

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

DISSERTAÇÃO



(DE)CODIFICANDO O (IN)VISÍVEL:

O design de interação como uma abordagem sensível para o projeto de interfaces
tangíveis

LÍVIA ÁVILA CAVA

Pelotas, 2022

LÍVIA ÁVILA CAVA

(DE)CODIFICANDO O (IN)VISÍVEL:

O design de interação como uma abordagem sensível para o projeto de interfaces tangíveis

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, como requisito à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Áreas de Concentração: Arquitetura, Patrimônio, Representação em Arquitetura e Urbanismo;

Linha de Pesquisa: Gráfica Digital Aplicada a Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Profa. Dra. Adriane Borda Almeida da Silva

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

C376d Cava, Lívia Ávila

(De)codificando o (in)visível : o design de interação como uma abordagem sensível para o projeto de interfaces tangíveis / Lívia Ávila Cava ; Adriane Borda Almeida da Silva, orientadora. — Pelotas, 2022.

166 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. Representação em arquitetura e urbanismo. 2. Experiência do usuário. 3. Interfaces tangíveis. I. Silva, Adriane Borda Almeida da, orient. II. Título.

CDD : 720

LÍVIA ÁVILA CAVA

(DE)CODIFICANDO O (IN)VISÍVEL: O design de interação como uma abordagem sensível para o projeto de interfaces tangíveis.

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 30 de maio de 2022

Banca examinadora:

Prof. Dra. Adriane Borda Almeida da Silva (Orientadora)
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Prof. Dr. Eduardo Cardoso
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Prof. Dra. Tatiana Aires Tavares
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Prof. Dra. Janice de Freitas Pires
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

RESUMO

CAVA, Livia. **(De)codificando o (In)visível: O design de interação como uma abordagem sensível para o projeto de interfaces tangíveis**. 2022. Trabalho de dissertação – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

O design de interação é uma área que estuda a experiência humana e todos os aspectos envolvidos na comunicação entre objeto e indivíduo. Assim como o design inclusivo, baseia-se na abordagem do design centrado no usuário, e enfatiza o sentimento de empatia na elaboração de soluções mais efetivas. Dentre os diversos tipos de interação, as interfaces tangíveis combinam o mundo físico e o digital através de interações baseadas em toque. Dessa forma, têm o potencial de promover o aprendizado por meio da manipulação de objetos físicos, conectados a elementos digitais. Esta pesquisa fundamenta-se nesses conceitos para investigar como os projetos de interfaces tangíveis inseridos em ambientes museais vem sendo desenvolvidos nos últimos anos. O objetivo geral é reconhecer métodos e repertórios que subsidiem a produção de recursos assistivos direcionados a leitura e interpretação do patrimônio arquitetônico inseridos em contextos museais; e, com base nessa compilação, elencar diretrizes voltadas para apoiar projetos de interfaces tangíveis. As discussões teóricas tratam do conceito de experiência do usuário (cf. NORMAN, 1988; 2004; DESMET E HEKKERT, 2007); design de interação (BENYON, 2005; GARRETT, 2010; ROGERS, SHARP E PREECE, 2011;); e design inclusivo (HOLMES, 2016). A proposta metodológica do trabalho é orientada pelo processo de revisão sistemática descrito por Felizardo *et al.* (2017). A busca por estudos que apresentam o desenvolvimento de interfaces tangíveis tem origem nas produções científicas publicadas em periódicos considerados relevantes para área da tecnologia e representação em arquitetura. Os artigos finais selecionados são analisados frente aos preceitos de Benyon (2005), que estabelecem quatro elementos envolvidos no design de interação: Pessoas, Atividades, Contexto e Tecnologia. Como resultado, foram identificados: os principais métodos que tem impulsionado o processo de desenvolvimento de projetos de interfaces tangíveis; e como a experiência do usuário tem sido considerada. A partir da comparação entre os referenciais teóricos e as informações obtidas na revisão sistemática, foi possível elencar diretrizes de apoio para o desenvolvimento de recursos assistivos direcionados a representação do patrimônio arquitetônico, inseridos no contexto expositivo. Como contribuição, espera-se estimular a produção de recursos assistivos sobre o viés da experiência do usuário.

Palavras-chave: Representação em Arquitetura e Urbanismo. Experiência do usuário. Interfaces Tangíveis.

ABSTRACT

CAVA, Livia. **(De)codificando o (In)visível: O design de interação como uma abordagem sensível para o projeto de interfaces tangíveis.** 2022. Memorial de Qualificação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

Interaction design is an area that studies human experience and all aspects involved in the communication between objects and individuals. Such as inclusive design is grounded in a user-centered design approach and emphasizes the feeling of empathy in the process of thinking about effective solutions. Among all different types of interaction, tangible interfaces establish a connection between the physical and digital worlds through gesture-based interactions. Combining the manipulation of concrete objects and digital elements, tangible interfaces have the potential to enhance learning. Enlightened by these concepts, this research intends to investigate how designers have produced tangible interfaces projects in the most recent years. The goal is to recognize methods and repertory that could subsidy the production of assistive resources focused on the reading and interpretation of architectural heritage inserted in museum contexts and select guidelines to support projects with tangible interfaces. The theoretical discussions present the concept of user experience (cf. NORMAN, 1988; 2004; DESMET AND HEKKERT, 2007); interaction design (BENYON, 2005; GARRETT, 2010; ROGERS, SHARP AND PREECE, 2011;); and inclusive design (HOLMES, 2016). Guided by the methodological proposal of the systematic review process described by Felizardo et al. (2017), the work searches for studies that describe the development of tangible interfaces. It was determined to investigate scientific productions published in the most relevant journals in the area of technology and architectural representation. All final studies selected were analyzed considering Benyon's (2005) precepts, which establish four elements involved in interaction design: People, Activities, Context, and Technology. As a result, it was possible to identify the main methods that conduct the process of developing tangible interface projects, and how to contemplate the user experience. According to the comparison between the theoretical references and the information obtained in the systematic review, it was possible to select guidelines that support the development of assistive resources aimed at representing the architectural heritage, inserted in the exhibition context. As a contribution, it is expected to stimulate the production of assistive resources from user experience bias. For contribution, the study expects to encourage the production of assistive resources from user experience bias.

Keywords: Architectural representation. User Experience. Tangible Interfaces.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura da pesquisa.	25
Figura 2: Modelos conceituais - relação entre designer, sistema e usuário. ..	28
Figura 3: Três níveis de Processamento Cerebral de Norman (2004).	30
Figura 4: Definição de Experiência para Desmet e Hekkert (2007).	32
Figura 5: Disciplinas envolvidas no Design de interação.	35
Figura 6: Relação entre Pessoas, Atividades, Contexto e Tecnologia.	36
Figura 7: Diagrama síntese dos aspectos considerados relevantes por Benyon (2005) em relação a pessoas (P).	38
Figura 8: Diagrama síntese dos aspectos considerados relevantes por Benyon (2005) em relação a atividades (A).	39
Figura 9: Diagrama síntese dos aspectos considerados relevantes por Benyon (2005) em relação ao contexto (C).	40
Figura 10: Diagrama síntese dos aspectos considerados relevantes por Benyon (2005) em relação a tecnologia (T).	41
Figura 11: Diagrama síntese dos aspectos considerados relevantes por Benyon (2005) em relação a tecnologia (T).	42
Figura 12: Processos-chave para o design de interação, segundo Benyon (2005).	43
Figura 13: Os cinco planos idealizados por Garret (2010).	48
Figura 14: Ciclo de vida do design de interação, segundo Rogers, Sharp e Preece (2011).	55
Figura 15: Diversidade de habilidades sensoriais.	61
Figura 16: Cinco elementos do ciclo da exclusão.	62

Figura 17: Distribuição da diversidade humana, de acordo com Holmes (2018).	63
Figura 18: Fases do desenvolvimento do trabalho.....	74
Figura 19: Características da revisão bibliográfica.....	75
Figura 20: Características da revisão sistemática.	77
Figura 21: Esquema visual das fases que envolvem o processo de revisão sistemática.....	78
Figura 22: Tela inicial do aplicativo StArt3.0Beta	79
Figura 23: Tela inicial da ferramenta online Parsifal.	80
Figura 24: Ciclo de etapas para análise qualitativa segundo Yin (2016)	91
Figura 25: Fluxo do desenvolvimento da RSL	94
Figura 26: Gráfico com total de artigos resultantes de acordo com os engenhos de busca em proporção.	96
Figura 27: Gráfico com distribuição dos estudos por ano de publicação.....	97
Figura 28: Gráfico com total de artigos resultantes do primeiro filtro de acordo com os engenhos de busca em proporção.....	99
Figura 29: Gráfico de distribuição dos estudos selecionados no primeiro filtro por ano de publicação.....	100
Figura 30: Gráfico com total de artigos resultantes do segundo filtro de acordo com os engenhos de busca em proporção.....	104
Figura 31: Gráfico com distribuição dos estudos selecionados no segundo filtro por ano de publicação.....	105
Figura 32: Legenda utilizada para codificação.	107
Figura 33: Ficha elaborada para visualização dos dados.	108

Figura 34: Diagrama síntese.....	109
Figura 35: Ficha elaborada para visualização dos dados.	110
Figura 36: Diagrama Síntese	111
Figura 37: Relações entre os métodos de coleta de dados	112
Figura 38: Grupos identificados e a ocorrência nos estudos.....	114
Figura 39: Gráfico sobre a relação do usuário durante as etapas de desenvolvimento do projeto.	115
Figura 40: Aplicação com foco no público infantil em superfície vertical.	116
Figura 41: Aplicação com foco no público infantil em superfície vertical.	116
Figura 42: Aplicação com foco no público infantil em superfície horizontal. .	117
Figura 43: Aplicação com foco no público infantil em superfície horizontal. .	117
Figura 44: Modelo tátil.	118
Figura 45: Comparação entre os dois modelos de plantas táteis.	119
Figura 46: Comparação entre os dois tipos de interfaces.	121
Figura 47: Visitante resolvendo um dos desafios propostos no percurso expositivo.	122
Figura 48: Aplicação desenvolvida através da colaboração de pesquisadores e curadores do museu.	123
Figura 49: Etapas das diretrizes propostas.....	126
Figura 50: Estrutura dos métodos selecionados para etapa entender.	127
Figura 51: Estrutura dos métodos selecionados para etapa projetar.	132
Figura 52: Miro, exemplo de lousa interativa.	133
Figura 53: Exemplo de storyboard.	134

Figura 54: Estrutura dos métodos selecionados para etapa qualificar.136

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Síntese da etapa de entendimento.	44
Quadro 2: Síntese da etapa de antecipação.	45
Quadro 3: Síntese da etapa de design.	46
Quadro 4: Síntese da etapa de design.	47
Quadro 5: O plano da estratégia definido por Garret (2010).	50
Quadro 6: O plano do escopo definido por Garret (2010).	51
Quadro 7: O plano da estrutura definido por Garret (2010).	52
Quadro 8: O plano do esqueleto definido por Garret (2010).	53
Quadro 9: O plano da superfície definido por Garret (2010)	54
Quadro 10: Etapa de estabelecer requisitos, segundo Rogers, Sharp e Preece (2011).	56
Quadro 11: Etapa de projetar alternativas, segundo Rogers, Sharp e Preece (2011).	58
Quadro 12: Etapa de prototipação, segundo Rogers, Sharp e Preece (2011).	59
Quadro 13: Etapa de avaliação, segundo Rogers, Sharp e Preece (2011). ...	60
Quadro 14: Etapa definida como orientar por Holmes (2016).	65
Quadro 15: Etapa definida como enquadrar por Holmes (2016).	66
Quadro 16: Etapa definida como idealizar por Holmes (2016).	67
Quadro 17: Etapa definida como idealizar por Holmes (2016).	68
Quadro 18: Informações gerais sobre a RSL final.	81
Quadro 19: Questões de Pesquisa	83

Quadro 20: <i>Strings</i> de busca.	85
Quadro 21: Critérios de inclusão e exclusão.....	87
Quadro 22: Critérios de qualidade.	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação entre etapas identificadas nas metodologias estudadas. .	69
Tabela 2: Total de artigos resultantes classificados de acordo com engenheiro de busca	95
Tabela 3: Total de artigos resultantes do primeiro filtro de acordo com os engenhos de busca.....	98
Tabela 4: Distribuição dos estudos por nota atribuída.	101
Tabela 5: Distribuição dos estudos por nota atribuída.	102
Tabela 6: Total de artigos resultantes do segundo filtro de acordo com os engenhos de busca.....	103
Tabela 7: Estudos selecionados de acordo com autores e pontuação.....	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TUI	Tangible User Interface
HCI	Human Computer Interaction
IHC	Interação Humano Computador
UX	User Experience
RSL	Revisão Sistemática da Literatura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 O CONTEXTO MUSEAL E AS INTERFACES TANGÍVEIS	22
1.2 OBJETIVOS	23
1.2.1 OBJETIVO GERAL	23
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
1.3 CONTRIBUIÇÕES POSSÍVEIS	24
1.4 COMO SE ESTRUTURA	24
O (IN)VISÍVEL	26
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	27
2.1 EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	27
2.1.1 O PROCESSO DA EXPERIÊNCIA	29
2.1.2 MEMÓRIA DA EXPERIÊNCIA	31
2.1.3 CAMADAS DA EXPERIÊNCIA	32
2.2 DESIGN DE INTERAÇÃO	33
2.2.1 ESTRUTURA PACT - DAVID BENYON (2005)	36
2.2.2 METODOLOGIA DE BENYON (2005)	43
2.2.3 METODOLOGIA DE GARRETT (2010)	47
2.2.4 METODOLOGIA de ROGERS, SHARP E PREECE (2011)	55
2.3 DESIGN INCLUSIVO	61
2.3.1 METODOLOGIA DE KAT HOLMES (2016)	64
2.4 COMPARANDO AS METODOLOGIAS ESTUDADAS	68
SENSÍVEL	73
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	74
3.1 FASE 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	75
3.2 FASE 2: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (RSL)	76
3.2.1 FERRAMENTAS DE APOIO PARA RSL	78
3.2.2 PROTOCOLO DE REVISÃO SISTEMÁTICA	81
TANGÍVEL	93
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	94
4.1 REVISÃO SISTEMÁTICA	94
4.1.1 IDENTIFICAÇÃO DOS ESTUDOS	94
4.1.2 ETAPA DE SELEÇÃO DE ARTIGOS – PRIMEIRO FILTRO	97
4.1.3 ETAPA DE SELEÇÃO DE ARTIGOS – SEGUNDO FILTRO	100

4.1.4 EXTRAÇÃO E SÍNTESE DE DADOS	105
4.2 DO (IN)VISÍVEL AO TANGÍVEL: DIRETRIZES DE APOIO A PRODUÇÃO DE RECURSOS ASSISTIVOS PARA LEITURA E INTERPRETAÇÃO DO PATRIMÔNIO ...	125
4.2.1 ENTENDER	127
4.2.2 PROJETAR.....	131
4.2.2.1 MÉTODOS PARA EXPLORAR SOLUÇÕES	132
4.2.2.2 PROTOTIPAR	134
4.2.3 QUALIFICAR	135
4.2.3.1 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO	136
4.2.3.2 APERFEIÇOAR A SOLUÇÃO.....	136
DECODIFICAR	138
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	139
6 REFERÊNCIAS	141
7 APÊNDICES	147
A – EXERCÍCIO DE REVISÃO SISTEMÁTICA.....	147
B – DOCUMENTO DE PROTOCOLO DA RSL FINAL.....	154
C – TABELAS DE ANÁLISES QUALITATIVAS DESENVOLVIDAS PARA EXTRAÇÃO E SÍNTESE DOS DADOS IDENTIFICADOS NA RSL.	158
QUANTO AOS PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS.....	159
QUANTO AO PÚBLICO-ALVO	160
QUANTO AOS OBJETIVOS DAS APLICAÇÕES	161
QUANTO AOS MÉTODOS DE COLETA DE dados.....	162
QUANTO AOS TEMAS DAS REVISÕES DE LITERATURA	163
QUANTO AOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO.....	164
D – FICHA DE PERSONA.....	165
RECOMENDAÇÕES	165
MODELO EM BRANCO	166

MOTIVAÇÃO

Sou um entrelaço de arte e tecnologia, apaixonadamente sensível ao que me cerca, sensivelmente apaixonada pela sensibilidade do outro. O título da pesquisa traz um jogo de palavras proposital: (de)codificando o (in)visível. Pode ser compreendido como ‘decodificando o invisível’, com o sentido de decifrar o invisível do espaço – questões subjetivas de percepção, significado e narrativa. Ou também como ‘codificando o visível’, uma sistematização do espaço em um produto visível, de maneira tátil buscando a inclusão – solucionando um problema. Uma ambiguidade intencional entre um mundo abstrato e o concreto.

Minha conexão com a área criativa impulsiona minha jornada ao estudo da arquitetura. Uma caminhada iniciada em 2010 e marcada pela possibilidade de adquirir conhecimento no exterior, através do extinto programa Ciência Sem Fronteiras, promovido pelo Ministério da Educação em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. A experiência de estudar arquitetura em uma instituição americana e o contato com pessoas de diferentes culturas me proporcionou amadurecimento e crescimento, tanto pessoal quanto profissional, de maneira exponencial, e transformou minha perspectiva em relação ao ofício do arquiteto. Foram nove meses de vivências e aprendizados.

