível, haveria a necessidade de um cadastro inicial, que não dependesse apenas dos usuários. Tal cadastro foi possível a partir da utilização da lista de requisitos sustentáveis apresentadas por Silva, Ribeiro e Silveira (2015), com base do referencial teórico e na revisão sistemática de literatura (RSR) da Tese. Outro ponto de atenção percebido reside na construção e apresentação dos gráficos pelo artefato, uma vez que são necessários requisitos com suas devidas prioridades, os esquemas visuais gerados podem ter sua compreensão dificultada em projetos com poucos requisitos inseridos, ou em que todos os requisitos tenham as mesmas prioridades, a hierarquização possa ser desnecessária.

Como sugestão para trabalhos futuros, no âmbito da evolução do artefato, estima-se implementar as recomendações identificadas na etapa de avaliação, com destaque para ações que busquem a utilização em múltiplos projetos simultaneamente e a possibilidade do uso do banco de dados como recurso *off-line*. Para garantir que o artefato permaneça em funcionamento e possa ser utilizado com foco industrial e educacional, recomenda-se a identificação de parcerias e meios de implementação, nos setores financeiros, tecnológicos, nas organizações sistêmicas, no comércio e onde mais possa ser possível encontrar esforços para apoiar causas sustentáveis.

No campo de trabalhos posteriores envolvendo os conceitos de Design para a Sustentabilidade, torna-se fundamental que designers assegurem um olhar sistêmico sobre suas pesquisas e construções, principalmente, com a proposição de bases estratégicas e funcionais que considerem a equidade social e o respeito com o passado, o presente e o futuro.

REFERÊNCIAS

A

AGNER, Luis. **Ergodesign e arquitetura de informação**: trabalhando com o usuário. Rio de Janeiro: Quartet, 2ª ed. 2009.

AHMAD, Shamraiz *et al.* Sustainable product design and development: a review of tools, applications and research prospects. **Resources, Conservation And Recycling**, [S.L.], v. 132, p. 49-61, maio 2018. Elsevier BV.

AMABILE, Teresa M.. **Creativity In Context**: update to the social psychology of creativity. New York: Routledge, 1996.

ARAÚJO, C. A. **Bibliometria**: evolução histórica e questões atuais. Em *Questão*, Porto Alegre, v. 12, n1, p. 11-13, 2006.

ASIMOW, Morris. **Introdução ao Projeto de Engenharia**. São Paulo: Mestre Jou, 1968.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14006**: Sistemas da gestão ambiental — Diretrizes para incorporar o ecodesign. Rio de Janeiro: Abnt, 2014.

AZKARATE, Ander *et al.* An assessment method and design support system for designing sustainable machine tools. **Journal Of Engineering Design**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 165-179, 25 set. 2009. Informa UK Limited.
<http://dx.doi.org/10.1080/09544820903153570>.

B

BACK, Nelson *et al.* **Projeto Integrado de Produtos**: planejamento, concepção e modelagem. Barueri: Manole, 2008.

BANGOR, Aaron; KORTUM, Philip T.; MILLER, James T.. An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. **International Journal Of Human-Computer Interaction**, [S.L.], v. 24, n. 6, p. 574-594, 29 jul. 2008. Informa UK Limited.
<http://dx.doi.org/10.1080/10447310802205776>.

_____. Determining What Individual SUS Scores Mean: adding an adjective rating scale. **Journal Of Usability Studies**, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 114-123, May 2009.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão Ambiental Empresarial**: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Saraiva, 2004.

BARDIN, L. **El análisis de contenido**. Madrid: Universitária, 1977.

BASTIEN, C.; SCAPIN, D. **Human factors criteria, principles, and recommendations for HCI: methodological and standardisation issues**. [S.L.]: INRIA, 1993.

BAUMAN, Zygmunt. **Capitalismo parasitário**. Tradução para o português de Eliana Aguiar. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

_____. **Modernidade Líquida**. Rio de Janeiro: J. Zahar, 2001.

_____. **Vida líquida**. Tradução para o português de Carlos Alberto Medeiros. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2009.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2. ed. São Paulo: Blücher, 2000. 260 p. Tradução Itiro lida.

BECK, Ulrich. "A Reinvenção da Política: Rumo a uma Teoria da Modernização Reflexiva". IN: BECK, U.; GIDDENS, A. & LASH, S. **Modernização Reflexiva**. São Paulo: Editora UNESP, 1997.

BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre; Artmed, 2001.

BECKER, Juan Manuel Jauregui; WITS, Wessel W.. A Template for Design for eXcellence (DfX) Methods. **Lecture Notes In Production Engineering**, [S.L.], p. 33-42, 2013. Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-30817-8_4.

BERNERS-LEE, Tim (org.). **Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.1**. 2018. Disponível em: <https://www.w3c.br/traducoes/wcag/wcag21-pt-BR/>. Acesso em: 03 jul. 2019.

BOMFIM, Gustavo A. **Metodologia para desenvolvimento de projetos**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1995.

BONSIEPE, Gui. **Design, cultura e sociedade**. São Paulo: Bluncher, 2011.

BONSIEPE, Gui *et al.* **Metodologia Experimental: Desenho Industrial**. Brasília: CNPq, 1984.

BOSELDMANN, Klaus. **The principle of sustainability: transforming Law and governance**. Surrey, England: Ashgate Publishing Limited, 2009.

BRANSKI, Regina Meyer. RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES NA WEB. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 70-87, jun. 2004. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/351>. Acesso em: 01 out. 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 12.305**. Casa Civil: 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em: 03 set. 2020.

_____. Capes. Ministério da Educação. **Plataforma Sucupira**: cursos avaliados e reconhecidos. 2020. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/quantitativos/quantitativos.jsf?areaAvaliacao=29&areaConhecimento=61200000>. Acesso em: 01 nov. 2020.

_____. Capes. Ministério da Educação. **Tabela de Áreas de Conhecimento/Avaliação**. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/instrumentos/documentos-de-apoio-1/tabela-de-areas-de-conhecimento-avaliacao>. Acesso em: 20 set. 2020.

BRIX, T. et al. Providing Design Solution Repositories in the Field of Mechanism Theory. **18th International Conference on Engineering Design (ICED 11)**. Anais. Lyngby: 2011.

BROOKE, John. SUS: A quick and dirty usability scale. In: JORDAN, Patrick W. *et al* (ed.). **Usability Evaluation in Industry**. London: Taylor & Francis Ltd, 1986. Cap. 21. p. 189-194.

BRYANT, Cari Rihan. **A computational theory for the generation of solutions during early conceptual design**. 2007. 249 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mechanical Engineering, Mechanical And Aerospace Engineering, University Of Missouri–Rolla, Rolla, 2007. Disponível em: https://scholarsmine.mst.edu/doctoral_dissertations/1881/. Acesso em: 03 dez. 2020.

BÜRDEK, Bernhard E.. **Diseño**: historia, teoría y práctica del diseño industrial. 3. ed. Barcelona: Gg* Diseño, 2002.

BÜYÜKÖZKAN, Gülçin; BERKOL, Çiğdem. Designing a sustainable supply chain using an integrated analytic network process and goal programming approach in quality function deployment. **Expert Systems With Applications**, [S.L.], v. 38, n. 11, p. 13731-13748, maio 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2011.04.171>.

C

CAMARGO, Ana Luiza de Brasil. **Desenvolvimento Sustentável**: dimensões e desafios. Campinas, SP: Papirus, 2003.

CARDOSO, Rafael. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: Cosac Naify, 2013.

_____. **Uma introdução à história do design**. São Paulo: Blucher, 2008.

CARRETERO, Mario. **Construtivismo e Educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

CHICK, Anne; MICKLETHWAITE, Paul. **Design for Sustainable Change**: How Design and Designer can drive the sustainability agenda. UK: AVA Publishing Ltd., 2011.

CHIU, Ming Chuan; KREMER, Gul E. Okudan. Investigation of the applicability of Design for X tools during design concept evolution: a literature review. **International Journal Of Product Development**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 132, 2011. Inderscience Publishers. <http://dx.doi.org/10.1504/ijpd.2011.038869>.

CHUNHUA, Feng; SHI, Huang; GUOZHEN, Bai. A group decision making method for sustainable design using intuitionistic fuzzy preference relations in the conceptual design stage. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 243, p. 118640, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118640>.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. DA. *Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos*. In: **8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto – CBGDP**, 2011. Porto Alegre, RS, Brasil. Instituto de Gestão de Desenvolvimento do Produto – IGDP. Anais. Porto Alegre: IGDP, 2011.

COUNCIL, Design. **Our history**. 2020. Disponível em: <https://www.designcouncil.org.uk/who-we-are/our-history>. Acesso em: 03 maio 2020.

_____. **The Double Diamond**: a universally accepted depiction of the design process. A universally accepted depiction of the design process. 2019. Disponível em: <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/double-diamond-universally-accepted-depiction-design-process>. Acesso em: 03 maio 2020

CROSS, N; CHRISTIAANS, H; DORST, K. **Analysing Design Activity**. Chichester: Wiley, 1996.

CROSS, Nigel. **Engineering Design Methods: Strategies for Product Design**. Engand: Wiley, 2000.

_____. Expertise in design: an overview. **Design Studies**, v. 25, n. 5, p. 427–441, Sep. 2004.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. **A Systems Perspective on Creativity**. In: STERNBERG, R. (Ed). *Handbook of Creativity*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p. 313 – 335.

D

DIAMOND, Jared. **Collapse**: how societies choose to fail or succeed. New York: Penguin, 2011.

DIXON, John A.; FALLON, Louise A.. The concept of sustainability: origins, extensions, and usefulness for policy. **Society & Natural Resources**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 73-84, jan. 1989. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/08941928909380675>.

DMI. **About DMI**. 2020. Disponível em: <https://www.dmi.org/page/About>. Acesso em: 03 nov. 2020a.

_____. **Why Does Diversity in Design Matter?**. 2020. Disponível em: <https://www.dmi.org/page/DiversityinDesignManifesto>. Acesso em: 03 nov. 2020b.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES, José Antônio Valle. **Design Science Research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015. 181 p.

DROSTE, Magdalena. **Bauhaus**. Köln: Taschen, 2006.

DUBBERLY, Hugh. **How do you design?**. San Francisco: Dubberly Design Office, 2005. Disponível em: <http://www.dubberly.com/articles/how-do-you-design.html>. Acesso em: 03 set. 2020.