Minha trajetória dentro da área da pesquisa se inicia através da necessidade de dar um retorno à sociedade por aquele investimento que me foi confiado e, a busca de compartilhar o conhecimento adquirido durante minha experiência. Em 2016 surge, então, a oportunidade de atuar no projeto de extensão “O Museu do Conhecimento para Todos”, que tinha o objetivo de oportunizar o acesso inclusivo cultural a uma das edificações patrimoniais da cidade de Pelotas: a casa do conselheiro, sede do Museu do doce. A equipe do projeto era interdisciplinar, composta por estudantes das mais diversas áreas (arquitetura e urbanismo, museologia, terapia ocupacional, design gráfico, cinema e audiovisual, engenharia da automação, música e ciência da computação). Os encontros do grupo eram semanais e assim se incentivou a troca de conhecimento entre todos. A colaboração no projeto ampliou meu entendimento em relação a acessibilidade para além do acesso a uma edificação, e despertou meu interesse para o tema da acessibilidade também

voltada ao acesso à informação. Baseado neste contexto, meu trabalho final de graduação explorou o design de exposição com ênfase em proporcionar uma experiência plural e inclusiva a todos os visitantes.

Além disso, participar do projeto também me proporcionou conhecer o trabalho desenvolvido dentro do Grupo de Estudos para o Ensino/Aprendizagem de Gráfica Digital da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas (GEGRADI-FAUrb-UFPel), coordenado pela Professora Doutora Adriane Borda Almeida da Silva. O GEGRADI tem uma extensa produção relacionada ao desenvolvimento de recursos assistivos voltados para a representação do patrimônio pelotense. Esses estudos impulsionaram e potencializaram os questionamentos acerca de como traduzir a arquitetura patrimonial de maneira a se comunicar com pessoas que não tem todas as habilidades sensoriais.

Paralelamente ao meu ingresso no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal de Pelotas, ocorre o meu ingresso no curso de Bacharelado em Design no Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul). A partir daí, me dedico a investigar referenciais teóricos que atuam no campo do design, na expectativa de avançar na produção de conhecimento acerca de recursos assistivos que apoiem a representação inclusiva do patrimônio. Busco compreender como a representação em arquitetura pode ser muito mais que um desenho técnico, um ato de comunicação inclusiva.

1 INTRODUÇÃO

À primeira vista, dizer que um projeto de design deve ser centrado no usuário, pode soar como algo evidente. Entretanto, conforme Saffer (2010) esse conceito emergiu do avanço da tecnologia, na década de 80, quando foi preciso simplificar os objetos para permitir o acesso a maior parte da população. É nesse contexto que nasce o design de interação, um campo de estudo que inicialmente tinha como foco diminuir a frustração dos usuários com a tecnologia (LUPTON, 2017). Norman (1988) foi um dos pioneiros a discutir a importância da usabilidade para o desenvolvimento de projetos. Entretanto, somente a funcionalidade não era suficiente para descrever todo o espectro da experiência do usuário. Sendo assim, Norman (2004) avança nos estudos e apresenta a relevância das emoções e memória para a interpretação de uma interação. Desmet e Hekkert (2007) complementam o estudo e, para apoiar o desenvolvimento de projetos centrados no usuário, definem as três camadas que compõe uma experiência – estética, emocional e de significado. O design de interação, segundo Saffer (2010), é interdisciplinar e abarca diversas áreas como design industrial, comunicação, informação, arquitetura, computação, sob o mesmo viés de manter o usuário como centro do processo de projeto. Por consequência desse caráter múltiplo, autores como Benyon (2005), Garrett (2010), Rogers, Sharp e Preece (2011) se dedicaram a sistematizar metodologias de apoio para o processo de projeto, desde a fase inicial de coleta de dados até a fase final de qualificação.

Concomitante ao progresso das pesquisas sobre experiência do usuário, ocorrem avanços nos estudos sobre acessibilidade. Gomes e Quaresma (2018) afirmam que, a evolução do campo do design e das necessidades dos usuários, desempenharam um papel fundamental no fomento de conhecimentos relacionados a inclusão de pessoas com diferenças sensoriais de forma participativa na sociedade. Nessa conjuntura, surgem as expressões design universal¹ e design inclusivo². Segundo Cambiaghi (2019), o conceito de design universal foi desenvolvido e sistematizado no Estados Unidos, pelo arquiteto Ron Mace em conjunto com a equipe do *Center for Universal Design* (CUD). Em

¹ Tradução da autora para *universal design*;

² Tradução da autora para *inclusive design*;

1997, os pesquisadores definiram princípios norteadores para criação de produtos que atendessem o maior número de pessoas possíveis: i) uso equitativo; ii) uso flexível; iii) uso simples e intuitivo; iv) informação perceptível; v) tolerância a erros; vi) baixo esforço físico; vii) tamanho e espaço para aproximação e uso.

Já o termo design inclusivo tem origem no Reino Unido e é registrado a primeira vez por Coleman (1994). O autor define o design inclusivo como uma abordagem baseada nas mudanças de habilidades sensoriais experienciadas por pessoas ao longo da vida. Para a criação de produtos a partir do design inclusivo, Coleman (1994) sugere a construção de cenários e o recurso da narrativa para auxiliar o projetista a desenvolver o sentimento de empatia, enfatizando que o projeto deve ser centrado no usuário. Tanto o design universal quanto o design inclusivo têm o mesmo objetivo: a inclusão. Entretanto, esta pesquisa se respalda no conceito de design inclusivo definido por Coleman (1994), pela semelhança aos princípios adotados no campo do design de interação.

A partir da sistematização das metodologias de Benyon (2005), Garrett (2010) e Rogers, Sharp e Preece (2011) relacionadas ao design de interação, da metodologia de Kat Holmes (2016) relativa ao design inclusivo, e das produções científicas pertinentes sobre a temática nos últimos cinco anos, este trabalho pretende investigar como essas abordagens podem apoiar a produção de recursos assistivos, no sentido de potencializar a leitura e interpretação do patrimônio cultural edificado. A pesquisa procura também contribuir para o aperfeiçoamento dos modelos táteis desenvolvidos pelo Grupo de Estudos de Ensino e Aprendizagem de Representação Gráfica e Digital, da Universidade Federal de Pelotas (GeGradi – UFPel). O projeto MODELA VI (Gegradi/UFPel), coordenado pela professora e Dra. Adriane Borda Almeida da Silva, tem como premissa a produção de recursos assistivos para representação do patrimônio arquitetônico pelotense, através da elaboração de modelos táteis que estimulem outros sentidos além da visão, em busca de oportunizar o acesso igualitário a memória da cidade. Iniciado em 2005, o projeto atualmente está na sua sexta edição e teve avanços consideráveis em relação ao desenvolvimento

tecnológico das soluções propostas, sendo atualmente referência nacional na área de preservação patrimonial.

Entretanto, foi possível identificar uma lacuna no que diz respeito ao desenvolvimento conceitual dos projetos, no sentido de incorporar efetivamente os recursos assistivos em um contexto museal. Esta pesquisa parte da abordagem de projeto centrada no ser humano, que prioriza a perspectiva do usuário, com finalidade de promover experiências significativas. Com o aporte teórico no campo do design, o estudo oportuniza uma nova perspectiva para o campo de representação em arquitetura.

1.1 O CONTEXTO MUSEAL E AS INTERFACES TANGÍVEIS

Desde o surgimento, as instituições museais tem duas grandes funções na sociedade: apoiar a educação e contribuir para preservação e conservação da cultura. Historicamente os ambientes museais são espaços de contemplação. Os primeiros museus despontam a partir de coleções privadas, onde objetos curiosos eram expostos atrás de um vidro, promovendo um espaço que só pode ser contemplado a partir do estímulo visual (HORNECKER, CIOLFI; 2019). Entretanto, o domínio da visão nos espaços expositivos torna o acesso à informação restrito.

Para que não exista uma exclusão social, Portella (2017) afirma que é necessário que existam condições de igualdade ao interagir com o que está sendo exposto. Sarraf (2015) e Cardoso (2016) complementam enfatizando a importância de respeitar as diferenças sensoriais dos visitantes e indicam considerar a experiência multissensorial para produção de recursos assistivos em ambientes museais. Nessa direção, o design de interação e a tecnologia são grandes aliados para desenvolver exposições interativas, que conforme Hughes (2013) são atrativas e envolventes, e proporcionam o aprendizado através de uma experiência divertida. A interação deve ser simples, fácil, interessante e acessível de forma que qualquer visitante possa entender rapidamente o seu propósito e ter uma experiência agradável.

Conforme mencionado anteriormente, grupos de pesquisas da Universidade Federal de Pelotas tem se ocupado com a produção de recursos assistivos através da elaboração de modelos táteis relacionados a representação do patrimônio arquitetônico pelotense. Segundo Peronti, Borda e Veiga (2016) parte dessa produção tem como temática a descrição da Casa do Conselheiro Maciel, que atualmente abriga uma instituição museológica brasileira de caráter público e universitário: o Museu do Doce, Pelotas, RS de responsabilidade da UFPel. Trata-se de uma edificação de interesse patrimonial tombada em 1977 pelo Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). O espaço configura o conceito de casa-museu, sendo a narrativa da própria casa e sua arquitetura protagonistas do Museu.

Apesar de os modelos produzidos apresentarem um caráter inclusivo por intermédio do estímulo tátil, acredita-se que a tecnologia de interfaces tangíveis tem o potencial de aprimorar e requalificar essas produções. Ishii e Ullmer (1997) estabelecem que as interfaces tangíveis³ são uma ponte entre o mundo físico e o digital. Ishii (2008) complementa e afirma que as TUI⁴ promovem a colaboração e o aprendizado por meio da manipulação de objetos físicos conectados a informações digitais. Rogers, Sharp e Preece (2010) com apoio de Fishkin (2011) exemplificam a questão ao mencionar que a exploração dos objetos físicos é detectada por um sistema computacional, que irá reproduzir um efeito digital como som, animação ou vibração. Nesse sentido, considera-se que as interfaces tangíveis podem aperfeiçoar a experiência dos usuários com os modelos táteis produzidos relacionados a representação do patrimônio arquitetônico, inseridos no contexto museal, adicionando mais camadas para a experiência do usuário.

1.2 OBJETIVOS

Com base nos conceitos apresentados na introdução, se estabelecem os seguintes objetivos.

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Reconhecer métodos e repertórios que subsidiem a produção de recursos assistivos direcionados a leitura e interpretação do patrimônio arquitetônico inseridos em contextos museais; e, com base nessa compilação, elencar modelos voltados para apoiar projetos de interfaces tangíveis.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Foram definidos os seguintes objetivos específicos neste trabalho:

1. Compreender como as metodologias do design de interação, design inclusivo e produções científicas, podem apoiar o desenvolvimento de

³ Tradução da autora para *tangible user interface* (TUI).

⁴ Sigla para *Tangible User Interface*.

recursos assistivos dirigidos a leitura e interpretação do patrimônio cultural edificado;

2. Mapear produções científicas para investigar o desenvolvimento de interfaces tangíveis em contextos museais nos últimos cinco anos;
3. Definir o estudo em modelos metodológicos de apoio ao desenvolvimento de recursos assistivos para leitura e interpretação do patrimônio cultural edificado, a partir da sistematização de metodologias oriundas do design de interação, design inclusivo e produções científicas;

1.3 CONTRIBUIÇÕES POSSÍVEIS

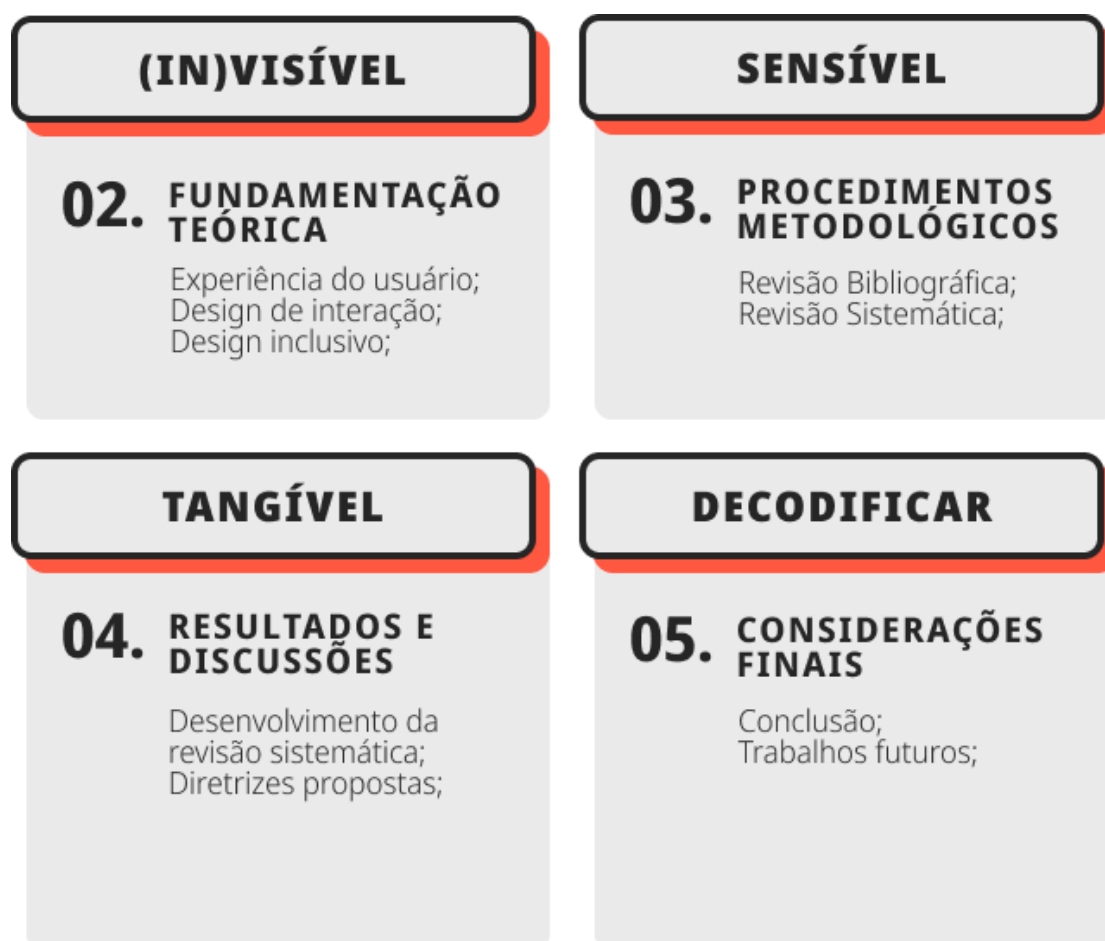
As contribuições previstas são:

1. Provocações de questionamentos a respeito da produção de recursos assistivos relativos à leitura e interpretação do patrimônio cultural edificado sobre o viés da experiência do usuário;
2. Subsídios teóricos para requalificação dos modelos táteis empregados atualmente no Museu do Doce como recursos assistivos relativos à leitura e interpretação do patrimônio cultural edificado;
3. Compreensão sobre divergências e convergências das metodologias provindas de teóricos do design de interação e design inclusivo e as descritas nas produções científicas identificadas;
4. Disponibilização de diretrizes para a produção de recursos assistivos relativos à leitura e interpretação do patrimônio cultural edificado, baseadas nas contribuições de teóricos do campo do design e na compreensão da produção científica sobre interfaces tangíveis no contexto museal.

1.4 COMO SE ESTRUTURA

Após este capítulo introdutório, a pesquisa está dividida em quatro partes. A primeira parte intitulada como “**(in)visível**” apresenta a fundamentação teórica da pesquisa e aborda os conceitos de experiência do usuário, design de interação e design inclusivo. A segunda parte cujo título é “**sensível**” detalha os processos metodológicos que fizeram parte do desenvolvimento deste estudo o que inclui a descrição dos objetos de pesquisa (produção científica). A terceira parte intitulada como “**tangível**” discute os resultados encontrados e descreve as diretrizes selecionadas. A quarta e última parte denominada como “**decodificar**” apresenta as conclusões finais e indica trabalhos futuros. A figura 1 apresenta uma síntese da estrutura da pesquisa.

Figura 1: Estrutura da pesquisa.



Fonte: A autora, 2022.

O (IN)VISÍVEL

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo se dedica a apresentar ao leitor a fundamentação teórica que serviu como base para essa pesquisa. São apresentados os conceitos de experiência do usuário, design de interação e design inclusivo.

2.1 EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

Para embarcar nessa jornada de decodificar o invisível, o primeiro passo deste estudo foi compreender o que significa “experiência do usuário”, conceito também conhecido dentro do design com UX⁵. Trata-se de uma abordagem de projeto que tem como foco do processo, o próprio usuário. Dan Norman (1988) foi um dos precursores no estudo da ciência cognitiva aliada ao projeto de design centrado no ser humano. Em sua obra intitulada “Design do dia a dia”, o autor enfatiza que a compreensão do comportamento humano é fundamental para reduzir erros de interação entre pessoas e artefatos. Para Norman (1988), o design é um ato de comunicação entre o designer e usuário. Isto é, o designer por meio do desenho de um artefato, cria uma oportunidade de interação, que pode ou não, ser captada pelo usuário. Consequentemente, para que o objeto seja compreendido, o projetista deverá tentar prever as ações do usuário durante o processo de criação. Portanto, o artefato produzido deve explicar por si, como deverá ser operado.

Essa indicação da ação por meio das propriedades percebidas do material e sua estrutura visível, é denominada por Norman (1988) como *affordance*. Para ele, um bom projetista se aproveita das *affordances* para criar objetos que não precisam de instruções de uso. O usuário entende o funcionamento apenas ao olhar. Um bom exemplo que demonstra o uso da *affordance* é a direção do carro. Quando o usuário olha para o seu formato circular, já pressupõe que a ação correta será girar. Nesse sentido, a figura 2 demonstra a relação entre designer, objeto e usuário apresentada por Norman (1988).

⁵ Sigla para *user experience*.

Figura 2: Modelos conceituais - relação entre designer, sistema e usuário.



Fonte: Norman (1988) com edição da Autora, 2022.

Segundo o autor, o **modelo do designer**⁶ se refere a como o designer espera que ocorra a interação com o sistema enquanto o **modelo do usuário**⁷ descreve como essa interação realmente irá ocorrer. A **imagem do sistema**⁸ é a estrutura física construída de um objeto. Para que a comunicação seja efetiva, o modelo do designer deve ser igual ao modelo do usuário. A imagem do sistema é, portanto, um condutor da mensagem do designer, e deve ser clara e consistente, para não induzir o usuário a cometer erros.

Os primeiros manuscritos de Dan Norman têm como foco a ciência cognitiva comportamental, portanto, abordam aspectos concretos do projeto de design, como usabilidade e funcionalidade. Entretanto, em 2004, no livro intitulado “O Design Emocional”, o autor traz reflexões acerca dos aspectos abstratos, como emoção e significado. Norman (2004) aponta

(...) O sistema afetivo faz julgamentos e rapidamente ajuda você a determinar as coisas no ambiente que são perigosas ou seguras, boas ou más. O sistema cognitivo interpreta e explica o sentido lógico do mundo. Afeto é o termo genérico que se aplica ao sistema de julgamentos, quer sejam conscientes ou inconscientes.” (Norman, 2004, p.32)

Norman (2004) diferencia os sentimentos de emoção e afeto. Para o autor, a emoção é indispensável ao corpo humano. Enquanto o afeto é o nosso sistema rápido de julgamento para determinar situações de perigo, boas ou ruins, a emoção é a “experiência consciente do afeto, completada com a atribuição de

⁶ grifo nosso.

⁷ grifo nosso.

⁸ grifo nosso.

sua causa e identificação do objeto.” (NORMAN, 2004, p. 31) A emoção é fundamental na formação do caráter dos indivíduos e transforma o modo como o cérebro resolve problemas. Emoções positivas impulsionam o raciocínio, incentivam curiosidade, e o pensamento criativo, facilitando o processo de aprendizado. Quando estão mais felizes, as pessoas relaxam e o “processo de raciocínio se expande, tornando-se mais criativos, mais imaginativos.” (NORMAN, 2004, p.39)

Norman ressalta que “objetos atraentes fazem as pessoas se sentirem bem, o que por sua vez faz com que pensem de maneira mais criativa” (NORMAN, 2004, p.39). Pessoas felizes são mais criativas e aprendem mais fácil. É importante proporcionar uma boa experiência no ambiente museal de maneira inclusiva para que todos tenham o sentimento de pertencimento.

2.1.1 O PROCESSO DA EXPERIÊNCIA

A experiência do usuário frequentemente é associada à sensação, ou seja, à experiência direta com um objeto. Entretanto, Norman (2004) estabelece que este processo se dá em três níveis diferentes no processamento cerebral:

(...) a camada automática, pré-programada, chamada de **nível visceral**; a parte que contém os processos cerebrais que controlam o comportamento cotidiano, conhecida como **nível comportamental**; e a parte contemplativa do cérebro, ou **nível reflexivo**. (NORMAN, 2004, p.41, grifo nosso.)

Os três níveis se conectam, um definindo o outro. Norman (2004) afirma que quando uma operação se inicia no nível visceral se diz que está de “baixo pra cima” e são conduzidos pela percepção. Já uma ação que tem um começo no nível reflexivo, está de “cima para baixo” e é norteadada pelo pensamento. A figura 3 demonstra como ocorre essa relação.

Figura 3: Três níveis de Processamento Cerebral de Norman (2004).



Fonte: Norman (2004) com edição da Autora, 2022.

O autor descreve o nível visceral como anterior ao pensamento, onde as primeiras impressões se formam; a reação inicial a um objeto, sua aparência, toque e sensação. O design visceral tem relação com o impacto emocional imediato, e pode ser compreendido de maneira simples. Neste nível, os aspectos físicos dominam: o material; o peso; as formas; as texturas. Para ser efetivo, é necessário que o designer dê importância às sensações e aparência dos objetos. Também é necessário levar em consideração o contexto e a cultural local para que se tenha sucesso.

Para Norman (2004), o nível comportamental tem relação com a experiência de uso com um objeto. Ao projetar é essencial ter claro: a função do produto, de maneira a especificar as atividades suportadas; o desempenho, se tem uma boa performance para a atividade proposta; e a usabilidade, que determina a facilidade com que um usuário compreende um objeto.

Confunda ou frustre a pessoa que está usando o produto e terá como resultado emoções negativas. Mas se o produto fizer o que é necessário, se for divertido de usar e com ele for fácil satisfazer as metas, então o resultado é afeto positivo e caloroso. (Norman, 2004, p.56)

O nível comportamental, segundo Norman (2004), tem como objetivo satisfazer as necessidades do usuário. Aqui a aparência não tem importância. O

autor ressalta que é fundamental ter em mente de que maneira o usuário vai interagir com o objeto. Para isso é necessária observação do público-alvo.

E o nível reflexivo, de acordo com o autor, se refere à mensagem, à cultura e ao significado. Invoca à memória pessoal, as experiências passadas e a refletir, por exemplo, sobre como nos enxergamos. O valor de um artefato pode estar em satisfazer uma necessidade emocional, representando nossa maneira de pensar. Norman (2004) exemplifica o conceito ao dizer que desde a forma como nos vestimos, até a decoração da cozinha, todos os artefatos que escolhemos demonstram aos outros a nossa forma de pensar, nosso lugar no mundo. Atratividade é algo superficial, ligado ao nível visceral, enquanto beleza é um conceito reflexivo. “(...) produtos bonitos – (...) jogam com o nível visceral. Prestígio, percepção de raridade e de exclusividade operam no nível reflexivo.” (Norman, 2004, p.111)

2.1.2 MEMÓRIA DA EXPERIÊNCIA

Cardoso (2011) reforça a importância da memória para experiência do usuário e afirma que são as vivências passadas que determinam como é processada qualquer experiência atual. Pallasmaa (2007) complementa e aponta que memória está intrinsicamente conectada à identidade pessoal, e permite que o ser humano consiga lembrar o que aprendeu e relacionar com a situação atual. Memória e experiência são processos associados, alimentam e constituem um ao outro. O autor se utiliza também de reflexões de senso comum para evidenciar a importância da memória: “Reza o dito popular que ‘recordar é viver’, e podemos afirmar o inverso: que viver é, em grande parte, um processo de recordar.” (Cardoso, 2011, p.74)

A memória é um processo de cognição que nos permite adquirir, armazenar, recuperar e aplicar informações. Identificou-se no Modelo da Teoria do Estágio uma maneira de facilitar a compreensão do processo de funcionamento da memória. Uma explicação simplificada desse modelo consiste em traduzir este processo a partir de três estágios que envolvem a percepção, o armazenamento e a recuperação. Estes estágios, no âmbito deste Modelo, são

descritos, respectivamente, a partir dos seguintes termos: input sensorial, memória curto prazo e, memória longo prazo. (O'GRADY. O'GRADY, 2008.)

O input sensorial refere-se à percepção: quando nossos sentidos identificam e armazenam temporariamente estímulos na memória sensorial, ou memória icônica - se o estímulo for visual. Em seguida, a informação é transferida para a memória de curto prazo responsável pelo armazenamento. Nesse segundo momento, o ser humano é capaz de processar a informação conscientemente, optando por descartar ou continuar pensando sobre ela. Sob os parâmetros deste Modelo, o tempo de armazenamento da informação nesse segundo estágio, de armazenamento, é de 20 a 30 segundos antes de ser esquecida ou introduzida na memória de longo prazo. Por fim, a memória de longo prazo, capaz de ser recuperada, atua como um depósito permanente para as informações, que ficam armazenadas e podem ser acessadas sempre que houver necessidade. (O'GRADY. O'GRADY, 2008.) Pensar na experiência do usuário é também pensar na criação de memórias, uma vez que as pessoas tendem a retornar a determinados lugares quando tem lembranças positivas deles.

2.1.3 CAMADAS DA EXPERIÊNCIA

Avançando nos estudos relacionados a experiência do usuário, Desmet e Hekkert (2007) apontam que o design, por ser área que abrange múltiplas disciplinas, também possui múltiplos conceitos que algumas vezes são divergentes. Devido a essa problemática, os autores apresentam os fundamentos que compõem experiência do usuário. A figura 4 ilustra a síntese do significado de experiência para os autores.

Figura 4: Definição de Experiência para Desmet e Hekkert (2007).



Fonte: Desmet, Hekkert; (2007) com edição da Autora, 2022.

De acordo com Desmet e Hekkert (2007), a experiência é definida por **fatores humanos** (personalidade, conhecimento, valores culturais e motivação) e **fatores físicos** do objeto (forma, textura, cor, comportamento). As ações envolvidas no processo (perceber, explorar, usar, lembrar, comparar, entender) dentro do contexto em que ocorrem (físico, social e econômico) também influenciam para experiência. Os autores reforçam que toda consequência de uma interação produz uma resposta emocional. E para apoiar o desenvolvimento de interações com foco na experiência, os autores identificam as três camadas principais que afetam a relação entre pessoas e objetos: **a experiência estética, a experiência do significado e a experiência emocional.**

2.2 DESIGN DE INTERAÇÃO

Smith (2007) aponta que o design de interação é uma disciplina que surge com o avanço da tecnologia. Para o autor, o computador surge como uma tecnologia inovadora, mas apenas os pesquisadores mais experientes possuíam o conhecimento necessário para acessar a máquina. Antigamente, os sistemas desenvolvidos tinham a preocupação de se apropriar da tecnologia em si, e como essa tecnologia poderia ajudar a resolver problemas. Com o passar do tempo, à medida que o valor do computador passa a ser mais acessível, Smith (2007) afirma que foi preciso repensar a forma como os sistemas eram desenvolvidos, para permitir o acesso de mais usuários. Para popularizar a tecnologia, foi necessário investigar como os usuários se comportavam e suas principais dificuldades, a fim de criar dispositivos mais intuitivos e de fácil entendimento.

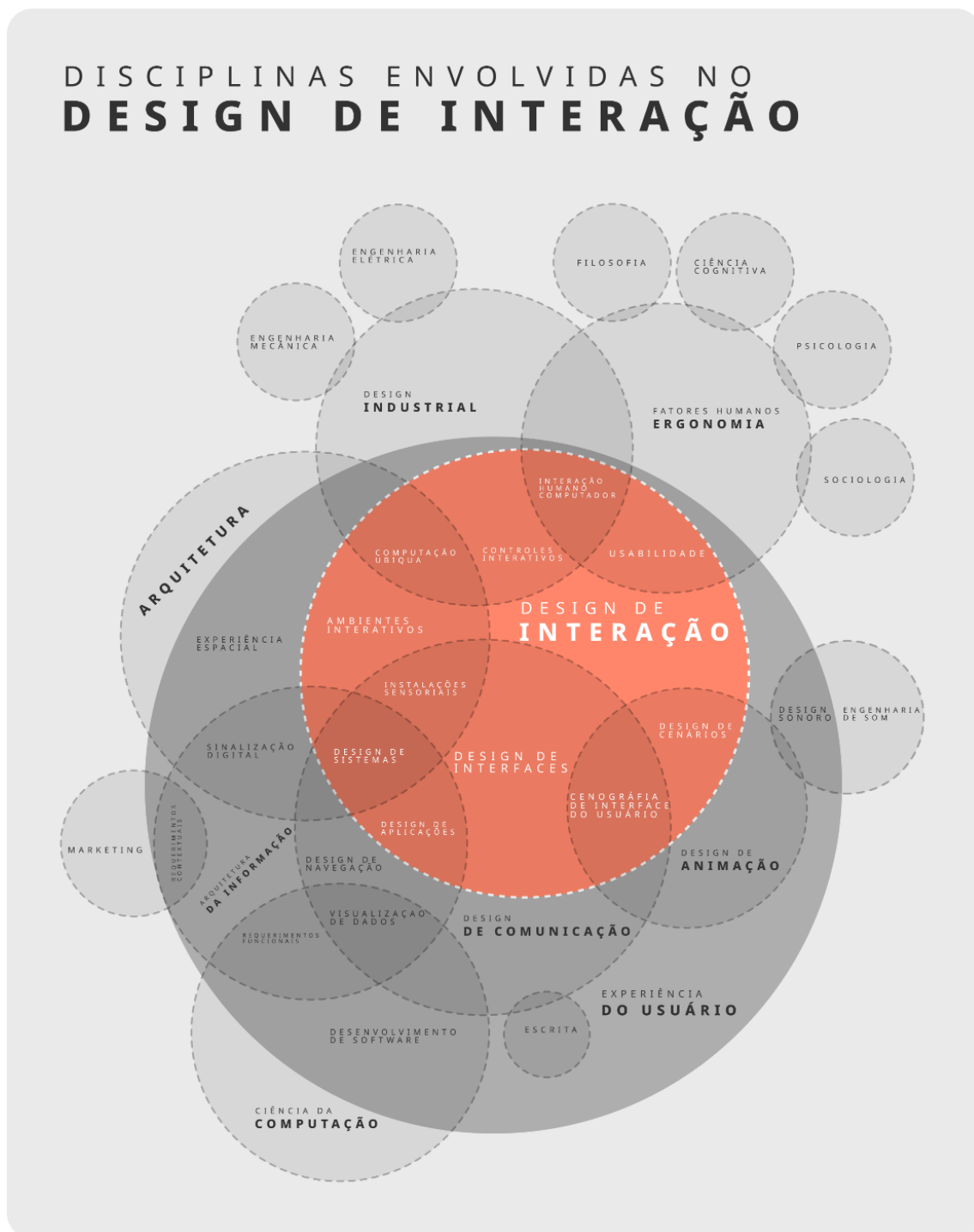
Saffer (2010) afirma que o reconhecimento do design de interação como disciplina formal se deu recentemente, nas últimas duas décadas. Rogers, Sharp e Preece (2011) apontam que o termo é um “guarda-chuva” que cobre diferentes aspectos do design. Saffer (2010) caracteriza o design de interação como uma ciência interdisciplinar, que abarca as áreas do design industrial, comunicação, informação, arquitetura, fator humano e a interação humano-computador. Entretanto, o autor reforça que o encontro de todas essas ocorre dentro da área de experiência do usuário. Para ele, a experiência do usuário é a disciplina que olha para todos os aspectos de um produto afim de harmonizar com a necessidades do usuário. Diversos estudos sobre o tema (SAFFER, 2010;

ROGERS, SHARP E PREECE, 2011; MOGGRIDGE, 2006; BENYON, 2005;) convergem ao mesmo ponto: **pessoas são as principais protagonistas no projeto de uma interação**⁹. Bernardi (2009), Garrett (2011), Rogers, Sharp e Preece (2013), Holmes (2018), Lupton (2017) respaldam que **é fundamental conhecer o usuário, e não apenas basear o projeto em ideias pré-estabelecidas sobre ele**¹⁰. Assim, se tem a oportunidade de encontrar soluções baseadas na experiência de vida do público-alvo e ampliar o repertório do designer. A figura 5 demonstra como as diferentes disciplinas se relacionam em torno do design de interação.

⁹ Grifo nosso.

¹⁰ Grifo nosso.

Figura 5: Disciplinas envolvidas no Design de interação.



Fonte: Envis Precisely (2009) com edição da Autora, 2021.

A partir do referencial se entende que quando se fala em projetar uma experiência, deve-se ter em mente que o **projeto é apenas uma das muitas**

possibilidades de interação.¹¹ A interação, ela mesma, ocorre entre o próprio usuário e o produto, e como visto anteriormente, é única para cada pessoa.

Para avançar no conhecimento relacionado ao design de interação, foram estudadas abordagens do processo de projeto a partir da experiência do usuário e do design de interação. Estes modos de abordar estão aqui listados por ordem cronológica - Benyon (2005), Garrett (2010), Rogers, Sharp e Preece (2011), Kat Holmes (2016) - minimamente descritos, os quais servirão como marco referencial para posteriormente observar a produção científica na área de interfaces tangíveis.