DUBBERLY, Hugh; PANGARO, Paul. **How cybernetics connects computing, counterculture, and design**. 2015. Disponível em: <http://www.dubberly.com/articles/cybernetics-and-counterculture.html>. Acesso em: 11 dez. 2020.

E

EDWARDS, Rosalind; HOLLAND, Janet. **What is qualitative interviewing?** London: Bloomsbury Academic, 2013.

EL MARGHANI, Viviane Gaspar Ribas. **Modelo de processo de design**. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2011.

ELKINGTON, John. **Cannibals with forks**: The triple bottom line of 21st century business. Oxford: Capstone Publishing Limited, 1997.

_____. Enter the Triple Bottom Line. In: HENRIQUES, Adrian; RICHARDSON, Julie (ed.). **The Triple Bottom Line**: Does it All Add Up? Assessing the sustainability of business and CSR. London: Earthscan, 2004. Cap. 1. p. 1-16.

EM DISCUSSÃO: Rio+20 Em busca de um mundo sustentável. Brasília (Df): Secretaria Jornal do Senado, n. 11, jun. 2012. Bimestral. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/NOTICIAS/JORNAL/EMDISCUSSAO/rio20.aspx>. Acesso em: 11 dez. 2020.

F

FERNANDES, Pâmela Teixeira; CANGIOLIERI, Osiris. Sustainable Product Design: the development of a conceptual model. **Applied Mechanics And Materials**, [S.L.], v. 518, p. 335-342, fev. 2014. Trans Tech Publications, Ltd.. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.518.335>.

FIKSEL, Joseph. **Design for Environment: creating eco-efficient products and processes**. New York, EUA: McGraw-Hill, 1995.

FILHO, E. R. **Projeto do Produto**. São Paulo, Brasil: Elsevier, 2010.

FINDELI, Alain. Rethinking Design Education for the 21st Century: Theoretical, methodological, and ethical discussion. **Design Issues**, v.17, n.1, p.5-17, 2001.

FINKBEINER, Matthias *et al.* Challenges in Life Cycle Assessment: an overview of current gaps and research needs. In: KLÖPPFER, Walter (ed.). **Background and Future Prospects in Life Cycle Assessment**. [S.L]: Springer Dordrecht, 2014. Cap. 7. p. 207-258. (LCA Compendium - The Complete World of Life Cycle Assessment).

FLEISCHMANN, Katja; HUTCHISON, Clive. Creative Exchange: an evolving model of multidisciplinary collaboration. **Journal of Learning Design**, v.5, n.1, p. 23-31, 2012.

FLICK, Uwe. **Desenho da pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009a.

_____. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009b.

_____. **Qualidade na pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009c.

FLORIDA, Richard. **A Ascensão da Classe Criativa: e seu papel na transformação do trabalho, do lazer, da comunidade e do cotidiano**. Porto Alegre: L&P, 2011.

FOLADORI, Guillermo. **Limites do desenvolvimento sustentável**. Campinas: Editora da Unicamp, 2001.

FORZA, Cipriano. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal Of Operations & Production Management**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 152-194, fev. 2002. Emerald.

FORTY, Adrian. **Objetos de Desejo: design e sociedade desde 1750**. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

FRASCARA, Jorge. Graphic Design: fine art or social science?. **Design Issues**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 18-29, 1988. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/1511556>.

FRASCARA, Jorge; WINKLER, Dietmar. Jorge Frascara and Dietmar Winkler On Design Research. IN: **Design Research Quarterly**. V. 3:3. Design Research Society. 2008. Disponível em: <<http://www.drsg.org/issues/drq3-3.pdf>>. Acesso em: <03 de julho de 2019.

FREITAS, Ranielder Fábio de; COUTINHO, Solange Galvão; WAECHTER, Hans da Nóbrega. Análise de Metodologias em Design: informação tratada por diferentes olhares. **Estudos em Design**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 1-15, 2013. Disponível em: <https://estudosemdesign.emnuvens.com.br/design/article/view/111>. Acesso em: 03 jul. 2019.

FRIEDMAN, Ken. Models of Design: Envisioning a future design education. **Visible Language**, v.46, n.1/2, p.132-153, 2012.

FRY, Tony. **Design as politics**. New York, NY: Berg, 2011.

G

GAGNÉ, R. M. **Como se Realiza a Aprendizagem**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1974.

GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GHAJARGAR, Maliheh; WIBERG, Mikael. Thinking with Interactive Artifacts: reflection as a concept in design outcomes. **Design Issues**, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 48-63, abr. 2018. MIT Press - Journals. http://dx.doi.org/10.1162/desi_a_00485.

GONÇALVES, Carlos A.; MEIRELLES, Anthero M. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. São Paulo, SP: Atlas, 2004.

GOULART, Iris Barbosa (Org). **A Educação na Perspectiva Construtivista**. Petrópolis: Vozes, 1997.

H

HANINGTON, Bruce; MARTIN, Bella. **Universal Methods of Design: 100 ways to research complex problems, develop innovative ideas, and design effective solutions**. Beverly: Rockport Publishers, 2012. 208 p.

HOWKINS, John. **The Creative Economy: How People Make Money from Ideas**. 2nd ed. London: Penguin Books, 2007.

HUNDAL, M. A Systematic Method for Developing Function Structures, Solutions and Concept Variants. **Mechanism and Machine Theory**, p. 25(3):243-256, 1990.

I

INSTITUTE, Project Management (org.). **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)**. 6. ed. Newtown Square, Pa: Project Management Institute, 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14040:2006: Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework**. 2 ed. [S. L.]: International Organization For Standardization, 2006.

IPIRANGA, Ana Silva Rocha; GODOY, Arilda Schmidt; BRUNSTEIN, Janette. Introdução. **Ram. Revista de Administração Mackenzie**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 13-20, jun. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-69712011000300002>.

ITTEN, Johannes. **Design and form**: The basic course at the Bauhaus and later. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1975.

J

JANSSON, David G.; SMITH, Steven M.. Design fixation. **Design Studies**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 3-11, jan. 1991. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0142-694x\(91\)90003-f](http://dx.doi.org/10.1016/0142-694x(91)90003-f).

JOHNSON, Bruce *et al.* **FLEXIBLE SOFTWARE DESIGN**: systems development for changing requirements. New York: Auerbach Publications, 2005.

JONAS, Hans. **El principio Del responsabilidad**: ensayo de una ética para La civilizacion tecnológica. Barcelona: Harder, 1995.

JONES, John C. **Design Methods**. 2ed. Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold, 1992.

K

KAIZER, Felipe. Bauhaus e o estilo moderno. **Estudos em Design**, [S.L.], v. 28, n. 2, p. 66-75, 21 ago. 2020. Estudos em Design. <http://dx.doi.org/10.35522/eed.v28i2.985>.

KAZAZIAN, Thierry (org). **Haverá a Idade das Coisas Leves**. São Paulo: SENAC, 2005.

L

LAZZAROTTI, F.; DALFOVO, M. S.; HOFF, V. E. A bibliometric study of innovation based on Schumpeter. *Journal of Technology Management & Innovation*, Santiago, v. 6, n.4. 2011

LENS - The Learning Network on Sustainability. **Tools**. Disponível em: http://www.lens.polimi.it/index.php?M1=6&M=3&LR=1&P=tools_select.php. Acesso em: 01 jul. 2019.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. **Archives Of Psychology**, New York, v. 22, n. 140, p. 5-55, June 1932.

LÖBACH, B. **Design Industrial**. São Paulo: Blücher, 2001.

LÓPEZ, Nuria Mirto. Environmental Protection by International Organization in Wartime. **Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change**. Berlin, 2008.

LYONS, Benjamin A.; MEROLA, Vittorio; REIFLER, Jason. How bad is the fake news problem? the role of baseline information in public perceptions. In: GREIFENEDER, Rainer *et al* (ed.). **The Psychology of Fake News: accepting, sharing, and correcting misinformation**. New York: Routledge, 2021. Cap. 2. p. 11-26.

M

MALHEIROS, Tadeu Fabricio; PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; COUTINHO, Sonia Maria Viggiani. Agenda 21 Nacional e Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: contexto brasileiro. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 7-20, jan. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/sausoc/2008.v17n1/7-20/pt/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

MALHOTRA, N. K.; BIRKS, D. F. **Marketing research: an applied approach**. England: Pear-son Education Limited, 2006.

MANZINI, Ezio. **Design para a inovação social e sustentabilidade: Comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

_____. **Politics of the Everyday**. London: Bloomsbury, 2019.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2002.

MARCH, Salvatore T.; SMITH, Gerald F.. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 251-266, dez. 1995. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)00041-2](http://dx.doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2).

MARGOLIN, Victor. **Design Discourse**. Chicago, EUA: The University of Chicago Press, 1989.

MARIOTTI, Humberto. **Complexidade e sustentabilidade: o que se pode e o que não se pode fazer**. São Paulo: Atlas, 2013.

MASLOW, A. H.. A theory of human motivation. **Psychological Review**, [S.L.], v. 50, n. 4, p. 370-396, jul. 1943. American Psychological Association (APA). <http://dx.doi.org/10.1037/h0054346>.

MATTÉ, Volnei Antônio; GONTIJO, Leila Amaral; SOUSA, Richard Perassi Luiz de. O conhecimento especializado em design: considerações a respeito do processo de ensino e aprendizagem. **Estudos em Design**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, 2008. Disponível em: <https://estudosemdesign.emnuvens.com.br/design/article/view/27/24>. Acesso em: 03 jul. 2020.

MATTÉ, Volnei Antônio. Proposta de Metodologia Projetual para Produtos Gráfico-impressos. **Expressão**, Santa Maria, v. 1, p. 60-66, jan. 2004.

MAURI, F. **Progettare Progettando Stratedia**. Milano: Dunob, 1996.

MCHENRY, Henry M.; COFFING, Katherine. Australopithecus to Homo: transformations in body and mind. **Annual Review Of Anthropology**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 125-146, 21 out. 2000. Annual Reviews.
<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.anthro.29.1.125>.

MEADOWS, Donella H. et al. **The limits to growth**: a report for the club of rome's project on the predicament of mankind. New York: Universe Books, 1972.

MEADOWS, Donella H.; WRIGHT, Diana. **Thinking in Systems**. London: Earthscan, 2009.