2.2.1 ESTRUTURA PACT - DAVID BENYON (2005)

Em sua obra intitulada *Interação Humano-Computador*, David Benyon (2005) aponta que para projetar uma aplicação com foco centrado no usuário, é fundamental entender os quatro elementos envolvidos no processo de interação: pessoas, atividades, contexto e tecnologia. Esta estrutura é identificada pelo seu acrônimo PACT. Sobre a relação entre os elementos desta estrutura, o autor afirma: “pessoas **usam a tecnologia para realizar** atividades **dentro de contextos**” (Benyon, 2005, p.15, grifo nosso). A figura 6 esquematiza a relação proposta entre as atividades (em contextos) e a tecnologia.

Figura 6: Relação entre Pessoas, Atividades, Contexto e Tecnologia.



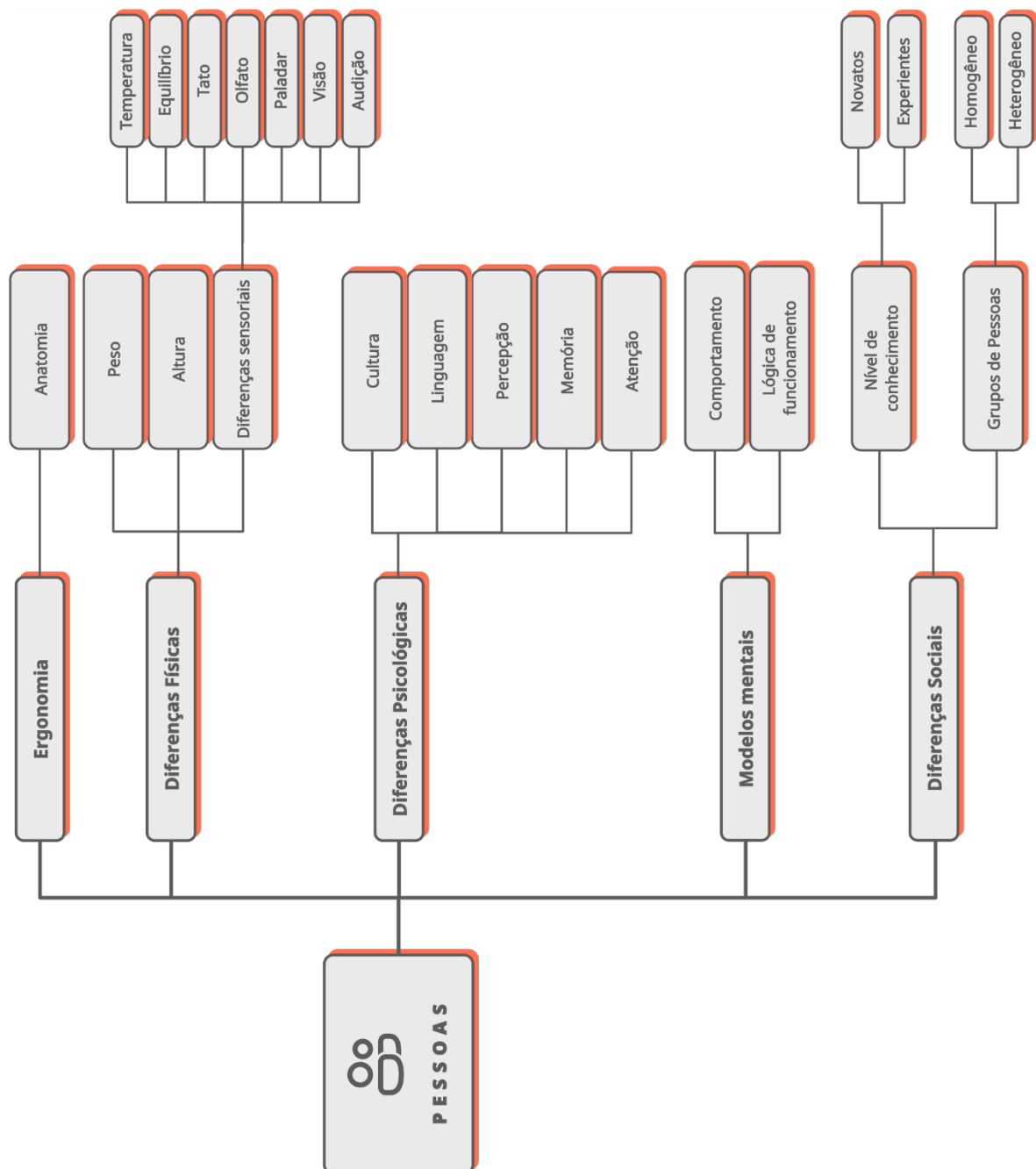
¹¹ Grifo nosso.

Fonte: BENYON (2005) com edição da Autora, 2022.

O autor entende que as tecnologias são criadas para amparar uma atividade realizada por uma pessoa dentro de um contexto específico. Essa atividade irá determinar os requerimentos necessários para tecnologia ser efetiva. A tecnologia desenvolvida, promove oportunidades para que a natureza da atividade seja modificada. Benyon (2005) sintetiza essa abordagem como uma estrutura PACT que deve ser seguida para orientar o design de interação, identificar problemas e contribuir na proposição de melhorias futuras.

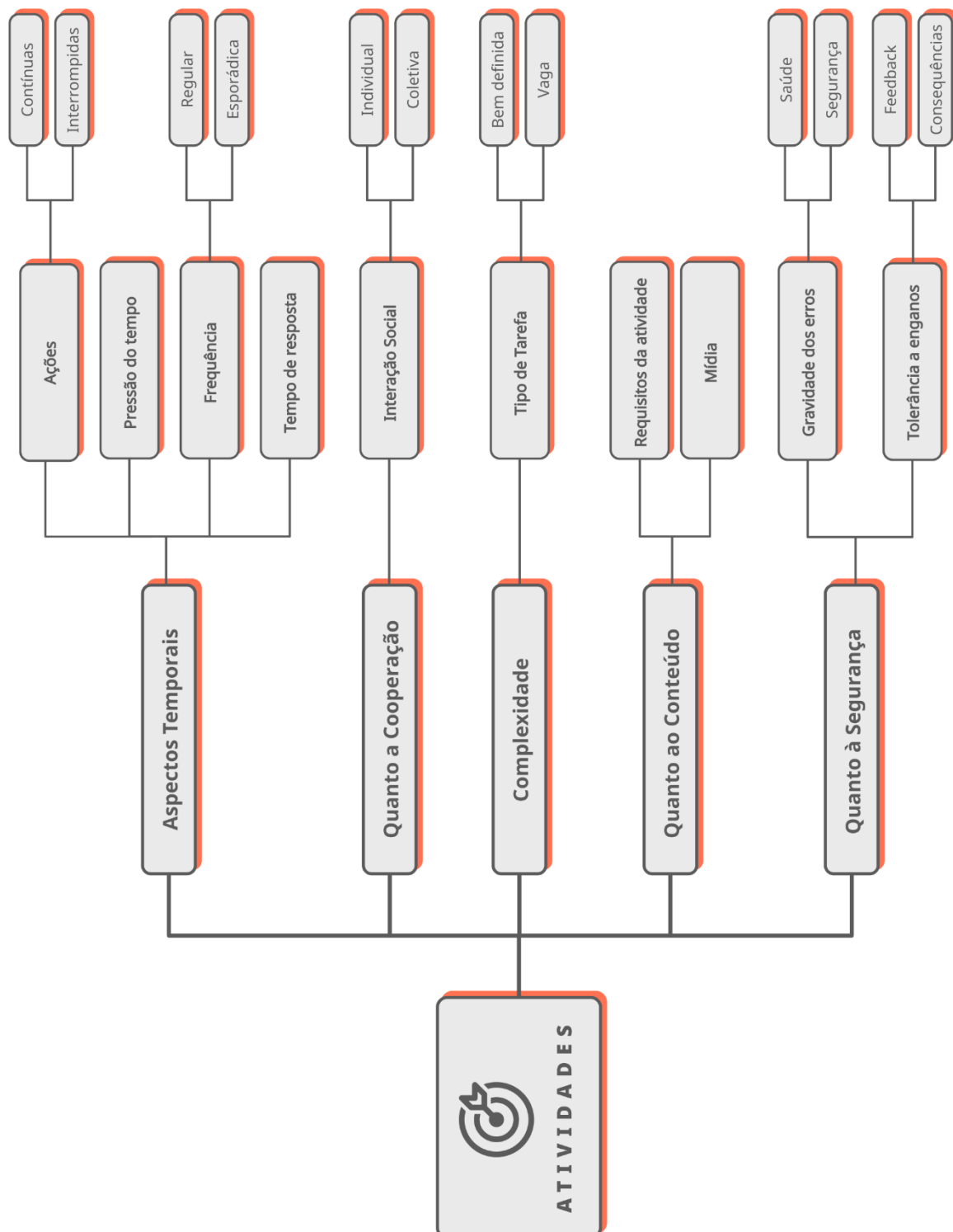
Durante o estudo, foram identificadas as principais características relevantes para o processo de projeto de acordo com o autor. Para essa pesquisa, estes atributos foram considerados essenciais e, portanto, são subsídios teóricos para análise das produções científicas selecionadas durante a revisão sistemática. Com intuito de organizar as informações de forma visual, foram produzidos diagramas que agrupam e sintetizam as características elencadas, de acordo com as categorias definidas pela autora. As figuras 7, 8, 9 apresentam, respectivamente, os diagramas relacionados a pessoas, atividades e contexto. Quanto a tecnologia, foi necessário subdividir o diagrama em dois. A figura 10 apresenta tópicos relacionados aos componentes, aspectos físicos, tipos de comunicação e conteúdo. A figura 11 demonstra os fatores relacionados a entrada e saída de dados.

Figura 7: Diagrama síntese dos aspectos considerados relevantes por Benyon (2005) em relação a pessoas (P).



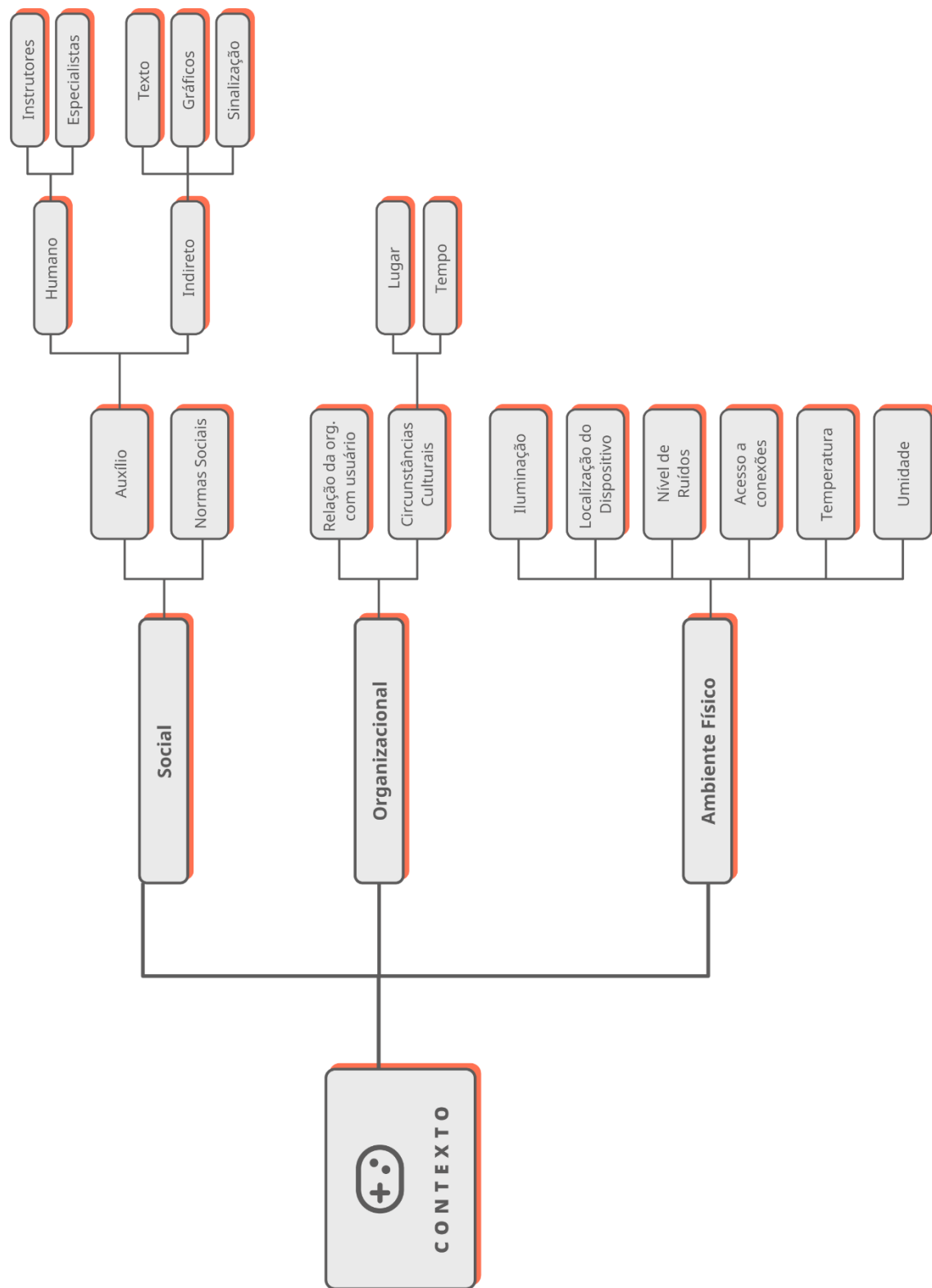
Fonte: A autora, 2021.

Figura 8: Diagrama síntese dos aspectos considerados relevantes por Benyon (2005) em relação a atividades (A).



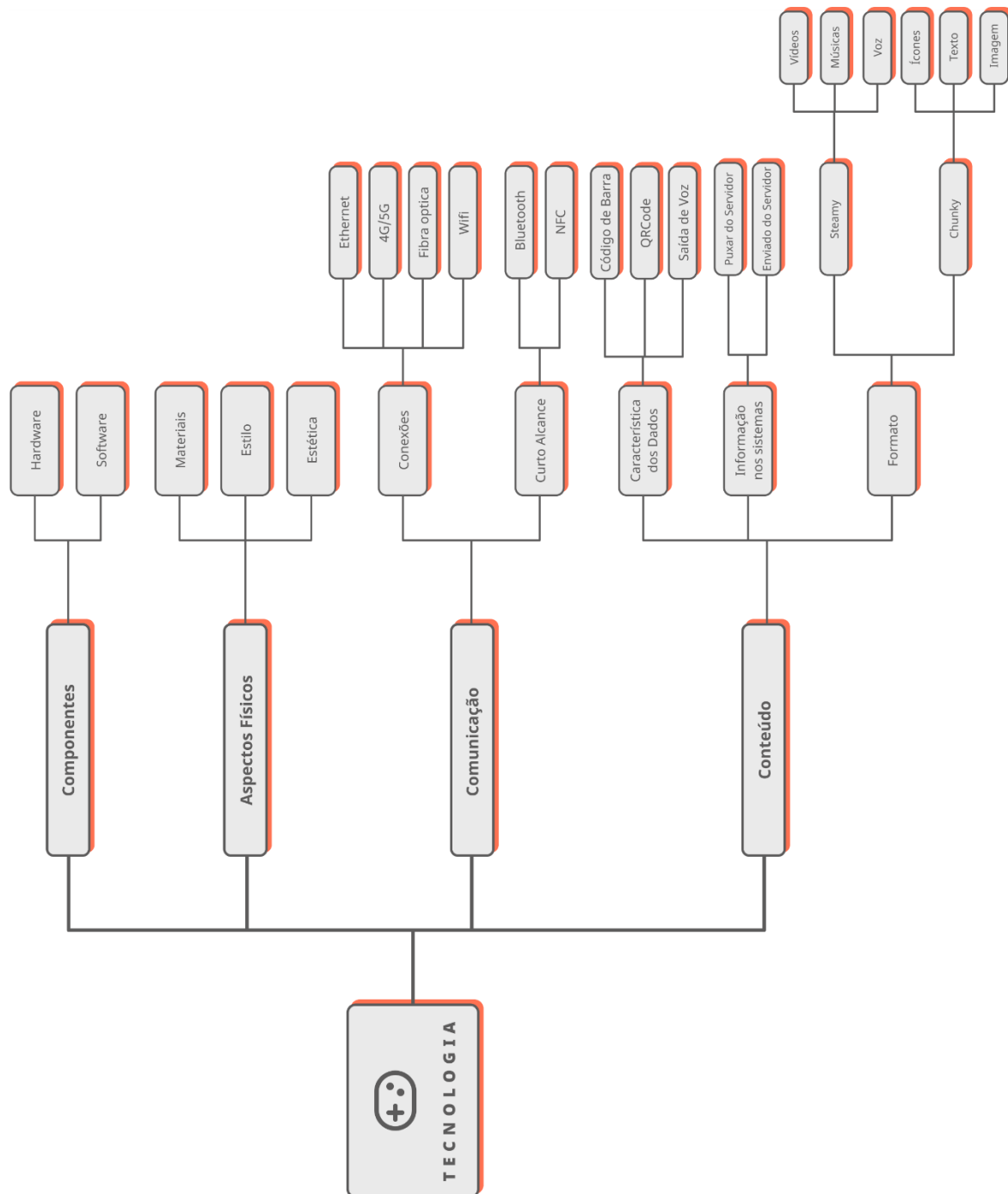
Fonte: A autora, 2021.

Figura 9: Diagrama síntese dos aspectos considerados relevantes por Benyon (2005) em relação ao contexto (C).



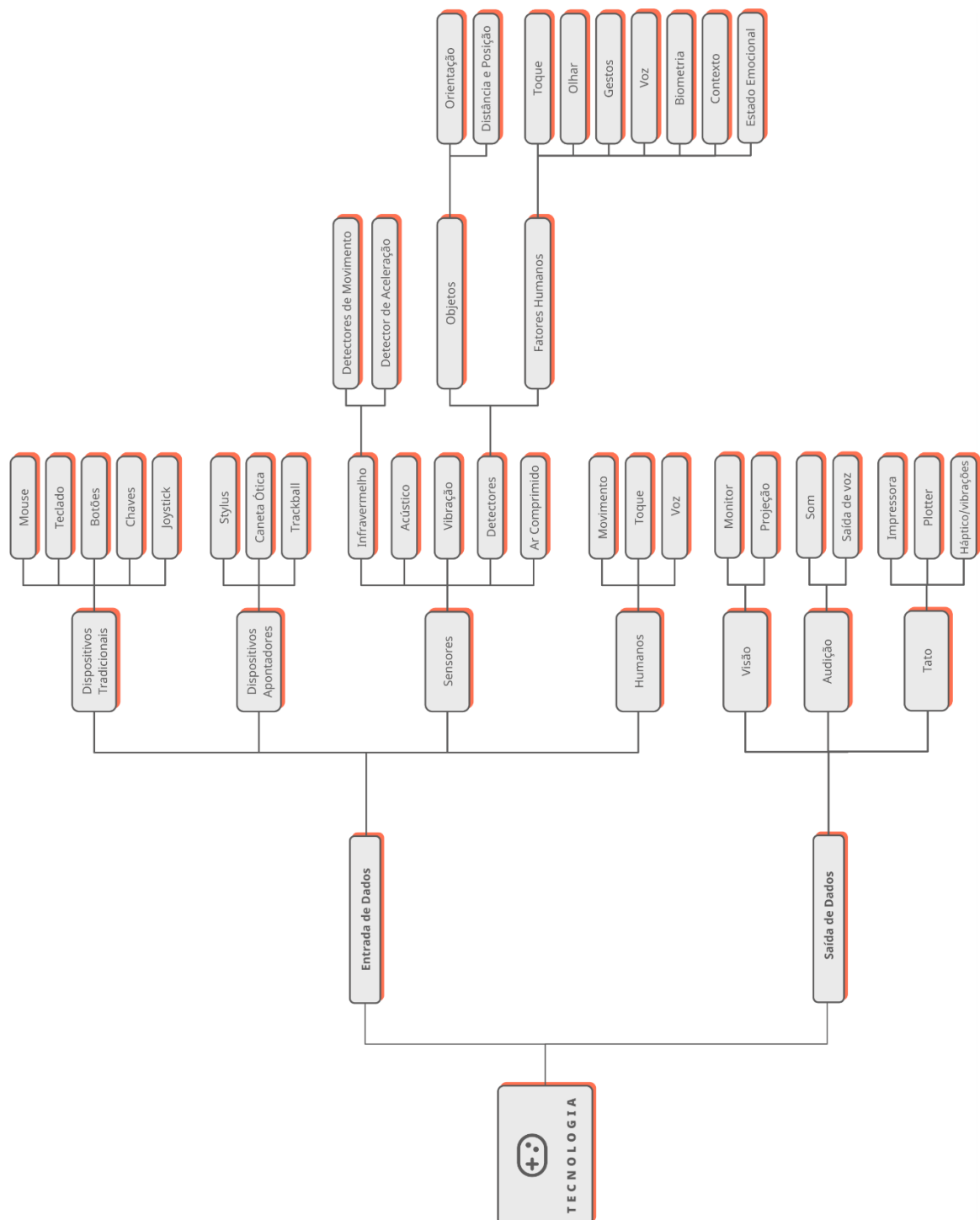
Fonte: A autora, 2021.

Figura 10: Diagrama síntese dos aspectos considerados relevantes por Benyon (2005) em relação a tecnologia (T).



Fonte: A autora, 2021.

Figura 11: Diagrama síntese dos aspectos considerados relevantes por Benyon (2005) em relação a tecnologia (T).

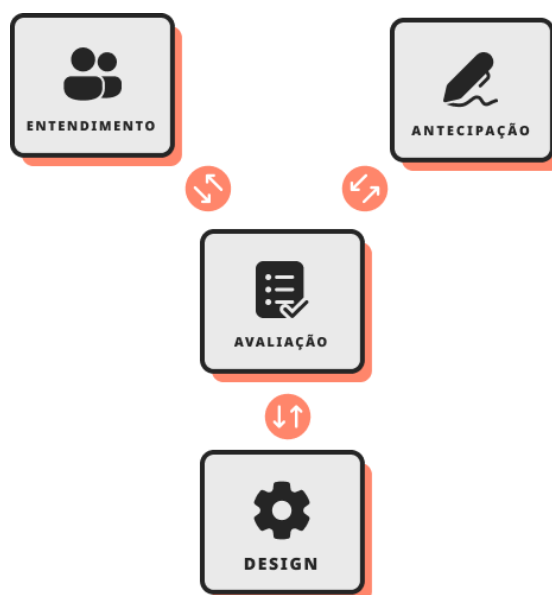


Fonte: A autora, 2021.

2.2.2 METODOLOGIA DE BENYON (2005)

Benyon (2005) considera quatro processos-chave envolvidos no projeto de design de interação. São eles: entendimento, antecipação, design e avaliação, representados na figura 12. O processo pode ter início em qualquer etapa, desde que todas sejam avaliadas. Para o autor, não existe uma ordem determinada a ser seguida.

Figura 12: Processos-chave para o design de interação, segundo Benyon (2005).



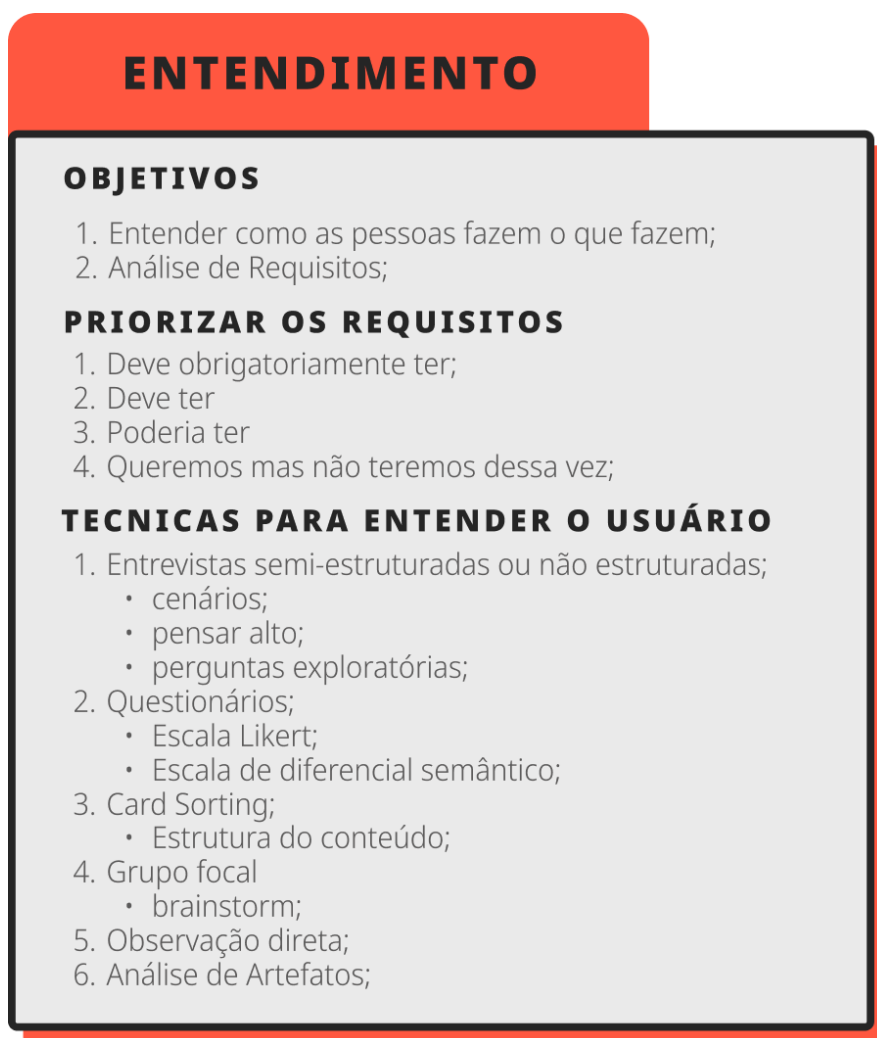
Fonte: BENYON (2005) com edição da Autora, 2022.

O **entendimento**¹² é descrito pelo autor como a fase em que o designer precisa compreender o PACT (pessoas, atividades, contexto e tecnologia) e a partir do estudo, identificar os requisitos relevantes para interação. Benyon (2005) sugere que a etapa se inicie com uma vaga descrição do que se almeja alcançar. Os requisitos iniciais podem ser transformados à medida que o projetista tem maior compreensão sobre as pessoas, contextos e atividades dentro da área de atuação pretendida. Pesquisar sobre a tecnologia disponível é fundamental para detectar as oportunidades e restrições que poderão surgir. O autor destaca a importância do design participativo, uma vez que o foco é a experiência do usuário. Ou seja, o projetista deve lembrar que ele não é o usuário final, é preciso atentar a necessidade de outra pessoa. Para reunir as

¹² Grifo nosso.

informações, Benyon (2005) indica o uso de várias técnicas como entrevistas, questionários, *card sorting*, *brainstorming*, observação e coleta de dados. As especificações devem ser documentadas, para que se possa testar se foram atendidas ao fim do processo. Para definir a ordem de prioridade dos requisitos, o autor recomenda a técnica MoSCoW (*Must Have, Should Have, Could Have, Won't Have this time*). O quadro 1 apresenta a síntese da etapa de entendimento.

Quadro 1: Síntese da etapa de entendimento.



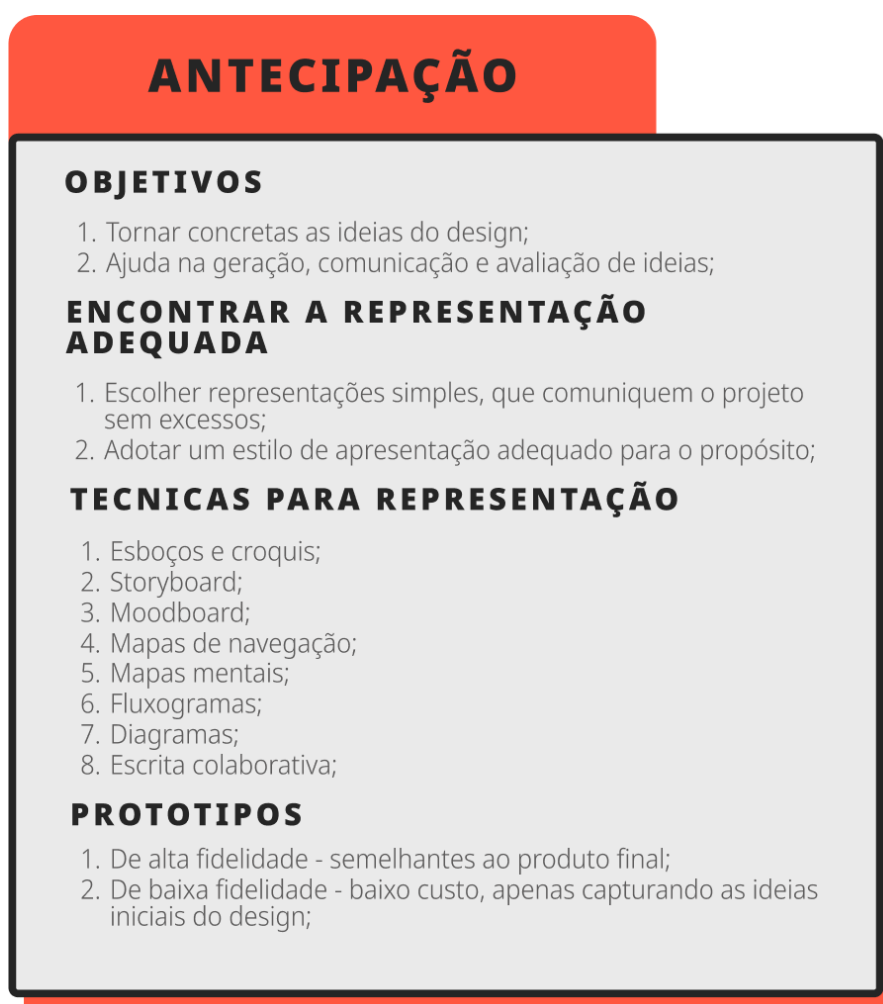
Fonte: BENYON (2005) com edição da Autora, 2022.

A **antecipação**¹³ é a etapa onde as ideias se tornam palpáveis através da visualização. Dessa maneira, é possível ter mais clareza sobre o projeto, compreender os problemas e prever soluções. A representação é uma

¹³ Grifo nosso.

ferramenta que ajuda na comunicação, transformando o que antes era um conceito abstrato em algo concreto. Assim, todas as pessoas envolvidas no processo conseguem contribuir no desenvolvimento e avaliação das propostas. Para essa fase, o autor sugere o uso das seguintes técnicas: esboços, *storyboard*, *moodboard*, mapas de navegação, protótipos de alta e baixa fidelidade. O quadro 2 apresenta a síntese dessa etapa.

Quadro 2: Síntese da etapa de antecipação.



Fonte: BENYON (2005) com edição da Autora, 2022.

Para Benyon (2005) a etapa do **design**¹⁴ pode ser dividida em dois momentos: o design conceitual e o design físico. O design conceitual atua no mundo abstrato, é o momento em que o projetista deve considerar o comportamento do usuário, e a partir daí, propor a solução de projeto. Se define

¹⁴ Grifo nosso.

como a pessoa deverá explorar a solução: a atividade que será desenvolvida, o sentimento que se pretende atingir, e o nível de conhecimento necessário para realizar a tarefa proposta. A técnica do cenário, que consiste em imaginar um representante do público-alvo no contexto específico trabalhado, auxilia a visualizar a solução. Já o design físico atua no mundo concreto, e se refere ao detalhamento do projeto final, em relação aos aspectos técnicos e estéticos. O quadro 3 apresenta a síntese da etapa.

Quadro 3: Síntese da etapa de design.



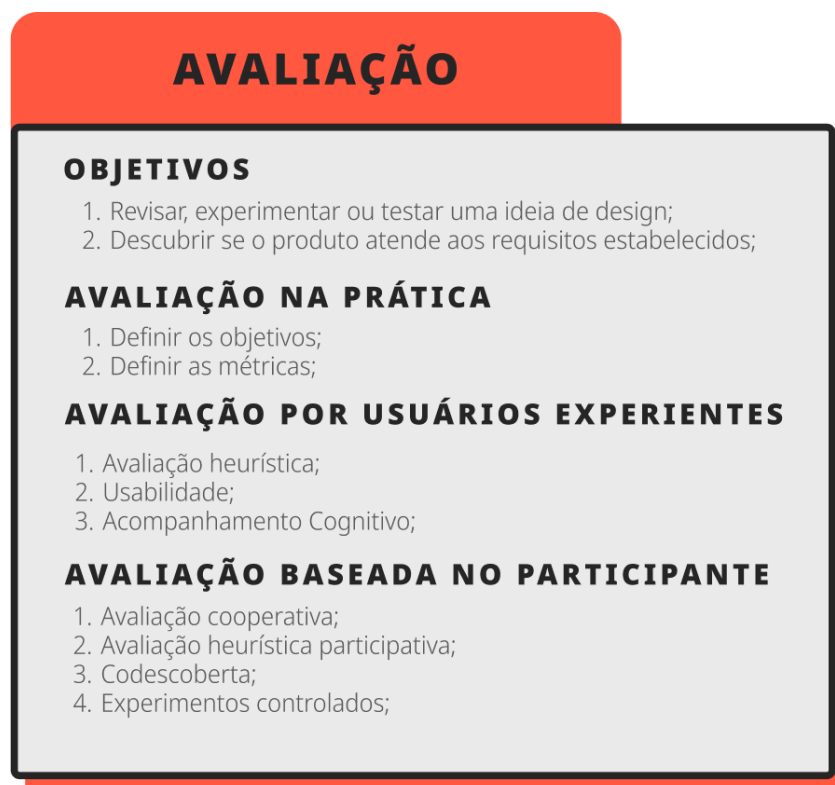
Fonte: BENYON (2005) com edição da Autora, 2022.