MEDINA, Nana Mininni; SANTOS, Elizabeth da Conceição. **Educação Ambiental**: uma metodologia participativa de formação. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

MEERKAMM, Harald; KOCH, Michael. Design for X. In: CLARKSON, John; ECKERT, Claudia. **Design process improvement**: a review of current practice. London: Springer London, 2005. Cap. 12. p. 306-323. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-84628-061-0_13.

MELO, Leonardo Menezes; MERINO, Eugênio Andrés Diaz; MERINO, Giselle Schmidt Aves Diaz. A Systematic Review About Design For X. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, [S.L.], v. 12, n. 4, p. 78-99, 1 nov. 2017. A Fundacao para o Desenvolvimento de Bauru (FunDeB).
<http://dx.doi.org/10.15675/gepros.v12i4.1744>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Comissão Nacional de Ética. Constituição (2021). Ofício Circular nº 2, de 24 de fevereiro de 2021. **Orientações Para Procedimentos em Pesquisas Com Qualquer Etapa em Ambiente Virtual**. Brasília, Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/images/Oficio_Circular_2_24fev2021.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

MORAES, Dijon de. **Metaprojeto**: o design do design. São Paulo: Blucher, 2010.

MOZOTA, Brigitte Borja de; KLÖPSCH, Cássia; COSTA, Filipe Campelo Xavier da. **Gestão do Design**: usando o design para construir valor de marca e inovação corporativa. Porto Alegre: Bookman, 2011.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

MUNDIM, Ana Paula Freitas *et al.* Aplicando o cenário de desenvolvimento de produtos em um caso prático de capacitação profissional. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 9, n. 1, p. 1-16, abr. 2002.

N

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **A ONU e o meio ambiente**. 2020a. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 03 jul. 2020.

_____. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2020b. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 03 jul. 2020.

NAKAKOJI, Kumiyo. Meanings of Tools, Support, and Uses for Creative Design Processes. In: INTERNATIONAL DESIGN RESEARCH SYMPOSIUM, 6., 2006, Seoul. **Proceedings [...]**. Seoul: Research Center, 2006. p. 156-165.

NIELSEN, Jakob; MACK, Robert L. **Usability Inspection Methods**. New York: John Wiley & Sons, 1994.

NIEMANN, Jörg; TICHKIEWITCH, Serge; WESTKÄMPER, Engelbert. **Design of Sustainable Product Life Cycles**. Berlin: Springer Berlin, Heidelberg, 2009.

NORMAN, Donald A. **O design do dia a dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2006.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J.. **The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them**. Florida: Florida Institute For Human And Machine Cognition (Ihmc), 2006. 31 p. Disponível em: https://www.informationtamers.com/PDF/The_Theory_Underlying_Concept_Maps_and_How_to_Construct_Them.pdf. Acesso em: 03 mar. 2020.

O

OLSON, G.B.. Beyond discovery: design for a new material world. **Calphad**, [S.L.], v. 25, n. 2, p. 175-190, jun. 2001. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0364-5916\(01\)00041-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0364-5916(01)00041-4).

OSORIO, Joycer; ROMERO, David; BETANCUR, Maria; MOLINA, Arturo. Design for sustainable mass-customization: design guidelines for sustainable mass-customized products. **2014 International Conference On Engineering, Technology And Innovation (Ice)**, [S.L.], v. 1, p. 1-9, jun. 2014. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/ice.2014.6871560>.

P

PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering Design A Systematic Approach**. London: Springer, 1996.

PAPANEEK, Victor. **Arquitetura e Design: ecologia e ética**. Lisboa, Portugal: 70, 1997.

_____. **Design for the real world: human ecology and social change**. New York: Pantheon, 1971.

PETTICREW, M.; ROBERTS, H. **Systematic Reviews in the Social Sciences: a practical guide**. England: Blackwell Publishing Ltd, 2006.

PIAGET, Jean. **O Nascimento da Inteligência da Criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

_____. **Psicologia e Pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1976.

PLATCHECK, Elizabeth Regina. **Design industrial: metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: Atlas, 2012.

POPOFF, Alexandre; MILLET, Dominique. Sustainable Life Cycle Design Using Constraint Satisfaction Problems and Quality Function Deployment. **Procedia Cirp**, [S.L.], v. 61, p. 75-80, 2017. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.147>.

R

REDIG, Joaquim. **Sentido do design ou, desenho industrial, ou, desenho de produto e programação visual**. Rio de Janeiro: Imprinta, 1983.

_____. **Sobre desenho industrial (ou design) e desenho industrial no Brasil**. Porto Alegre: Ed. UniRitter, 2005.

RIBAS, V. G., et al. **Reference Board**: Method with focus on emotion for the conception of new products in design. In: Interim Meeting of the International Color Association, 2004. Porto Alegre: Color and Paints, 2004

RITTEL, Horst W. J.; WEBBER, Melvin M. **Dilemmas in a General Theory**. IN Policy Sciences. V. 4. p. 155-169. Scotland: Elsevier Scientific Publishing Company, 1973.

ROBERT, Kates W.; PARRIS, Thomas M.; LEISEROWITZ, Anthony A.. What is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, [S.L.], v. 47, n. 3, p. 8-21, abr. 2005. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00139157.2005.10524444>.

ROSENFELD, H. *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

S

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, María del Pilar Baptista. **Metodología de pesquisa**. Porto Alegre: Penso, 2013.

SAURO, Jeff. **MEASURING USABILITY WITH THE SYSTEM USABILITY SCALE (SUS)**. 2011. Disponível em: <https://measuringu.com/sus/>. Acesso em: 03 jul. 2020.

SELLE, Gert. **Ideologia y utopia del diseño**: Contribución a la teoría del diseño industrial. Barcelona: Editorial Gustavo Gill, 1973.

SEMINO, O.. The Genetic Legacy of Paleolithic Homo sapiens in Extant Europeans: a Y chromosome perspective. **Science**, [S.L.], v. 290, n. 5494, p. 1155-1159, 10 nov. 2000. American Association for the Advancement of Science (AAAS).
<http://dx.doi.org/10.1126/science.290.5494.1155>.

SILVA, Carlos Viana da; GIULIANO, Carla Pantoja. SUSTENTABILIDADE E MODA: um estudo bibliométrico dos anais do colóquio de moda. **Revista Conhecimento Online**, [S.L.], v. 2, p. 92-104, 12 maio 2017. Associação Pro-Ensino Superior em Novo Hamburgo. <http://dx.doi.org/10.25112/rco.v2i0.1209>.

SILVA, Carlos Viana da; RIBEIRO, Vinicius Gadis; SILVEIRA, André da. CAUSA & EFEITO: objeto de aprendizagem para auxílio à elicitação de requisitos de sustentabilidade. **Mix Sustentável**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 116-125, 11 nov. 2015. Mix Sustentável. <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.mix2015.v1.n2.116-125>.

SILVEIRA, André Luis Marques da; FRANZATO, Carlo; LINDEN, Júlio van der (org.). **Caminhos para a sustentabilidade através do Design**. Porto Alegre: Editora UniRitter, 2014. 202 p

SIMON, Herbert Alexander. **The Sciences of the Artificial**. 3. ed. London, England: The Mit Press, 1996. 231 p.

SKINNER, B. F. **Sobre o Behaviorismo**. São Paulo: Pensamento - CultrixLtda, 1974.

SPENCER-OATEY, Helen. GlobalPeople. **What is Culture?: a compilation of quotations**. A compilation of quotations. 2012. GlobalPeople Core Concept Compilations. Disponível em: https://warwick.ac.uk/fac/cross_fac/globalpeople2/knowledgeexchange/coreconcepts/. Acesso em: 03 jul. 2019.

STAMM, Bettina V. **Managing Innovation, Design and Creativity**. Chichister: Wiley, 2003.

STOLTERMAN, Erik; PIERCE, James. Design tools in practice. **Proceedings Of The Designing Interactive Systems Conference On - Dis '12**, [S.L.], p. 25-28, 2012. ACM Press. <http://dx.doi.org/10.1145/2317956.2317961>.

STRAWBRIDGE, Z.; MCADAMS, D. A.; STONE, R. B. A computational approach to conceptual design. **ASME Design Engineering Technical Conference**, p. 15--25, 2002.

T

TEIXEIRA, Carlos. The entrepreneurial design curriculum: design-based learning for knowledge-based economies. **Design Studies**, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 411-418, jul. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2010.03.003>.

THE BRITISH MUSEUM (Londres). **Lower palaeolithic: olduvai stone chopping tool**. Olduvai stone chopping tool. Disponível em: <https://britishmuseum.withgoogle.com/object/olduvai-stone-chopping-tool>. Acesso em: 03 jul. 2020a.

_____. **Bead; necklace. Necklace, restrung, formed of 72 flat bone beads.**

Disponível em: https://www.britishmuseum.org/collection/object/H_1938-0101-62.

Acesso em: 03 jul. 2020b.

_____. **The Pitt-Rivers Knife.** ivory grip decorated with rows of animals in relief; flint blade with serrated lower edge. Disponível em:

https://www.britishmuseum.org/collection/object/Y_EA68512. Acesso em: 03 jul.

2020c.

THE CLUB OF ROME (Switzerland). **History.** 2022. Disponível em:

<https://www.clubofrome.org/history/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

TIKHOMIROV, O. K. The psychological Consequences of Computarization. In WERTSCH, J. V Ed. **The Concept of Activity in Soviet Psychology.** New York: M.E Sharpe Inc., 1981.

U

ULLMAN, D. **The mechanical design process.** New York, New York, USA: McGraw-Hill, 2010.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product Design and Development.** 6. ed. New York, New York, USA: McGraw-Hill, 2015.

UNITED NATIONS. **About the UN.** 2020. Disponível em:

<https://www.un.org/en/about-un/index.html>. Acesso em: 03 jul. 2020.

UNITED NATIONS (Stockholm). **Report of the United Nations Conference on the Human Environment.** 1972. Disponível em:

https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/CONF.48/14/REV.1. Acesso em: 20 dez. 2020.

V

VEIGA, José Eli da. **A desgovernança mundial da sustentabilidade.** São Paulo: Editora 34, 2013. 232 p.

VEIGA, José E. **A emergência socioambiental.** São Paulo: Senac, 2007.

VEIGA, José Eli da. **Para entender o desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Editora 34, 2015. 232 p.