A etapa de **avaliação**¹⁵ de Benyon (2005) consiste em verificar se o produto atende aos requisitos estabelecidos. Deste modo, é possível experimentar, testar e identificar falhas de projeto que passaram despercebidas e assim, aprimorar a solução. Muitas das técnicas citadas na etapa de

¹⁵ Grifo nosso.

entendimento também podem ser aplicadas para avaliação. O quadro 4 apresenta a síntese desta etapa.

Quadro 4: Síntese da etapa de design.



Fonte: BENYON (2005) com edição da Autora, 2022.

2.2.3 METODOLOGIA DE GARRETT (2010)

Em 2010, o designer de experiência do usuário Jesse James Garrett descreve uma metodologia que parte da abordagem centrada do usuário, voltada para o desenvolvimento de projetos de web. Apesar do processo especificado apresentar muitos elementos relacionados a criação de produtos digitais, ainda é similar ao descrito por Benyon (2005). Garret (2010) define **cinco planos essenciais**¹⁶ para elaborar um projeto com foco no público-alvo: **Estratégia**¹⁷, **Escopo**¹⁸, **Estrutura**¹⁹, **Esqueleto**²⁰ e **Superfície**²¹ – a organização dos planos se dá de baixo para cima, começando no plano da

¹⁶ Grifo nosso.

¹⁷ Tradução da autora para *strategy*; grifo nosso.

¹⁸ Tradução da autora para *scope*; grifo nosso.

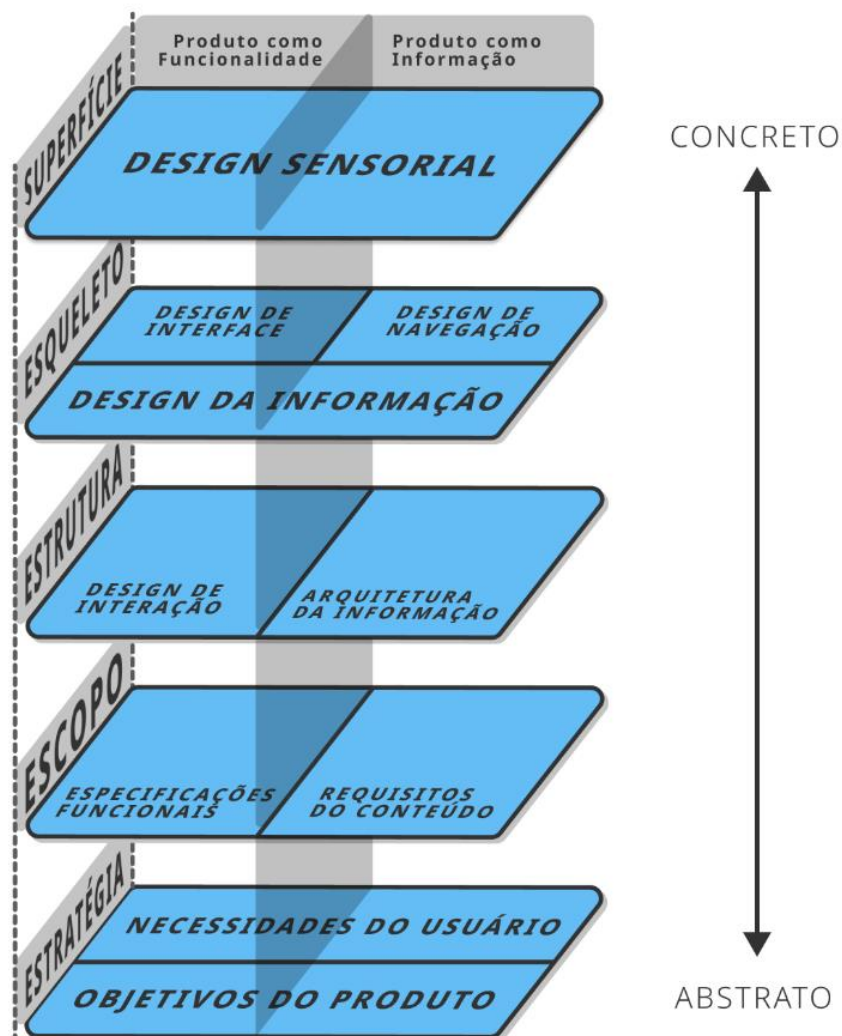
¹⁹ Tradução da autora para *structure*; grifo nosso.

²⁰ Tradução da autora para *skeleton*; grifo nosso.

²¹ Tradução da autora para *surface*; grifo nosso.

estratégia e finalizando com o plano da superfície. A figura 13 ilustra os cinco planos idealizados pelo autor.

Figura 13: Os cinco planos idealizados por Garret (2010).



Fonte: GARRETT (2010) com edição da Autora, 2022.

A metodologia construída é distribuída em camadas, com objetivo de delinear a proposta de projeto a partir de fatores abstratos, no sentido de obter requisitos concretos. A cada plano, o projetista deverá tomar novas decisões e, assim, detalhar a solução desenvolvida. Os planos têm conexão entre si, sendo dependentes um do outro. Essa estrutura, segundo Garrett (2010) cria um efeito cascata, onde as escolhas que serão feitas em cada plano, são restringidas por decisões tomadas no plano anterior. Assim, aos poucos, elimina-se a

subjetividade do problema, na direção de alinhar a produção de forma a satisfazer as expectativas dos usuários.

O **plano da estratégia**²² é a base de Garrett (2010) para o processo de projeto. É a etapa mais abstrata, em que o projetista precisa descobrir o principal problema a ser resolvido. Após estabelecer o público-alvo, é necessário definir quais são as necessidades dos usuários. O autor indica a realização de entrevistas, observação e pesquisas referenciais para obter as informações relevantes. Todas as informações devem ser registradas. O quadro 5 apresenta a síntese da etapa.

²² Grifo nosso.

Quadro 5: O plano da estratégia definido por Garret (2010).

PLANO DA ESTRATÉGIA

OBJETIVOS

1. Definir as necessidades do usuário;
2. Definir os objetivos do produto;

OBJETIVOS DO PRODUTO

1. Objetivos do negócio (empresa);
2. Identidade da marca; (qual impressão vai passar)
3. Definir as métricas de sucesso; (indicadores para rastrear se o produto esta de acordo com os objetivos)

NECESSIDADES DOS USUÁRIOS

1. Segmentar o público em grupos menores que compartilhem a mesma necessidade;
 - critérios demográficos (gênero, idade, educação, renda, estado civil)
 - critérios psicográficos (atitudes, comportamento, percepção, estilo de vida, personalidade)
2. Entender quem é o usuário através de pesquisas com o usuário.
 - a. Métodos de pesquisa de mercado;
 - questionários;
 - entrevistas;
 - grupo focal;
 - b. Pesquisa contextual;
 - entender o usuário no contexto da vida cotidiana
 - c. Análise de tarefas;
 - d. Teste com o usuário;
 - e. Card Sorting;
3. Criação de personas;
4. Criar uma documentação formal com as estratégias definidas

Fonte: GARRETT (2010) com edição da Autora, 2022.

O **plano do escopo**²³ é a etapa onde o projetista irá definir as especificações funcionais e requisitos do conteúdo, a partir das informações obtidas no plano anterior. As necessidades dos usuários serão transformadas em funções que o produto precisa atender para fornecer as informações do conteúdo. O autor sugere que seja organizado um inventário com todos os dados que serão trabalhados. O quadro 6 apresenta a síntese da etapa.

²³ Grifo nosso.

Quadro 6: O plano do escopo definido por Garret (2010).

PLANO DO ESCOPO

OBJETIVOS

1. Definir as especificações funcionais;
2. Definir os requisitos do conteúdo;

DEFININDO REQUISITOS

1. Entender os requisitos do produto através das técnicas de pesquisa com usuário;
2. Criação de cenários para inserir as personas;
 - o cenário é uma ferramenta que permite entender a narrativa do usuário ao tentar realizar uma ação.
3. Pesquisar referências, outros trabalhos similares;

ESPECIFICAÇÕES FUNCIONAIS

1. As especificações não podem ser um projeto separado do desenvolvimento do produto em si.
2. Escreva as especificações em um documento.
 - Seja positivo. Descreva o que o sistema pode fazer para contornar uma situação ruim;
 - Seja específico. Não deixar requisições abertas a interpretações.
 - Evitar linguagem subjetiva. Remover ambiguidades;

REQUISITOS DO CONTEÚDO

1. Não confundir formato e propósito do conteúdo.
2. Formato: vídeo, áudio, texto, imagem...
3. Definir com que frequência o conteúdo será atualizado e quem irá realizar essa atualização.
4. Organizar um inventário de conteúdo, para armazenar todas as informações sobre o conteúdo em um único lugar.

PRIORIZANDO OS REQUISITOS

1. O plano de escopo é construído após o plano da estratégia pq os requisitos são comparados em relação as estratégias.
2. Requisitos que não tem relação com a estratégia, podem ser excluídos.

Fonte: GARRETT (2010) com edição da Autora, 2022.

O **plano da estrutura**²⁴ é o momento em que o projetista irá considerar o comportamento do usuário e pensar na sequência de ações que serão necessárias para realizar a tarefa proposta, delimitando a experiência do usuário. Garrett (2010) sugere a criação de personas e cenários para auxiliar o projetista a imaginar a jornada emocional, através do recurso narrativo. Nessa etapa, os conteúdos organizados no plano anterior serão categorizados e agrupados. O quadro 7 apresenta a síntese da etapa.

Quadro 7: O plano da estrutura definido por Garret (2010).

PLANO DA ESTRUTURA

OBJETIVOS

1. Criar uma estrutura de experiência do usuário através do design de interação;
2. Quanto ao conteúdo, criar a arquitetura da informação;

DESIGN DE INTERAÇÃO

1. Descrever o comportamento do usuário e entender como o sistema irá responder a esse comportamento;
2. Entender o modelo conceitual (convenção estabelecida socialmente) para tecnologia proposta;
3. Pensar em como o sistema vai se comportar quando a pessoa cometer um erro.

ARQUITETURA DA INFORMAÇÃO

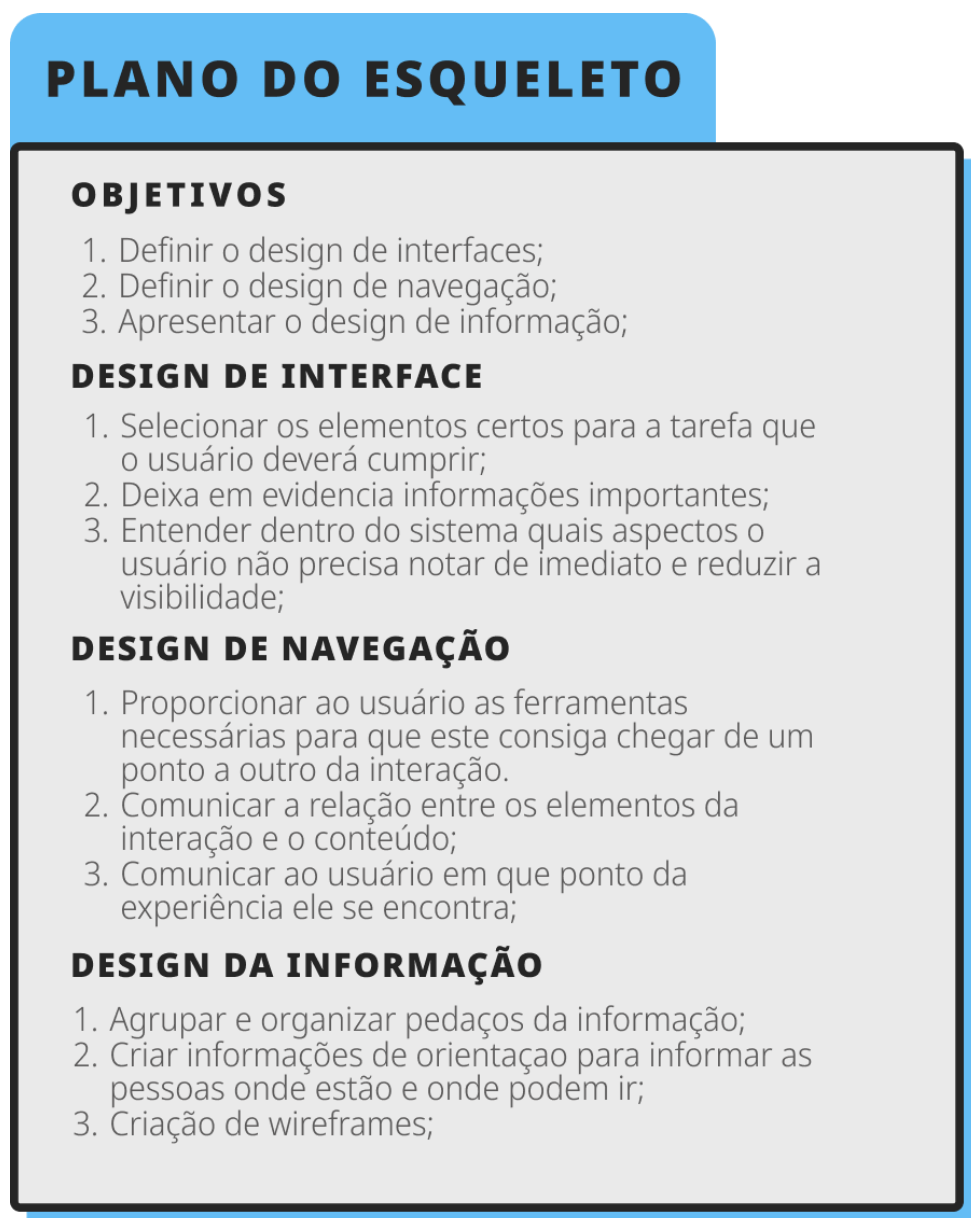
1. Entender como as pessoas processam a informação (processos cognitivos);
2. Criar um esquema de navegação;
3. Categorizar o conteúdo; Agrupar a info;
4. Pensar em como o conteúdo irá se relacionar
 - ferramenta: mapa mental
 - fluxograma sequencial;
5. Criar diagramas conceituais para entender as etapas da interação do usuário com o produto (similar ao fluxograma)

Fonte: GARRETT (2010) com edição da Autora, 2022.

²⁴ Grifo nosso.

O **plano do esqueleto**²⁵ é a etapa em que serão definidos o design de interfaces, design de navegação e o design de informação. Os componentes que irão facilitar a interação são escolhidos. A partir da categorização dos conteúdos na etapa anterior e no mapeamento da experiência, será estabelecido de que maneira os elementos estarão disponíveis ao usuário. O quadro 8 apresenta a síntese da etapa.

Quadro 8: O plano do esqueleto definido por Garret (2010).

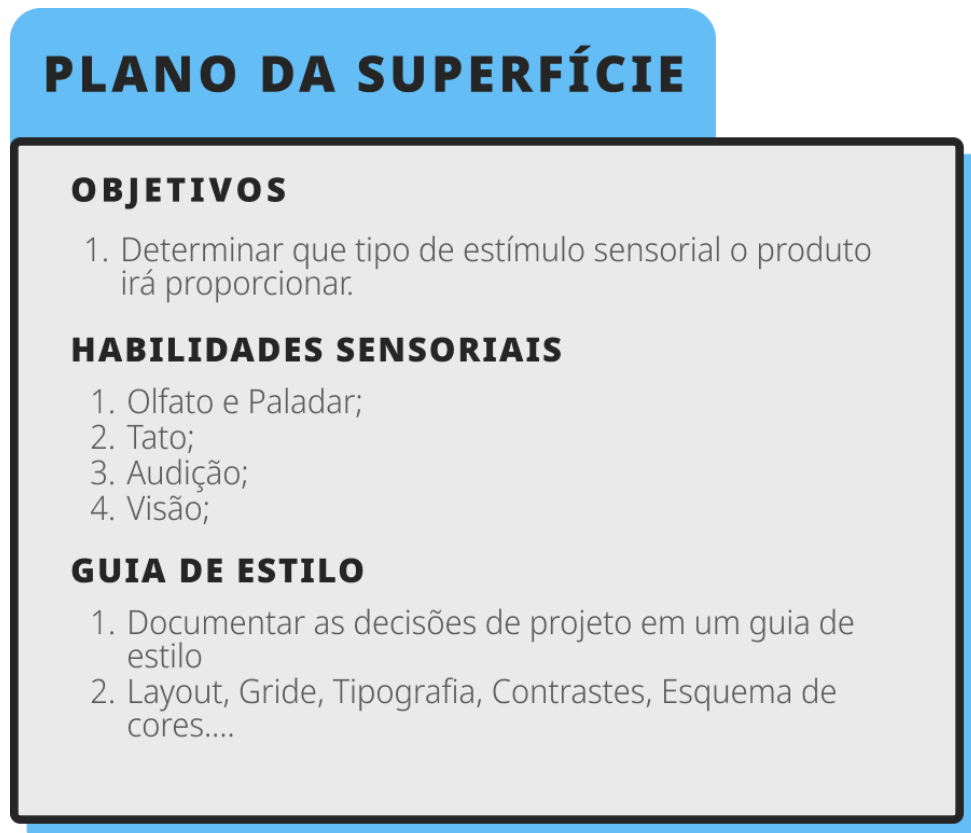


Fonte: GARRETT (2010) com edição da Autora, 2022.