VEZZOLI, Carlo. **Design de sistemas para a sustentabilidade:** teoria, métodos e ferramentas para o design sustentável de “sistemas de satisfação”. Salvador: EDUFBA, 2010.

VICENTE, José Manuel Andrade Nunes. **CONTRIBUTOS PARA UMA METODOLOGIA DE DESIGN SUSTENTÁVEL APLICADA À INDÚSTRIA DO MOBILIÁRIO**: o caso português. 2012. 357 f. Tese (Doutorado) - Curso de Design, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

VONGVIT, Rattawut; KONGPRASERT, Nattapong; FOURNAISE, Tristan; COLLANGE, Theo. Integration of Fuzzy-QFD and TRIZ methodology for product development. **2017 3Rd International Conference On Control, Automation And Robotics (Iccar)**, [S.L.], v. 1, p. 326-329, abr. 2017. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/iccar.2017.7942712>.

VYGOTSKY, Lev. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

Y

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

W

WATZ, Matilda; HALLSTEDT, Sophie I.. Profile model for management of sustainability integration in engineering design requirements. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 247, p. 119155, fev. 2020. Elsevier BV.

W3C. **W3C Accessibility Guidelines (WCAG) 3.0**. 2021. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/wcag-3.0/>. Acesso em: 27 dez. 2021.

WDO. **About Us**. 2020. Disponível em: <https://wdo.org/about/>. Acesso em: 03 dez. 2020a.

_____. **Definition of Industrial Design**. 2020. Disponível em: <https://wdo.org/about/definition/>. Acesso em: 03 dez. 2020b.

_____. **History**. 2020. Disponível em: <https://wdo.org/about/history/>. Acesso em: 03 dez. 2020c.

WERTHEIMER, Max. **Productive Thinking**. New York, Ny, Usa: Harper & Brothers Publishers, 1945. 224 p.

WU, Yung-Hung; HO, Chao Chung. Integration of green quality function deployment and fuzzy theory: a case study on green mobile phone design. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 108, p. 271-280, dez. 2015. Elsevier BV.

Z

ZYGOMATIC. **WordClouds.com**. 2022. Disponível em: <https://www.wordclouds.com>. Acesso em: 8 jan. 2022.

APÊNDICES

APÊNDICE A

MODELO DE CONVITE PARA PARTICIPANTE DA PESQUISA ESPECIALISTA EM DESIGN

Prezado(a),

Me chamo Carlos Viana da Silva, sou Designer formado pela Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES) e desenvolvo desde o bacharelado, mestrado (em Design, Educação e Inovação no Centro Universitário Ritter dos Reis – UniRitter) e agora no doutorado em Design na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pesquisas que conectam as áreas de Ecodesign, Sustentabilidade e Design.

Orientado pelo Professor Doutor Vinícius Gadis Ribeiro, no Programa de Pós-Graduação em Design (PgDesign) da UFRGS, estou desenvolvendo uma ferramenta para gerenciamento, classificação e codificação de requisitos orientados a sustentabilidade, de modo que os dados auxiliem nas decisões de abordagens e estratégias para o desenvolvimento projetual.

Neste processo, coletei da literatura conceitos relacionados à sustentabilidade e design, e, para complementar a coleta de dados, gostaria de incluir a análise sobre as percepções de especialistas e estudantes em design para contribuir com a investigação e avaliação da ferramenta em desenvolvimento.

Por esta razão, venho por meio deste contato solicitar a sua participação, como especialista em design, para dois momentos da pesquisa: a) fase de investigação; b) fase de avaliação.

Para a fase de investigação, através de uma entrevista semiestruturada em profundidade, cujo objetivo busca a compreensão sobre qual momento designers executam ou entendem que deve ser executado o processo de gerenciamento da sustentabilidade em projetos de produtos e quais métodos, ferramentas e frameworks são utilizados para mapear tal gerenciamento. Soma-se ainda, a expectativa de perceber o processo projetual dos profissionais entrevistados para que possam servir de possíveis revelações sobre a categorização e classificação de tais informações.

O tempo previsto estimado para a sua participação nesta fase é de 60 minutos. Um roteiro contendo nove perguntas será utilizado para conduzir a entrevista. Outros questionamentos podem ser inseridos para aprofundamentos ou esclarecimento das respostas anteriores.

Para a fase de avaliação, através de um *survey* explanatório, cujo objetivo é determinar a compreensão e usabilidade da ferramenta proposta. O tempo previsto estimado para sua participação nesta fase é de 30 minutos. Após uma breve utilização da ferramenta desenvolvida, a partir de um formulário on-line com 16 questões, com a atribuição de notas de 1 a 5 (quando 1 corresponde a “discordo completamente” e 5 “concordo plenamente”) e N/A quando a questão não se aplica a situação experienciada sobre a percepção dos elementos estéticos visuais como tipografias, cores, grids e imagens; sobre as condições de uso; e sob o ponto de vista dos resultados obtidos após a utilização da ferramenta resultante do objetivo geral desta pesquisa.

Caso aceite participar da pesquisa, por gentileza, confirme respondendo esse e-mail, para que eu possa enviar para sua apreciação o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Após a assinatura do TCLE, agendaremos uma data compatível com sua disponibilidade e dentro do prazo definido para a realização da coleta de dados.

Grato desde já.

Atenciosamente,

Carlos Viana da Silva

Docente | Me. Design Educação e Inovação

Doutorando em Design - PgDesign UFRGS

+55 (51) 99923.9882

--

PGDesign/UFRGS

www.pgdesign.ufrgs.br

Fone/fax: 3308-3438

APÊNDICE B

MODELO DE CONVITE PARA PARTICIPANTE DA PESQUISA ESTUDANTE DE DESIGN

Prezado(a),

Me chamo Carlos Viana da Silva, sou Designer formado pela Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES) e desenvolvo desde o bacharelado, mestrado (em Design, Educação e Inovação no Centro Universitário Ritter dos Reis – UniRitter) e agora no doutorado em Design na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pesquisas que conectam as áreas de Ecodesign, Sustentabilidade e Design.

Orientado pelo Professor Doutor Vinícius Gadis Ribeiro, no Programa de Pós-Graduação em Design (PgDesign) da UFRGS, estou desenvolvendo uma ferramenta para gerenciamento, classificação e codificação de requisitos orientados a sustentabilidade, de modo que os dados auxiliem nas decisões de abordagens e estratégias para o desenvolvimento projetual.

Neste processo, coletei da literatura conceitos relacionados à sustentabilidade e design, e, para complementar a coleta de dados, gostaria de incluir a análise sobre as percepções de especialistas e estudantes em design para contribuir com a investigação e avaliação da ferramenta em desenvolvimento.

Por esta razão, venho por meio deste contato solicitar a sua participação, como estudante de design, para fase de avaliação da pesquisa.

Sua participação será através de um grupo focal realizado on-line via plataforma Google Meet, cujo objetivo é medir percepções de usabilidade da ferramenta proposta. O tempo previsto estimado para a sua participação nesta fase é de 100 minutos. A sequência da atividade realizada com o grupo focal irá seguir pela seguinte ordem: a) exposição do contexto da Tese e dos resultados da fase de investigação; b) apresentação da ferramenta aos participantes; c) a partir de orientações instruídas em um briefing, os participantes serão divididos em 3 equipes de projetos, com 5 integrantes em cada grupo, e com base no uso natural da ferramenta, deverão efetuar o gerenciamento, classificação e codificação de requisitos orientados a sustentabilidade; d) debate sobre a utilização da ferramenta, ponderações e indicações de possibilidades de refinamentos; e) preenchimento on-line de Formulário Google. Para instrumentalizar o teste, elege-se o *System Usability Scale (SUS)* que representa uma escala para identificar a visão global das avaliações subjetivas de usabilidade do artefato. O *SUS* é um questionário estruturado conforme a escala de Likert (1932), em que se intercalam questionamentos de concordância e discordância onde os respondentes assinalam pontuações que variam de 1 (discordo fortemente) e 5 (concordo fortemente) sobre aspectos relacionados ao artefato.

Caso aceite participar da pesquisa, por gentileza, confirme respondendo esse e-mail, para que eu possa enviar para sua apreciação o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Após a assinatura do TCLE, agendaremos uma data compatível com sua disponibilidade e dentro do prazo definido para a realização da coleta de dados.

Grato desde já.

Atenciosamente,

Carlos Viana da Silva

Docente | Me. Design Educação e Inovação

Doutorando em Design - PgDesign UFRGS

+55 (51) 99923.9882

--

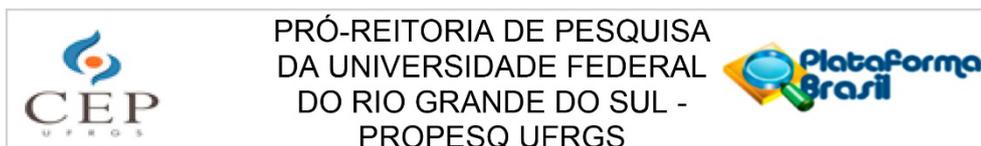
PGDesign/UFRGS

www.pgdesign.ufrgs.br

Fone/fax: 3308-3438

APÊNDICE C

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: ferramenta para apoio à definição de requisitos sustentáveis em projetos.

Pesquisador: Vinicius Gadis Ribeiro

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 51155221.1.0000.5347

Instituição Proponente: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.036.901

Apresentação do Projeto:

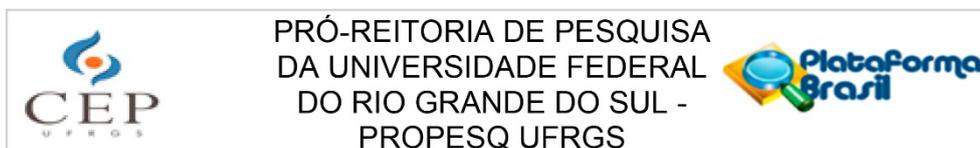
Trata-se de segunda versão do projeto de pesquisa referente à Tese doutoral de Carlos Viana da Silva no PPG Design que tem como pesquisador responsável Vinicius Gadis Ribeiro, intitulado "Design para a sustentabilidade: ferramenta para apoio à definição de requisitos sustentáveis em projetos" a ser executado de novembro de 2021 a fevereiro de 2022 e que pretende propor "uma ferramenta para apoio a gestão de requisitos sustentáveis em projetos, na medida que contribua positivamente ao facilitar as decisões que os designers precisam tomar durante suas atividades. Para tal, realiza-se uma revisão da literatura sobre processos de design, métodos e requisitos projetuais, ferramentas de apoio e sustentabilidade.

A metodologia da pesquisa utilizada para o desenvolvimento do artefato proposto é a Design Science Research, indicada para a pesquisas com propostas de desenvolvimento de artefatos.

O problema de pesquisa formulado é: "como a classificação e codificação de requisitos sustentáveis em projetos de produtos pode ser aplicada no processo de design, de maneira a influenciar com as decisões projetuais?"

Como hipótese, os pesquisadores informam que "a classificação e codificação de requisitos

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 5.036.901

orientados a sustentabilidade nas fases iniciais de projetos, através de uma ferramenta de gerenciamento, possibilita identificar abordagens e estratégias sustentáveis que possam ser utilizadas no desenvolvimento projetual”.

Foi apresentada uma fundamentação teórica sobre "processo de design, sustentabilidade, o uso e o desenvolvimento de ferramentas para auxiliar nos processos de design sob as perspectivas do estabelecimento e gestão de requisitos projetuais para artefatos”.

Objetivo da Pesquisa:

Os pesquisadores informam como objetivo geral: "Desenvolver uma ferramenta para gerenciamento, classificação e codificação de requisitos orientados a sustentabilidade, de modo que os dados auxiliem nas decisões de abordagens e estratégias para o desenvolvimento projetual”.

Já os objetivos específicos são:

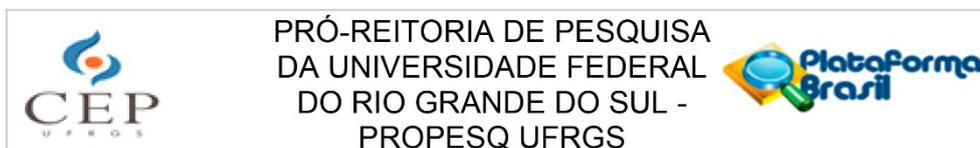
- "a. Compreender o que é sustentabilidade, os conceitos relacionados e como são envolvidos em projetos de produtos para fins de especificar requisitos para a proposição da ferramenta;
- b. Analisar estratégias utilizadas por designers para estabelecimento de requisitos orientados a sustentabilidade durante o desenvolvimento projetual, com o intuito de compreensão do cenário;
- c. Investigar ferramentas utilizadas para a gestão de requisitos projetuais orientados a sustentabilidade para fins de reconhecer contextos e abordagens distintas;
- d. Propor uma classificação e codificação de requisitos projetuais relacionados aos conceitos identificados no objetivo específico (a);
- e. Avaliar a aplicabilidade e contribuição da ferramenta proposta no contexto projetual, para fins de melhorias na ferramenta;
- f. Evidenciar as aprendizagens no decorrer do processo para gerar conhecimentos para trabalhos futuros”.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Nos dois modelos de TCLE, a serem apresentados a estudantes e especialistas em design são informados os seguintes riscos: "Sobre os riscos possíveis que possam ocorrer aos participantes da pesquisa, durante os procedimentos, é possível que possa ser ocasionado algum tédio, bem como os riscos característicos do ambiente virtual, meios eletrônicos, ou atividades não

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 5.036.901

presenciais, em função das limitações das tecnologias utilizadas. Informa-se das limitações dos pesquisadores para assegurar total confidencialidade e potencial risco de sua violação dos sistemas gerenciados por empresas mediadoras de tecnologia para meios virtuais".

Benefícios:

Já os benefícios são indiretos e os mesmos para os dois tipos de participantes: "contribuir para o desenvolvimento de uma ferramenta para gerenciamento, classificação e codificação de requisitos orientados a sustentabilidade, de modo que os dados auxiliem nas decisões de abordagens e estratégias para o desenvolvimento projetual. Os dados obtidos poderão contribuir indiretamente no desenvolvimento de produtos mais sustentáveis, bem como auxiliar na prática e ensino do design para a sustentabilidade. Sua recusa não resultará em nenhum prejuízo em relação ao pesquisador responsável e sua instituição".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estão previstas entrevistas em profundidade com 10 especialistas, que vão possibilitar a elaboração de uma ferramenta de gerenciamento, classificação e codificação de requisitos associados à sustentabilidade em projetos de design, a ser usado por eles e, então, validado com uma survey com esses mesmos especialistas; em seguida, se realizará teste de usabilidade em um grupo focal realizado com 15 estudantes de design.

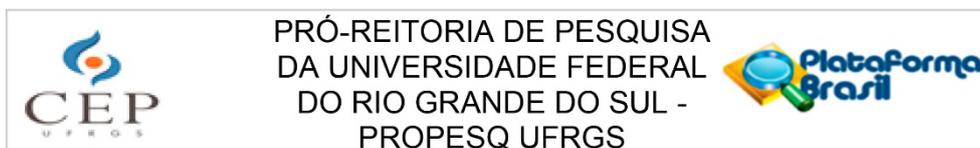
A localização dos participantes da pesquisa será feita em forma de convite individual enviado por e-mail, conforme modelo identificado nos Apêndices do Projeto. Pelo texto dos Apêndices, o TCLE será enviado aos participantes apenas após eles manifestarem o interesse em participar da pesquisa, respondendo à mensagem enviada a título de convite.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foi apresentado projeto de pesquisa e folha de rosto assinada, além dos seguintes documentos:

- Carta resposta às pendências apontadas pelo CEP/UFRGS;
- Instrumentos de coleta de dados;
- 2 TCLEs, um para especialistas a serem entrevistados, outro para estudantes que participarão do grupo focal;
- Cronograma;
- Orçamento.

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 5.036.901

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Quanto às pendências identificadas na versão anterior do artigo e listadas abaixo, faz-se os seguintes apontamentos:

1. Esclarecer como será feita a localização de candidatos a participantes da pesquisa especialistas e estudantes, e como será feito o convite à participação na pesquisa (presencial? ou por cartazes? folders? nesses casos apresentar modelo) e a coleta do TCLE assinado;

Resposta dos pesquisadores: A localização dos participantes da pesquisa será feita em forma de convite individual enviado por e-mail (identificado nas páginas 73 e 84), conforme modelo apresentado nos Apêndices A e B do PROJETO_COMPLETO.PDF (páginas 104 - 107). PENDÊNCIA ATENDIDA.

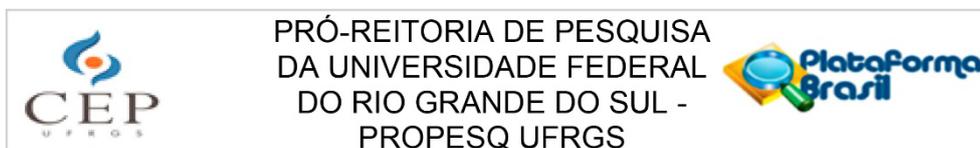
2. Informar como será garantido o acesso à internet pelo participante. Haverá ressarcimento ao participante referente ao tempo de uso durante a entrevista? Será disponibilizado ambiente wi-fi livre para o participante? Solicita-se esclarecimentos.

Resposta dos pesquisadores: O acesso à internet será providenciado e garantido pelos participantes da pesquisa, ao definir-se como critério de inclusão, participantes da pesquisa com condições financeiras e tecnológicas de acesso à internet, não havendo ressarcimentos para tal contato através de meio virtual. Assim, um dos critérios de exclusão dos participantes da pesquisa é a ausência de acesso à internet, por qualquer motivo, em alguma das etapas da coleta de dados (identificado nas páginas 73, 83 e 84 do PROJETO_COMPLETO.PDF)". PENDÊNCIA ATENDIDA.

3. Revisar os critérios de inclusão e exclusão.

Resposta dos pesquisadores: "- Critérios de inclusão para especialistas em design: profissionais com ampla experiência de mercado (com pelo menos 5 anos de atuação comprovada), designers premiados em concursos específicos da área, pós doutores, doutores, doutorandos e mestres na área do design, especialistas na área de projetos e docentes atuantes em disciplinas em que a avaliação dos discentes se dá a partir de artefatos produzidos ao decorrer das aulas. Considera-se também como critério de inclusão, participantes da pesquisa com condições financeiras e tecnológicas de acesso à internet, não havendo ressarcimentos para tal contato através de meio virtual.

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 5.036.901

- Como critérios de exclusão, apresentam-se os motivos para que os dados não sejam considerados na análise, quando um participante da pesquisa faltar a uma avaliação, ou responder a um questionamento de forma incompleta, ou esteja impossibilitado de acessar à internet, por qualquer motivo, em alguma das etapas da coleta de dados.

- Identificados na página 73 do PROJETO_COMPLETO.PDF

- Critérios de inclusão para estudantes de design: estudantes de bacharelado em design. Considera-se também como critério de inclusão, participantes da pesquisa com condições financeiras e tecnológicas de acesso à internet, não havendo ressarcimentos para tal contato através de meio virtual.

- Como critérios de exclusão, apresentam-se os motivos para que os dados não sejam considerados na análise, quando um participante da pesquisa faltar a uma avaliação, ou responder a um questionamento de forma incompleta, ou esteja impossibilitado de acessar à internet, por qualquer motivo, em alguma das etapas da coleta de dados.

- Identificados nas páginas 83 e 84 do PROJETO_COMPLETO.PDF". PENDÊNCIA ATENDIDA.

4. Esclarecer a divergência do número de entrevistados na Plataforma Brasil em relação ao Projeto Detalhado, justificando-o.

Resposta dos pesquisadores: "Identificação da quantidade de participantes da pesquisa apresentadas no PROJETO_COMPLETO.PDF, nas páginas 72 e 73 para os especialistas em design e nas páginas 83 e 84 para os estudantes de design.". PENDÊNCIA ATENDIDA.

No TCLE:

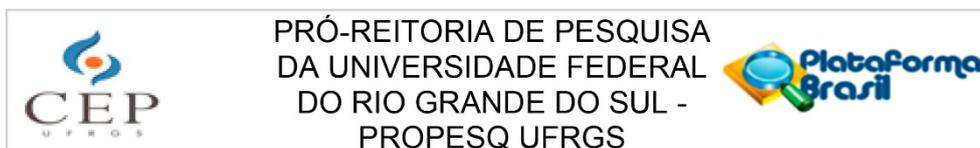
5. Atentar para o OFÍCIO CIRCULAR Nº 2/2021/CONEP/SECNS "Orientações para procedimentos em pesquisas com qualquer etapa em ambiente virtual" publicadas pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, em 24 de fevereiro de 2021, disponível em <http://conselho.saude.gov>.