²⁵ Grifo nosso.

O **plano da superfície**²⁶ é considerada por Garrett (2010) a etapa mais concreta. É o momento em que o projetista deverá considerar os estímulos sensoriais envolvidos e definir questões estéticas. O quadro 9 apresenta a síntese da etapa.

Quadro 9: O plano da superfície definido por Garret (2010)



Fonte: GARRETT (2010) com edição da Autora, 2022.

Projetar para a experiência é mais do que resolver pequenos obstáculos. Segundo o autor, é preciso que o projetista entenda mais do problema que precisa ser resolvido do que o próprio usuário, que muitas vezes, não sabe articular essa dificuldade. Também é preciso compreender como a solução proposta irá impactar o público-alvo. Garrett (2010) também comenta a importância do trabalho em equipes multidisciplinar, enfatizando o processo de criação envolvendo especialistas que contribuem para o entendimento da experiência do grupo social que se pretende atingir. Diferente da metodologia

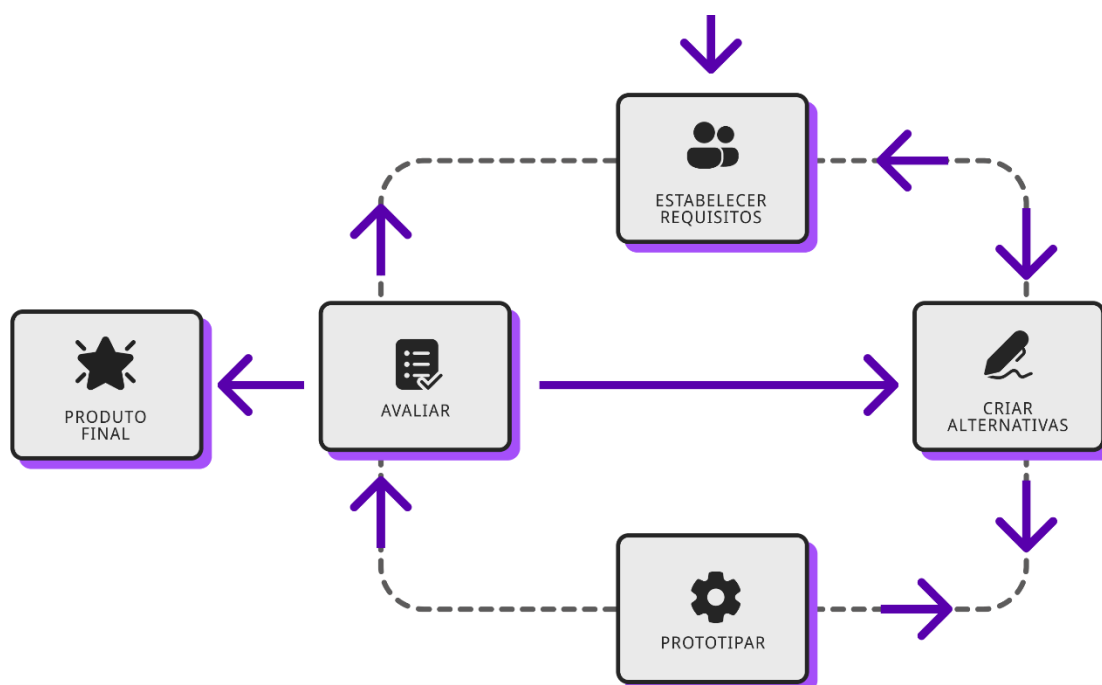
²⁶ Grifo nosso.

proposta por Benyon (2005), a metodologia dos cinco planos não apresenta uma etapa específica para avaliação.

2.2.4 METODOLOGIA DE ROGERS, SHARP E PREECE (2011)

No livro intitulado *Design de interação – Além da interação humano-computador*, publicado originalmente em 2011, as pesquisadoras Yvonne Rogers, Helen Sharp e Jennifer Preece discutem os principais conceitos da área, e a partir de estudos baseados em autores da área de tecnologia e interação humano-computador, apresentam o ciclo de vida do design de interação. O modelo proposto é composto pelas quatro atividades básicas, identificadas pelas autoras, envolvidas no processo de projeto de interação. São elas: **estabelecer requisitos; criar alternativas de design; prototipar; e avaliar;**²⁷ A figura 14 ilustra o ciclo de vida do design de interação.

Figura 14: Ciclo de vida do design de interação, segundo Rogers, Sharp e Preece (2011).



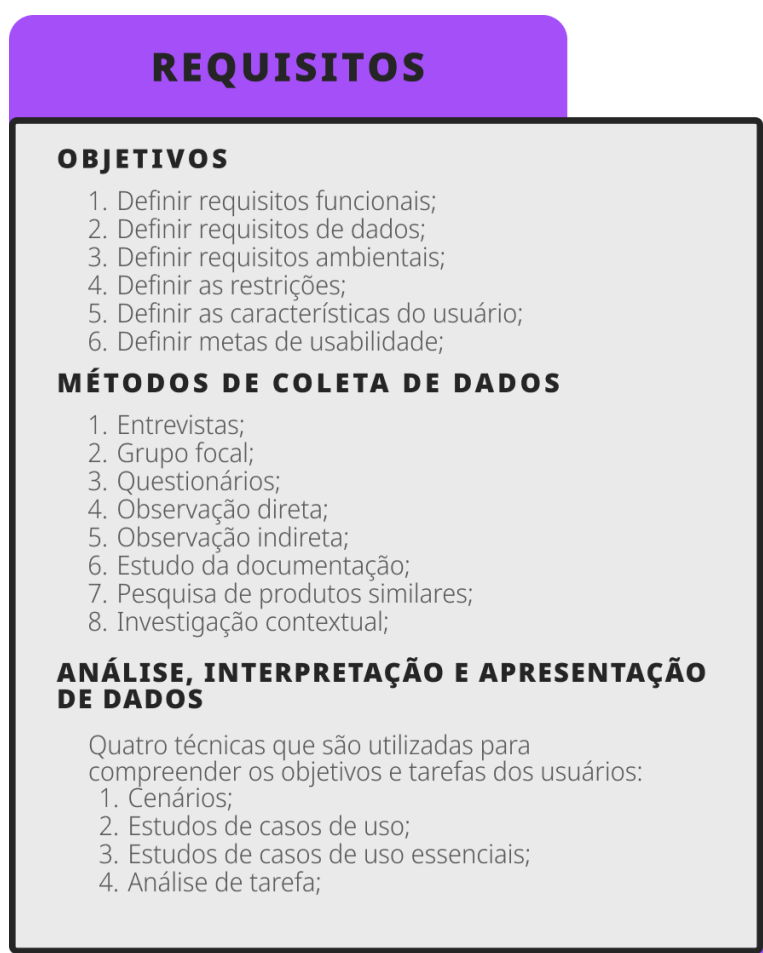
Fonte: ROGERS, SHARP E PREECE (2011) com edição da Autora, 2022.

As atividades devem se repetir e se complementar. De acordo com as autoras, a abordagem de projeto centrada no usuário assegura que a solução

²⁷ Grifo nosso.

proposta será alinhada com as expectativas do público-alvo. E para que o objetivo seja atingido, a avaliação é uma etapa essencial. Rogers, Sharp e Preece apontam que a maior parte dos projetos iniciam com a etapa de **estabelecer requisitos**.²⁸ Nesse momento, são estabelecidos o público-alvo e qual tipo de informação o projeto deverá informar. As autoras diferenciam os requisitos em categorias: funcionais, de dados, ambientais, das características do usuário, e das metas de usabilidade. A coleta e análise de dados são atividades essenciais para uma abordagem de projeto centrada no usuário. O produto dessas atividades deverá ser documentado para avaliação posterior. O quadro 10 apresenta a síntese da etapa de estabelecer requisitos, segundo Rogers, Sharp e Preece (2011).

Quadro 10: Etapa de estabelecer requisitos, segundo Rogers, Sharp e Preece (2011).



Fonte: ROGERS, SHARP E PREECE (2011) com edição da Autora, 2022.

²⁸ Grifo nosso.

A segunda etapa é apontada como a fase de **projetar alternativas**.²⁹ É o momento em que o projetista deverá pensar nas possibilidades existentes para solucionar o problema de projeto, de maneira a satisfazer os requisitos identificados. Rogers, Sharp e Preece (2011) apresentam dois elementos fundamentais para esta etapa: o design conceitual e o design físico. O design conceitual tem caráter abstrato e, tem como objetivo considerar o comportamento do usuário durante a realização da tarefa. Já o design físico é concreto, e se refere as características físicas como a escolha do dispositivo e aspectos estéticos. O quadro 11 apresenta a síntese da etapa de projetar alternativas.

²⁹ Grifo nosso.

Quadro 11: Etapa de projetar alternativas, segundo Rogers, Sharp e Preece (2011).



Fonte: ROGERS, SHARP E PREECE (2011) com edição da Autora, 2022.

A terceira etapa descrita é a fase de **prototipar**.³⁰ O objetivo é construir protótipos para avaliar a viabilidade das soluções propostas. Os protótipos de baixa fidelidade são ferramentas eficientes para identificar problemas em estágios iniciais. Já os protótipos de alta fidelidade são similares a solução final proposta, e são essenciais para avaliação com usuários. O quadro 12 apresenta a síntese da etapa de prototipação, segundo Rogers, Sharp e Preece (2011).

³⁰ Grifo nosso.

Quadro 12: Etapa de prototipação, segundo Rogers, Sharp e Preece (2011).

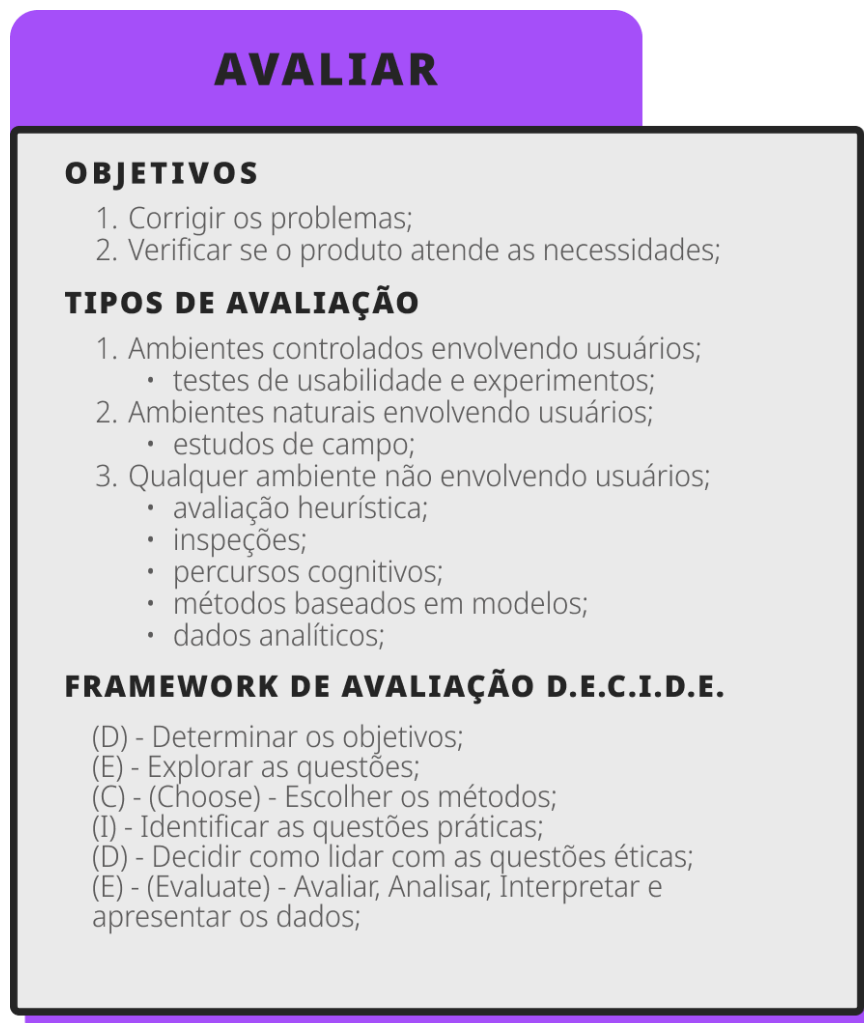


Fonte: ROGERS, SHARP E PREECE (2011) com edição da Autora, 2022.

E etapa final indicada é **avaliar**³¹ a solução proposta. A avaliação é indispensável para completar o ciclo de vida do design de interação proposto por Rogers, Sharp e Preece (2011). É nesse momento que será feita a verificação do produto em relação aos requisitos estabelecidos durante a etapa inicial. Somente através de testes é possível corrigir problemas e aprimorar a proposta final. As autoras sugerem o framework D.E.C.I.D.E. para apoiar o planejamento do processo. O quadro 13 apresenta a síntese da etapa de avaliação.

³¹ Grifo nosso.

Quadro 13: Etapa de avaliação, segundo Rogers, Sharp e Preece (2011).



Fonte: ROGERS, SHARP E PREECE (2011) com edição da Autora, 2022.

Rogers, Sharp e Preece (2011) mencionam que envolver o usuário no processo de projeto pode contribuir para obter resultados adequados as expectativas do público-alvo. Porém o projetista deve definir qual o momento ideal para que a participação se torne efetiva.

2.3 DESIGN INCLUSIVO

Conforme citado anteriormente, essa pesquisa se apoia na abordagem de design inclusivo cunhada por Coleman (1994), que enfatiza a relevância do sentimento de empatia para a criação de soluções inclusivas. O autor também afirma que ao envelhecer, o ser humano lentamente tem a perda das habilidades sensoriais. Portanto, eventualmente, todas as pessoas irão experimentar o sentimento de frustração que se tem ao interagir com produtos que não consideram a diversidade humana. Holmes (2018) corrobora e afirma que o corpo está sempre em mutação. As mudanças nas habilidades podem ser passageiras, como por exemplo, uma mulher grávida que tem dificuldades para locomoção. Ou podem ocorrer de forma permanente. A figura 15 apresenta exemplos de como as habilidades sensoriais podem se apresentar de maneiras diversas.

Figura 15: Diversidade de habilidades sensoriais.

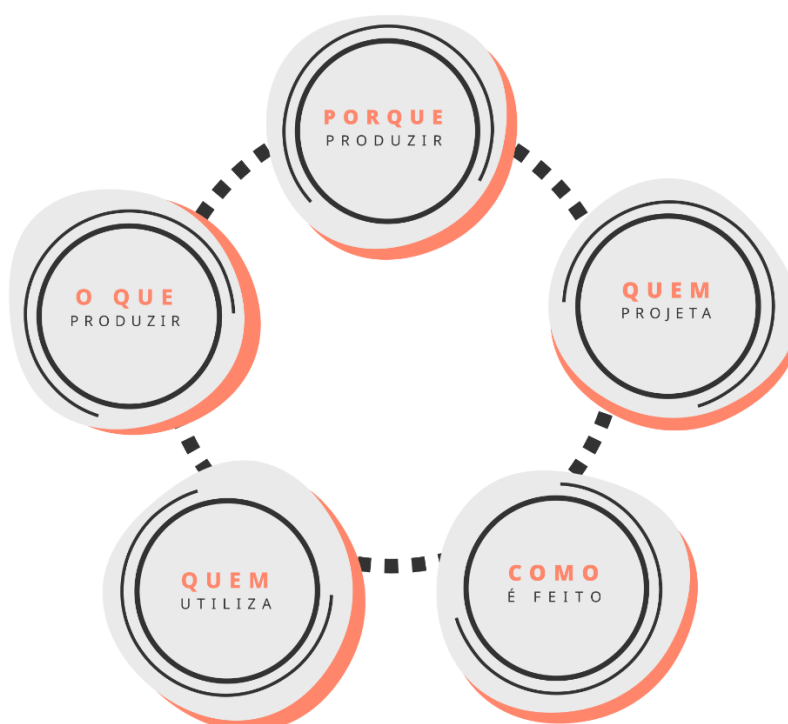


Fonte: A Autora, 2022.

Para Holmes (2018), as cidades, os ambientes, a tecnologia, são interfaces para acessar o mundo ao nosso redor. Quando um indivíduo se comunica com esse ponto de acesso, a interação pode ser fácil ou não. Pessoas que tem as múltiplas habilidades sensoriais conseguem se adaptar para que a interação funcione. Entretanto, nem todos tem a mesma capacidade de adaptação. Segundo a autora, o design inclusivo é mais do que normas de portas ou rampas, é uma área de estudo que considera o impacto emocional nos seres humanos. Nesse sentido, Cambiaghi (2019) destaca que frequentemente pessoas com deficiência são discriminadas em função de projetos inadequados.

Para que ações inclusivas sejam relevantes, devem promover tanto a acessibilidade, como a equiparação de oportunidades, para evitar a exclusão social. Holmes (2018) afirma que o primeiro passo para pensar um projeto inclusivo é reconhecer a exclusão. A autora propõe uma estrutura para mudança a partir da identificação de cinco elementos que alimentam o ciclo da exclusão, apresentados na figura 16.