Resposta dos pesquisadores: "Foram adicionados, nas páginas 2 e 5 do TCLE, os seguintes parágrafos,(...): "Atenta-se que para a realização dos procedimentos que envolvem contato através de meio virtual, adota-se a conduta indicada pelo Ministério da Saúde - Comissão Nacional de Ética (2021)". PENDÊNCIA ATENDIDA.

6. Garantir ao candidato a participante que o consentimento pode ser retirado a qualquer momento sem prejuízo.

Resposta dos pesquisadores: "Indicado nas páginas 2 e 5 do TCLE."• A participação na é

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 5.036.901

facultativa, podendo-se retirar o consentimento ou desistir da atividade quando desejado, sem nenhum prejuízo.". PENDÊNCIA ATENDIDA.

7. Destacar, além dos riscos e benefícios relacionados com a participação na pesquisa, aqueles riscos característicos do ambiente virtual (nesse caso, potencial de vazamento de dados). Devem ser informadas as limitações dos pesquisadores para assegurar total confidencialidade e potencial risco de sua violação.

Resposta dos pesquisadores: "Identificado nas páginas 2 e 5 do TCLE o seguinte texto:

"Sobre os riscos possíveis que possam ocorrer aos participantes da pesquisa, durante os procedimentos, é possível que possa ser ocasionado algum tédio, bem como os riscos característicos do ambiente virtual, meios eletrônicos, ou atividades não presenciais, em função das limitações das tecnologias utilizadas. Informa-se das limitações dos pesquisadores para assegurar total confidencialidade e potencial risco de sua violação dos sistemas gerenciados por empresas mediadoras de tecnologia para meios virtuais.". PENDÊNCIA ATENDIDA.

8. Esclarecer que para minimizar o risco de vazamento de dados, uma vez concluída a coleta de dados, será realizado download dos dados coletados para um dispositivo eletrônico local, apagando todos os dados da plataforma digital.

Resposta dos pesquisadores: "Identificado nas páginas 2 e 5 do TCLE o seguinte texto:

"Para minimizar os riscos do vazamento dos dados gerados nos meios virtuais, uma vez concluída a coleta de dados, será realizado download das informações coletadas para um dispositivo eletrônico local e os dados serão excluídos da plataforma digital;". PENDÊNCIA ATENDIDA.

Todas as pendências foram atendidas, estando a presente versão do projeto de pesquisa em acordo com a resolução CNS/MS 466/2012. Pela aprovação.

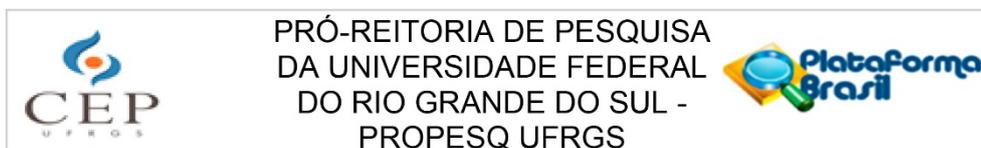
Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1813418.pdf	23/09/2021 18:17:57		Aceito

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL -
PROPESQ UFRGS

Continuação do Parecer: 5.036.901

Outros	DOCUMENTO_RESPOSTA_AOS_QUE STIONAMENTOS.pdf	23/09/2021 18:17:13	CARLOS VIANA DA SILVA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_COMPLETO.pdf	23/09/2021 18:09:43	CARLOS VIANA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVR E_E_ESCLARECIDO.pdf	23/09/2021 18:09:21	CARLOS VIANA DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Plataforma_Brasil.pdf	25/08/2021 13:35:55	CARLOS VIANA DA SILVA	Aceito
Outros	INSTRUMENTOS_PARA_COLETA_DE DADOS.pdf	22/08/2021 19:48:36	CARLOS VIANA DA SILVA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	22/08/2021 19:47:57	CARLOS VIANA DA SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 14 de Outubro de 2021

Assinado por:
Patrícia Daniela Melchiors Angst
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br

APÊNDICE D

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ESPECIALISTA EM DESIGN

CONVITE

Você está convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS (PgDesign), intitulada **DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: ferramenta para apoio à hierarquização de requisitos sustentáveis em projetos**, que está sendo desenvolvida pelo Doutorando Profe. Me. Carlos Viana da Silva sob a orientação do Prof. Dr. Vinícius Gadis Ribeiro.

APRESENTAÇÃO

Esta pesquisa discute a utilização de ferramentas para o apoio a gestão de requisitos sustentáveis em projetos, na medida que possa contribuir positivamente ao facilitar as decisões que os designers precisam tomar durante suas atividades. Estima-se que o resultado das investigações possa contribuir como instrumento facilitador da inserção e gestão dos conceitos de sustentabilidade em projetos.

O **objetivo desta pesquisa** consiste em desenvolver uma ferramenta para gerenciamento, classificação e codificação de requisitos orientados a sustentabilidade, de modo que os dados auxiliem nas decisões de abordagens e estratégias para o desenvolvimento projetual.

Sua **participação** será realizada em dois momentos da pesquisa: a) fase de investigação; b) fase de avaliação.

Para a **fase de investigação**, através de uma **entrevista semiestruturada em profundidade**, cujo objetivo busca a compreensão sobre qual momento designers executam ou entendem que deve ser executado o processo de gerenciamento da sustentabilidade em projetos de produtos e quais métodos, ferramentas e frameworks são utilizados para mapear tal gerenciamento. Soma-se ainda, a expectativa de perceber o processo projetual dos profissionais entrevistados para que possam servir de possíveis revelações sobre a categorização e classificação de tais informações. O tempo previsto estimado para a sua participação nesta fase é de 60 minutos. Um roteiro contendo nove perguntas será utilizado para conduzir a entrevista. Outros questionamentos podem ser inseridos para aprofundamentos ou esclarecimento das respostas anteriores.

Para a **fase de avaliação**, através de um **survey explanatório**, cujo objetivo é determinar a compreensão e usabilidade da ferramenta proposta. O tempo previsto estimado para sua participação nesta fase é de 30 minutos. Após uma breve utilização da ferramenta desenvolvida, a partir de um formulário on-line com 16 questões, com a atribuição de notas de 1 a 5 (quando 1 corresponde a “discordo completamente” e 5 “concordo plenamente”) e N/A quando a questão não se aplica a situação

experienciada sobre a percepção dos elementos estéticos visuais como tipografias, cores, grids e imagens; sobre as condições de uso; e sob o ponto de vista dos resultados obtidos após a utilização da ferramenta resultante do objetivo geral desta pesquisa.

A presente investigação não apresenta nenhum tipo de risco intrínseco aos participantes da pesquisa. Ressalta-se a necessidade de conduta ética tanto do pesquisador, quanto dos participantes da pesquisa, enquanto fontes de evidências, comprometidos com a veracidade dos fatos relatados. Caso o participante se sinta constrangido em relação a qualquer pergunta durante as entrevistas, será respeitada a sua opção de não responder tal questionamento. Os dados coletados serão acessados apenas pelos pesquisadores citados no início deste termo de consentimento, para os fins científicos e acadêmicos da investigação. Assegura-se a descrição da identidade do entrevistado, assim como o resguardo dos dados coletados sob a responsabilidade do coordenador da pesquisa;

Sobre os **riscos possíveis** que possam ocorrer aos participantes da pesquisa, durante os procedimentos, é possível que possa ser ocasionado algum tédio, bem como os riscos característicos do ambiente virtual, meios eletrônicos, ou atividades não presenciais, em função das limitações das tecnologias utilizadas. Informa-se das limitações dos pesquisadores para assegurar total confidencialidade e potencial risco de sua violação dos sistemas gerenciados por empresas mediadoras de tecnologia para meios virtuais.

Contudo, o objetivo desta pesquisa é manter o mínimo dos riscos possíveis provenientes de sua participação. Para tal propósito, estão previstas as seguintes medidas por parte do pesquisador:

- Caso for ocasionado algum desconforto ou tédio no participante da pesquisa, ele poderá parar sua participação em qualquer momento para descansar;
- Não haverá custos de participação;
- Assegura-se o sigilo acerca da identidade do participante da pesquisa, com a utilização de um código único para cada participante da pesquisa;
- As informações obtidas por meio da participação servirão exclusivamente para fins de pesquisa com publicação em relatório e artigos relacionados, sendo armazenadas por cinco anos e, posteriormente, destruídas;
- Para minimizar os riscos do vazamento dos dados gerados nos meios virtuais, uma vez concluída a coleta de dados, será realizado *download* das informações coletadas para um dispositivo eletrônico local e os dados serão excluídos da plataforma digital;
- A participação na pesquisa é facultativa, podendo-se retirar o consentimento ou desistir da atividade quando desejado, sem nenhum prejuízo.

Atenta-se que para a realização dos procedimentos que envolvem contato através de meio virtual, adota-se a conduta indicada pelo Ministério da Saúde - Comissão Nacional de Ética (2021)¹³.

¹³ MINISTÉRIO DA SAÚDE. COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA. Constituição (2021). Ofício Circular nº 2, de 24 de fevereiro de 2021. **Orientações Para Procedimentos em Pesquisas Com Qualquer Etapa em Ambiente Virtual**. Brasília, Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/images/Oficio_Circular_2_24fev2021.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

Você, participante da presente pesquisa, tem o benefício indireto de contribuir para o desenvolvimento de uma ferramenta para gerenciamento, classificação e codificação de requisitos orientados a sustentabilidade, de modo que os dados auxiliem nas decisões de abordagens e estratégias para o desenvolvimento projetual. Os dados obtidos poderão contribuir indiretamente no desenvolvimento de produtos mais sustentáveis, bem como auxiliar na prática e ensino do design para a sustentabilidade. Sua recusa não resultará em nenhum prejuízo em relação ao pesquisador responsável e sua instituição.

Qualquer dúvida, você pode entrar em contato com os pesquisadores responsáveis e com o Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) através dos contatos:

- Prof. Dr. Vinicius Gadis Ribeiro: e-mail vinicius.gadis@ufrgs.br e telefone (51) 3308.1375;
- Prof. Me. Carlos Viana da Silva: e-mail viana@escdesign.com.br e telefone (51) 99923.9882;
- CEP/UFRGS: e-mail etica@propesq.ufrgs.br e telefone (51) 3307.3738.

CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO

Eu, _____, abaixo assinado(a), concordo em participar de forma voluntária da atividade que integra a pesquisa DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: ferramenta para apoio à hierarquização de requisitos sustentáveis em projetos. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador Carlos Viana da Silva sobre esta atividade, assim como, os benefícios da minha participação. Foi me garantido o direito de retirar meu consentimento a qualquer momento.

Local e data: _____, _____ de 2021

Voluntário –

Carlos Viana da Silva / Pesquisador / Doutorando do PGDESIGN-UFRGS

Uma via do TCLE fica com o participante da pesquisa e outra com o pesquisador responsável.

APÊNDICE E

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ESTUDANTE DE DESIGN

CONVITE

Você está convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS (PgDesign), intitulada **DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: ferramenta para apoio à hierarquização de requisitos sustentáveis em projetos**, que está sendo desenvolvida pelo Doutorando Profe. Me. Carlos Viana da Silva sob a orientação do Prof. Dr. Vinícius Gadis Ribeiro.

APRESENTAÇÃO

Esta pesquisa discute a utilização de ferramentas para o apoio a gestão de requisitos sustentáveis em projetos, na medida que possa contribuir positivamente ao facilitar as decisões que os designers precisam tomar durante suas atividades. Estima-se que o resultado das investigações possa contribuir como instrumento facilitador da inserção e gestão dos conceitos de sustentabilidade em projetos.

O **objetivo desta pesquisa** consiste em desenvolver uma ferramenta para gerenciamento, classificação e codificação de requisitos orientados a sustentabilidade, de modo que os dados auxiliem nas decisões de abordagens e estratégias para o desenvolvimento projetual.

Sua **participação** será realizada na fase de avaliação desta pesquisa, através de um **grupo focal** realizado on-line via plataforma Google Meet, cujo objetivo é medir percepções de usabilidade da ferramenta proposta. O tempo previsto estimado para a sua participação nesta fase é de 100 minutos. A sequência da atividade realizada com o grupo focal irá seguir pela seguinte ordem: a) exposição do contexto da Tese e dos resultados da fase de investigação; b) apresentação da ferramenta aos participantes; c) a partir de orientações instruídas em um briefing, os participantes serão divididos em 3 equipes de projetos, com 5 integrantes em cada grupo, e com base no uso natural da ferramenta, deverão efetuar o gerenciamento, classificação e codificação de requisitos orientados a sustentabilidade; d) debate sobre a utilização da ferramenta, ponderações e indicações de possibilidades de refinamentos; e) preenchimento on-line de Formulário Google. Para instrumentalizar o teste, elege-se o *System Usability Scale (SUS)* que representa uma escala para identificar a visão global das avaliações subjetivas de usabilidade do artefato. O *SUS* é um questionário estruturado conforme a escala de Likert (1932), em que se intercalam questionamentos de concordância e discordância onde os respondentes assinalam pontuações que variam de 1 (discordo fortemente) e 5 (concordo fortemente) sobre aspectos relacionados ao artefato.

A presente investigação não apresenta nenhum tipo de risco intrínseco aos participantes da pesquisa. Ressalta-se a necessidade de conduta ética tanto do pesquisador, quanto dos participantes da pesquisa, enquanto fontes de evidências, comprometidos com a veracidade dos fatos relatados. Caso o participante se sinta constrangido em relação a qualquer pergunta durante o grupo focal, será respeitada a sua opção de não responder tal questionamento. Os dados coletados serão acessados apenas pelos pesquisadores citados no início deste termo de consentimento, para os fins científicos e acadêmicos da investigação. Assegura-se a discrição da identidade do entrevistado, assim como o resguardo dos dados coletados sob a responsabilidade do coordenador da pesquisa;

Sobre os **riscos possíveis** que possam ocorrer aos participantes da pesquisa, durante os procedimentos, é possível que possa ser ocasionado algum tédio, bem como os riscos característicos do ambiente virtual, meios eletrônicos, ou atividades não presenciais, em função das limitações das tecnologias utilizadas. Informa-se das limitações dos pesquisadores para assegurar total confidencialidade e potencial risco de sua violação dos sistemas gerenciados por empresas mediadoras de tecnologia para meios virtuais.

Contudo, o objetivo desta pesquisa é manter o mínimo dos riscos possíveis provenientes de sua participação. Para tal propósito, estão previstas as seguintes medidas por parte do pesquisador:

- Caso for ocasionado algum desconforto ou tédio no participante da pesquisa, ele poderá parar sua participação em qualquer momento para descansar;
- Não haverá custos de participação;
- Assegura-se o sigilo acerca da identidade do participante da pesquisa, com a utilização de um código único para cada participante da pesquisa;
- As informações obtidas por meio da participação servirão exclusivamente para fins de pesquisa com publicação em relatório e artigos relacionados, sendo armazenadas por cinco anos e, posteriormente, destruídas;
- Para minimizar os riscos do vazamento dos dados gerados nos meios virtuais, uma vez concluída a coleta de dados, será realizado *download* das informações coletadas para um dispositivo eletrônico local e os dados serão excluídos da plataforma digital;
- A participação na pesquisa é facultativa, podendo-se retirar o consentimento ou desistir da atividade quando desejado, sem nenhum prejuízo.

Atenta-se que para a realização dos procedimentos que envolvem contato através de meio virtual, adota-se a conduta indicada pelo Ministério da Saúde - Comissão Nacional de Ética (2021)¹⁴.

Você, participante da presente pesquisa, tem o benefício indireto de contribuir para o desenvolvimento de uma ferramenta para gerenciamento, classificação e codificação de requisitos orientados a sustentabilidade, de modo que os dados auxiliem nas decisões de abordagens e

¹⁴ MINISTÉRIO DA SAÚDE. COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA. Constituição (2021). Ofício Circular nº 2, de 24 de fevereiro de 2021. Orientações Para Procedimentos em Pesquisas Com Qualquer Etapa em Ambiente Virtual. Brasília, Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/images/Oficio_Circular_2_24fev2021.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

estratégias para o desenvolvimento projetual. Os dados obtidos poderão contribuir indiretamente no desenvolvimento de produtos mais sustentáveis, bem como auxiliar na prática e ensino do design para a sustentabilidade. Sua recusa não resultará em nenhum prejuízo em relação ao pesquisador responsável e sua instituição.

Qualquer dúvida, você pode entrar em contato com os pesquisadores responsáveis e com o Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) através dos contatos:

- Prof. Dr. Vinicius Gadis Ribeiro: e-mail vinicius.gadis@ufrgs.br e telefone (51) 3308.1375;
- Prof. Me. Carlos Viana da Silva: e-mail viana@escdesign.com.br e telefone (51) 99923.9882;
- CEP/UFRGS: e-mail etica@propesq.ufrgs.br e telefone (51) 3307.3738.

CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO

Eu, _____, abaixo assinado(a), concordo em participar de forma voluntária da atividade que integra a pesquisa DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: ferramenta para apoio à hierarquização de requisitos sustentáveis em projetos. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador Carlos Viana da Silva sobre esta atividade, assim como, os benefícios da minha participação. Foi me garantido o direito de retirar meu consentimento a qualquer momento.

Local e data: _____, _____ de 2021

Voluntário –

Carlos Viana da Silva / Pesquisador / Doutorando do PGDESIGN-UFRGS

Uma via do TCLE fica com o participante da pesquisa e outra com o pesquisador responsável.

APÊNDICE F

INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS PARA TESE¹⁵ ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA EM PROFUNDIDADE

Título da Tese: DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: ferramenta para apoio à hierarquização de requisitos sustentáveis em projetos¹⁶.

Autor: Prof. Me. Carlos Viana da Silva

Orientador: Prof. Dr. Vinicius Gadis Ribeiro

IDENTIFICAÇÃO DO(A) ENTREVISTADO(A) ¹⁷	
Nome do(a) entrevistado(a):	
Data de realização:	
Código do(a) entrevistado(a):	

QUESTÕES NORTEADORAS DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA EM PROFUNDIDADE¹⁸

Por se tratar de uma entrevista semiestruturada, as perguntas classificam-se em 3 tipos: a) questões de abertura com o objetivo de introduzir o assunto com perguntas confortáveis para os entrevistados; b) questões de aproximação com a finalidade de sugerir uma linha de pensamento mais específica ao artefato a ser estudado; e c) sondagem em profundidade com o intuito de desenvolver um diálogo relacionado aos objetivos da Tese. Salienta-se ainda que ao longo das execuções das entrevistas poderão ser inseridos novos questionamentos para alcançar os objetivos da coleta de

¹⁵ Este instrumento será acessado apenas pelo autor e o orientador da pesquisa e as informações obtidas serão utilizadas com o único intuito de contribuir para o cumprimento dos objetivos da investigação. Os dados pessoais dos respondentes serão mantidos em sigilo.

¹⁶ Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como pré-requisito para sua realização.

¹⁷ O(A) entrevistado(a) autorizou a realização da pesquisa e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O documento foi submetido ao CEP da UFRGS.

¹⁸ As questões apresentadas não são obrigatórias, nem excludentes e não seguem uma ordem rígida. Servirão de guia para a condução das entrevistas podendo ser reinterpretadas e reordenadas de acordo com o andamento das entrevistas.

dados. O quadro 1 evidencia a associação entre as questões pré-estabelecidas para as entrevistas e seus objetivos investigativos.

Quadro 1 - Roteiro da entrevista semiestruturada em profundidade e objetivos investigativos.

Tipo	Questão	Objetivo
Abertura	Você utiliza um processo metodológico sistematizado para o desenvolvimento de produtos?	Verificar se existe a sistematização de uma metodologia projetual, caso sim, identificar etapas e a estrutura metodológica.
Abertura	Em qual momento durante o desenvolvimento de um produto são estabelecidos os requisitos projetuais?	Identificar quando ocorre o estabelecimento dos requisitos projetuais.
Abertura	Existe uma separação ou classificação dos requisitos projetuais?	Discernir como são classificados os requisitos em cada projeto.
Aproximação	Onde ocorre o registro das informações sobre os requisitos projetuais?	Reconhecer artefatos utilizados para armazenar informações sobre requisitos projetuais.
Aproximação	Como ocorre a gestão dos requisitos projetuais?	Identificar métricas de avaliação, técnicas ou ferramentas de gestão dos requisitos em projetos.
Sondagem em profundidade	Quais dificuldades encontradas para gerenciar os requisitos projetuais?	Reconhecer oportunidades a serem exploradas na proposição do artefato.
Sondagem em profundidade	Existe uma relação entre requisitos projetuais e sustentabilidade?	Verificar as possíveis relações entre requisitos projetuais e sustentabilidade.
Sondagem em profundidade	O que você considera como requisitos projetuais sustentáveis?	Qualificar requisitos projetuais sustentáveis.
Sondagem em profundidade	Qual retorno você espera ao considerar requisitos de sustentabilidade em projetos?	Mapear expectativas, percepções e sentimentos que possam favorecer a usabilidade do artefato a ser desenvolvido.

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2021).

INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS PARA TESE¹⁹

SURVEY EXPLANATÓRIO

Título da Tese: DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: ferramenta para apoio à hierarquização de requisitos sustentáveis em projetos²⁰.

Autor: Prof. Me. Carlos Viana da Silva

Orientador: Prof. Dr. Vinicius Gadis Ribeiro

IDENTIFICAÇÃO DO(A) PARTICIPANTE ²¹	
Nome do(a) participante:	
Data de realização:	
Código do(a) participante:	

QUESTÕES NORTEADORAS DO SURVEY EXPLANATÓRIO²²

Para instrumentalizar o *survey*, executa-se a aplicação, via Formulário do Google, de questionários objetivos, autopreenchidos, com características avaliativas onde os participantes expressarão suas opiniões e pensamentos através da atribuição de notas de 1 a 5 (quando 1 corresponde a “discordo completamente” e 5 “concordo plenamente”) e N/A quando a questão não se aplica a situação experienciada sobre alguns aspectos da ferramenta. Para coletar dados avaliativos sobre o artefato, divide-se o questionário em 3 grupos de questões: a) sobre a percepção dos elementos estéticos visuais como tipografias, cores, grids e imagens; b) sobre as condições de uso; e c) sob o ponto de vista dos resultados obtidos após a utilização. O Quadro 1 apresenta a relação das questões que serão solicitadas aos especialistas com o grupo das questões e seus respectivos objetivos avaliativos.

¹⁹ Este instrumento será acessado apenas pelo autor e o orientador da pesquisa e as informações obtidas serão utilizadas com o único intuito de contribuir para o cumprimento dos objetivos da investigação. Os dados pessoais dos respondentes serão mantidos em sigilo.

²⁰ Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como pré-requisito para sua realização.

²¹ O(A) participante autorizou a realização da pesquisa e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O documento foi submetido ao CEP da UFRGS.

²² As questões apresentadas não são obrigatórias, nem excludentes e não seguem uma ordem rígida. Servirão de guia para a condução do *survey* podendo ser reordenadas de acordo com a preferência dos respondentes.

Quadro 1 - Survey com especialistas.

Questão	Grupo(s)	Objetivo
Aprender a usar o artefato foi rápido e fácil, diminuindo o número de erros com sua utilização.	A, B.	Identificar se as orientações e informações apresentadas no artefato prejudicaram a condução de uso.
Fiquei distraído(a) por informações desnecessárias em algum momento durante a utilização do artefato.	B	Avaliar se houve distrações e se prejudicaram a utilização do artefato ou o desempenho de suas tarefas com eficiência.
Foi possível identificar com clareza os locais onde as informações deveriam ser inseridas, bem como navegar pelas funcionalidades do artefato.	A, B.	Avaliar se erros e ambiguidades foram minimizados possibilitando o controle das funcionalidades do artefato.
O artefato adaptou-se às minhas preferências, necessidades e ao contexto de uso.	A, B.	Avaliar a capacidade do artefato de reação conforme contextos distintos adaptando-se as preferências e/ou necessidades de uso.
Os erros ao utilizar o artefato foram identificados com clareza e corrigidos.	A, B.	Avaliar se as funcionalidades de prevenção a erros ajudaram aos usuários permitindo condução e compatibilidade.
A interface do artefato proporcionou identificação intuitiva de suas funcionalidades.	A.	Avaliar se a consistência do leiaute e dos elementos gráficos permitiu controle e liberdade dos usuários.
A linguagem utilizada contribuiu positivamente para a compreensão e utilização do artefato.	A, B.	Avaliar se o tom de voz foi compatível entre o sistema e o mundo real e se os usuários compreenderam as denominações e códigos empregados.
O artefato é compatível com o mercado de trabalho.	A, B, C.	Avaliar conexão do artefato com situações reais de uso.
Os erros impediram a utilização do artefato.	A, B, C.	Identificar barreiras que impediram a utilização completa do artefato.
A ajuda e o manual de uso fornecidos pelo artefato possibilitaram o uso de todas as funcionalidades.	B.	Avaliar a capacidade do artefato em fornecer ajuda aos usuários frente a problemas variados.
O artefato contribuiu positivamente com a gestão de requisitos de sustentabilidade em atividades projetuais.	C	Avaliar se o artefato atendeu aos objetivos da Tese.
O artefato contribuiu positivamente com as decisões de abordagens e estratégias para o desenvolvimento projetual.	C	Avaliar se o artefato atendeu aos objetivos da Tese.
As dicas e sugestões fornecidas pelo artefato contribuíram positivamente para a gestão dos requisitos sustentáveis.	C	Avaliar se o artefato atendeu aos objetivos da Tese.
A classificação dos requisitos sustentáveis possibilitou melhor visibilidade sobre o ecossistema ao qual o projeto está inserido.	C	Avaliar se o artefato atendeu aos objetivos da Tese.
Os resultados contemplaram as expectativas de uso do artefato	C	Avaliar se o artefato atendeu aos objetivos da Tese.
Com base nos resultados obtidos sinto-me motivado para utilizar novamente o artefato.	C	Avaliar se o artefato atendeu aos objetivos da Tese, bem como a fornecer evidências sobre a implementação da ferramenta.

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2021).

INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS PARA TESE²³

GRUPO FOCAL

Título da Tese: DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: ferramenta para apoio à hierarquização de requisitos sustentáveis em projetos²⁴.

Autor: Prof. Me. Carlos Viana da Silva

Orientador: Prof. Dr. Vinicius Gadis Ribeiro

IDENTIFICAÇÃO DO(A) PARTICIPANTE ²⁵	
Nome do(a) participante:	
Data de realização:	
Código do(a) participante:	

QUESTÕES NORTEADORAS DO GRUPO FOCAL²⁶

Grupo focal realizado de forma online, via plataforma Google Meet, em que uma situação projetual será emulada. A sequência da atividade irá seguir pela seguinte ordem: a) exposição do contexto da Tese e dos resultados da fase de investigação; b) apresentação da ferramenta aos participantes; c) a partir de orientações instruídas em um *briefing* (que será estruturado a partir da triangulação das informações obtidas na fase de investigação da pesquisa), os participantes serão divididos em equipes de projetos e com base no uso natural da ferramenta, deverão efetuar o gerenciamento, classificação e codificação de requisitos orientados a sustentabilidade; d) debate sobre a utilização da ferramenta, ponderações e indicações de possibilidades de refinamentos; e) preenchimento online de Formulário Google. Para instrumentalizar o teste, elege-se o *System Usability Scale (SUS)* que representa uma escala para identificar a visão global das avaliações subjetivas de usabilidade do artefato. O *SUS* é um questionário estruturado conforme a escala de Likert (1932), em que se intercalam questionamentos de concordância e discordância onde os respondentes assinalam

²³ Este instrumento será acessado apenas pelo autor e o orientador da pesquisa e as informações obtidas serão utilizadas com o único intuito de contribuir para o cumprimento dos objetivos da investigação. Os dados pessoais dos respondentes serão mantidos em sigilo.

²⁴ Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como pré-requisito para sua realização.

²⁵ O(a) participante autorizou a realização da pesquisa e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O documento foi submetido ao CEP da UFRGS.

²⁶ As questões apresentadas não são obrigatórias, nem excludentes e não seguem uma ordem rígida. Servirão de guia para a condução do *survey* podendo ser reordenadas de acordo com a preferência dos respondentes.

pontuações que variam de 1 (discordo fortemente) e 5 (concordo fortemente) sobre aspectos relacionados ao artefato.

O Quadro 1 apresenta o questionário *SUS* que, de acordo com Sauro (2011), é o teste mais utilizado para medir percepções de usabilidade.

Quadro 1 - *System Usability Scale*.

Questão	Descrição	1	2	3	4	5
1	Penso que gostaria de usar esse artefato com frequência.					
2	Achei o artefato desnecessariamente complexo.					
3	Achei o artefato fácil de usar.					
4	Penso que precisaria do suporte de um técnico para poder usar o artefato.					
5	Achei que as várias funções do artefato estavam bem integradas.					
6	Eu pensei que havia muita inconsistência neste artefato.					
7	Eu imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar este artefato muito rapidamente.					
8	Achei o sistema muito complicado de usar.					
9	Eu me senti muito confiante usando o artefato.					
10	Eu precisava aprender muitas coisas antes de começar a usar este artefato.					

Fonte: Traduzido e adaptado pelo autor com base em Brooke (1986).

ANEXOS

ANEXO A

CERTIFICADO DE LICENÇA DE IMAGEM

LICENSE CERTIFICATE: Envato Elements Item

=====

This license certificate documents a license to use the item listed below on a non-exclusive, commercial, worldwide and revokable basis, for one Single Use for this Registered Project.

Item Title: Portrait of tattooed young man with smartphone and red headphones

Item URL: <https://elements.envato.com/portrait-of-tattooed-young-man-with-smartphone-and-LRQ4854>

Item ID: LRQ4854

Author Username: westend61

Licensee: Carlos Viana da Silva

Registered Project Name: Tese - Doutorado em Design UFRGS

License Date: December 19th, 2022

Item License Code: MAC4LTXNER

The license you hold for this item is only valid if you complete your End Product while your subscription is active. Then the license continues for the life of the End Product (even if your subscription ends).

For any queries related to this document or license please contact Envato Support via <https://help.elements.envato.com/hc/en-us/requests/new>

Envato Elements Pty Ltd (ABN 87 613 824 258)

PO Box 16122, Collins St West, VIC 8007, Australia

==== THIS IS NOT A TAX RECEIPT OR INVOICE ====