Figura 16: Cinco elementos do ciclo da exclusão.



Fonte: HOLMES (2018) com edições da Autora, 2022.

O primeiro elemento destacado pela autora é **por que produzir**³². Holmes (2018) acredita que frequentemente os projetistas fazem suposições errôneas sobre pessoas com deficiências, e exemplifica: “(...) eles (os projetistas) podem presumir que alguém que é cego não usa uma câmera. Ou que uma pessoa surda não acessa um serviço de streaming de músicas.”

³³ (Holmes, 2018, p.35). Segundo a autora, essas deduções não derivam de

³² Grifo nosso.

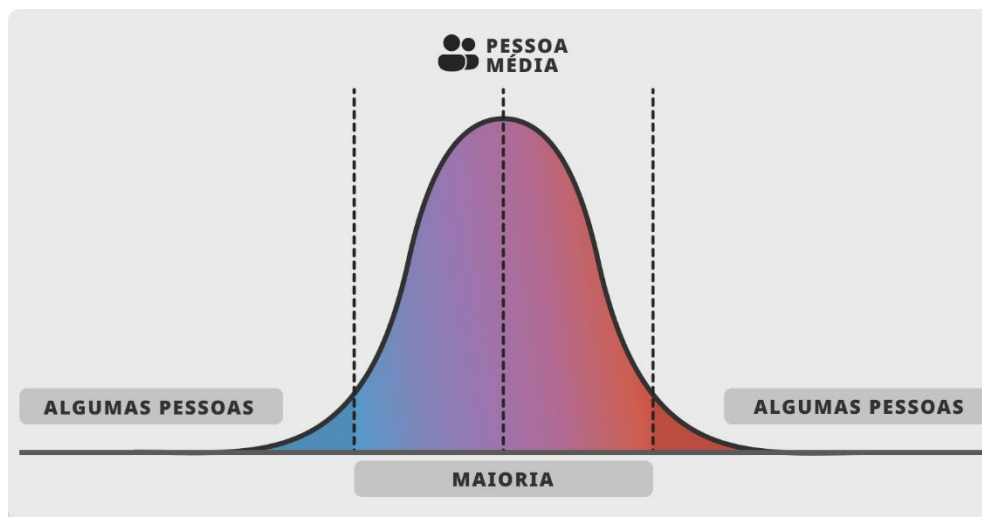
³³ Tradução da autora para “(...) *They might presume that someone who’s blind doesn’t use a camera. Or that a person who’s deaf doesn’t use a music streaming service.*”

pensamentos maliciosos, porém acabam por criar uma prática de exclusão. E acrescenta que o hábito da inclusão precisa se tornar parte da cultura.

Quem projeta³⁴, é o segundo elemento descrito pela autora. Holmes (2018) incube ao projetista a responsabilidade de determinar quem terá acesso a solução proposta. Assim, salienta que é preciso idealizar o projeto a partir da perspectiva de outras pessoas para reforçar a sensação de pertencer. O terceiro elemento apontado é **como é feito**³⁵. Holmes sugere que o usuário participe do processo de projeto de forma efetiva. Além de considerar a experiência de vida das pessoas que convivem com a exclusão, a autora também aconselha a consulta de especialistas da área para desenvolver soluções inclusivas.

Quem utiliza³⁶, é uma crítica da autora aos projetos que são produzidos baseados no conceito de homem padrão do século 19. Holmes (2018) apresenta uma curva que representa a diversidade humana ilustrada na figura 16. Ao centro, o gráfico marca o que seria considerada uma pessoa média.

Figura 17: Distribuição da diversidade humana, de acordo com Holmes (2018).



Fonte: HOLMES (2018) com edições da Autora, 2022.

³⁴ Grifo nosso.

³⁵ Grifo nosso.

³⁶ Grifo nosso.

Ao centro do gráfico, são representadas as pessoas próximas do que seria considerado o ideal de uma pessoa média. E à medida que a curva se afasta do centro, mais distante o indivíduo está de ser considerado dentro da média. A autora afirma que, quando um produto tem por finalidade servir a todas as pessoas, na realidade, não está direcionado a ninguém. Portanto, as soluções inclusivas devem ter como foco aquele usuário mais distante do considerado dentro da média. Se a proposta conseguir satisfazer o indivíduo que se encontra na parte mais externa do gráfico, mais pessoas serão impactadas com a solução.

O que produzir³⁷, é o quinto elemento destacado pela autora, e tem relação ao significado dos objetos. Holmes (2018) considera que as soluções direcionadas a pessoas com deficiência apresentam maior caráter funcional do que emocional. Portanto, esses objetos não são pensados para despertar emoções, experiências. Um projeto inclusivo deve valorizar o impacto positivo e a criação de boas memórias.

2.3.1 METODOLOGIA DE KAT HOLMES (2016)

Em 2016, a designer Kat Holmes desenvolveu em conjunto com a Microsoft, um conjunto de ferramentas para apoiar o processo de design inclusivo. Em 2017, a metodologia criada foi destaque dentro da categoria capacitação, na premiação³⁸. promovida pela Associação de Design interativo³⁹. O material é disponibilizado de forma gratuita e se encontra dividido em duas partes: um manual que traz conceitos sobre design inclusivo e um conjunto de cartas que sistematizam atividades sugeridas para direcionar um projeto a inclusão. Os três princípios básicos apresentados são: reconhecer a exclusão, aprender com a diversidade e resolver para um, estender para muitos.⁴⁰

As atividades recomendadas são organizadas em cinco categorias: orientar, enquadrar, idealizar, iterar e otimizar.⁴¹ A primeira etapa descrita como

³⁷ Grifo nosso.

³⁸ Disponível em: <https://awards.ixda.org/entry/2017/microsoft-inclusive-toolkit-2/>

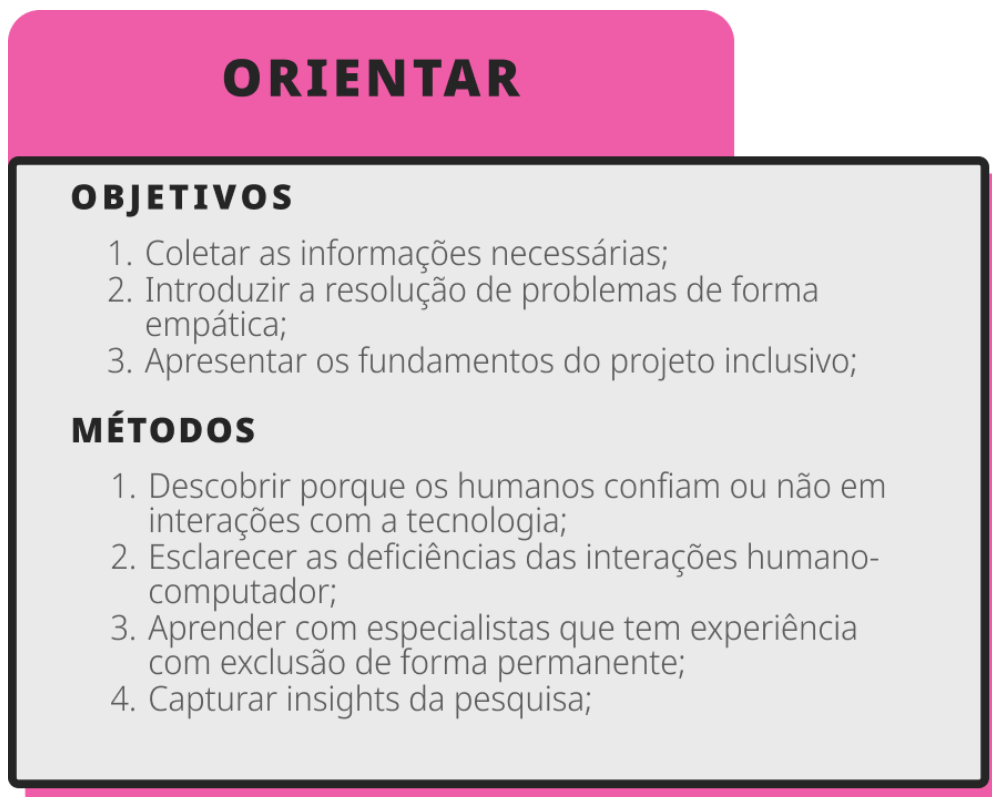
³⁹ Tradução da autora para Interaction Design Association.

⁴⁰ Tradução da autora para *recognize exclusion, learn from diversity, and solve for one, extend to many*.

⁴¹ Tradução da autora para *get oriented, frame, ideate, interate and optimize*.

orientar⁴² é dirigida a busca das informações que serão necessárias para iniciar o processo de projeto. A autora enfatiza que a empatia é fundamental para o desenvolvimento de um produto inclusivo. O quadro 14 sintetiza a etapa.

Quadro 14: Etapa definida como orientar por Holmes (2016).



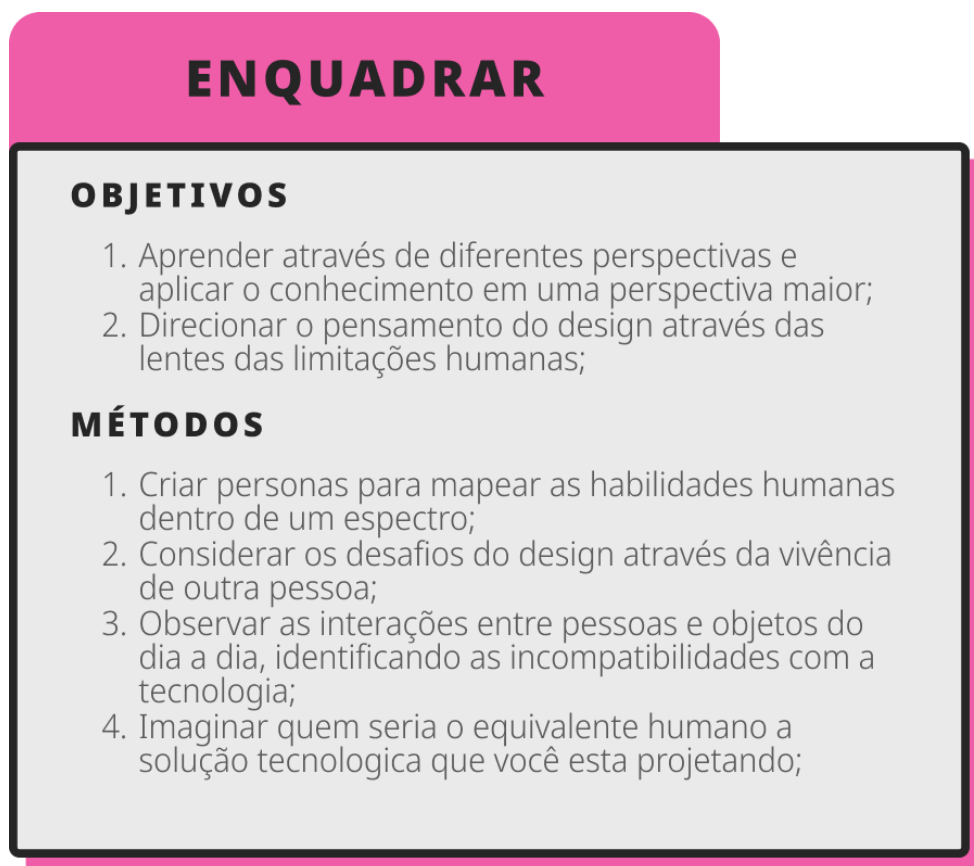
Fonte: HOLMES (2016) com edição da Autora, 2022.

Enquadrar⁴³ é o segundo momento descrito por Holmes (2016) e tem por finalidade incentivar o aprendizado através das perspectivas de diferentes pessoas e aplicar o conhecimento para solução de propostas mais abrangentes. É também a etapa onde o pensamento do projeto será direcionado de acordo com as possibilidades e limitações humanas. O quadro 15 apresenta a síntese da etapa.

⁴² Grifo nosso; Tradução da autora para *get oriented*;

⁴³ Grifo nosso; Tradução da autora para *frame*;

Quadro 15: Etapa definida como enquadrar por Holmes (2016).

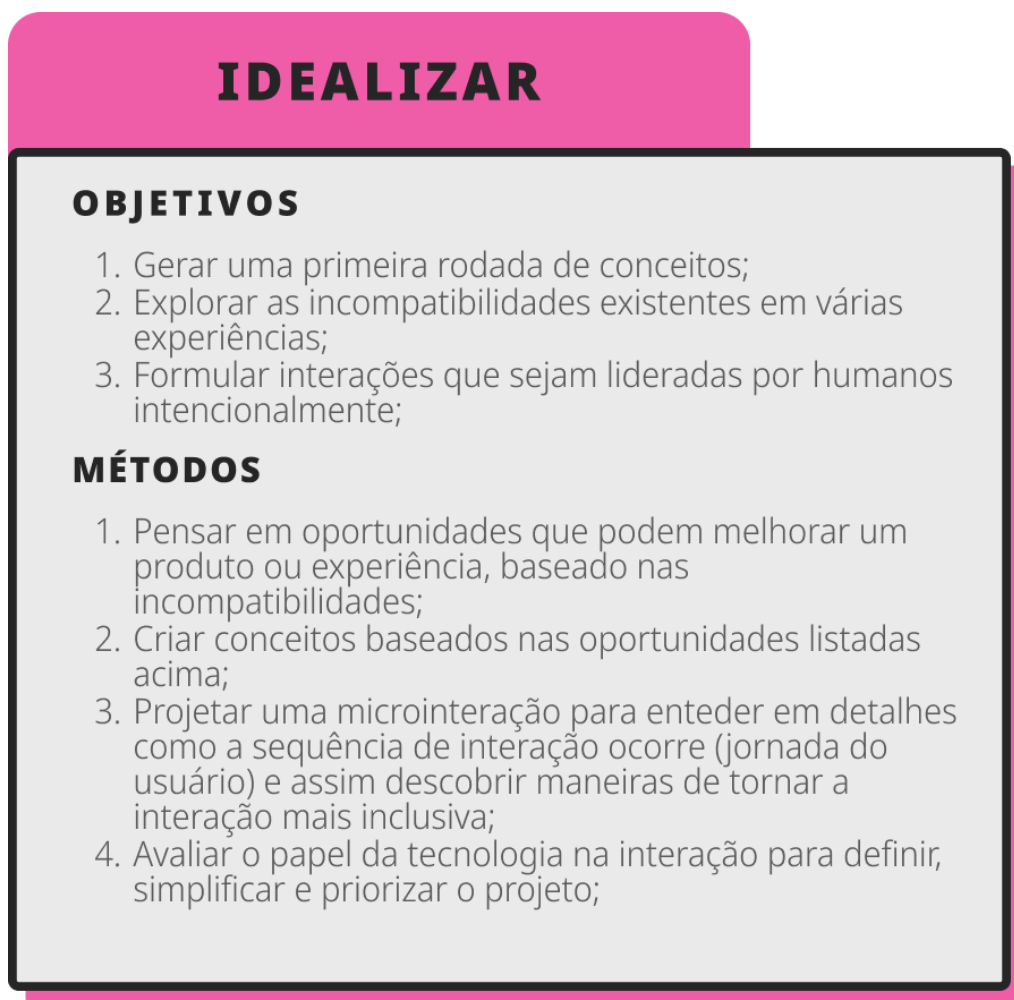


Fonte: HOLMES (2016) com edição da Autora, 2022.

A terceira etapa denominada como **idealizar**⁴⁴ tem como objetivo o lançamento dos primeiros conceitos que irão guiar o produto e a geração de alternativas. É o momento em que será analisada a jornada emocional do usuário no processo de interação, para identificar incompatibilidades e dificuldades e assim propor melhorias. O quadro 16 apresenta a síntese da etapa.

⁴⁴ Grifo nosso; Tradução da autora para *ideate*;

Quadro 16: Etapa definida como idealizar por Holmes (2016).



Fonte: HOLMES (2016) com edição da Autora, 2022.

A quarta e quinta etapa, denominadas como **iterar**⁴⁵ e **otimizar**⁴⁶, foram agrupadas. Holmes (2016) aponta iterar como o momento em que serão construídos protótipos para testar e aprimorar a solução. Otimizar se refere ao momento em que a solução criada será avaliada quanto a adequação a diversos contextos. O quadro 17 apresenta a síntese das etapas agrupadas.

⁴⁵ Grifo nosso; Tradução da autora para *iterate*;

⁴⁶ Grifo nosso; Tradução da autora para *optimize*;

Quadro 17: Etapa definida como idealizar por Holmes (2016).

ITERAR/OTIMIZAR

OBJETIVOS

1. Produzir protótipos para testar a solução;
2. Revisar a proposta;
3. Avaliar se o projeto pode ser adaptado a diferentes contextos.

MÉTODOS

1. Criar um prototipo de baixa fidelidade para refinar as soluções de forma rápida e de baixo custo;
2. Simular a interação para descobrir como melhorar a solução;

Fonte: HOLMES (2016) com edição da Autora, 2022.

2.4 COMPARANDO AS METODOLOGIAS ESTUDADAS

Ao comparar as metodologias estudadas, foi possível identificar três momentos distintos. De maneira geral, o primeiro momento tem como finalidade entender as necessidades dos usuários através da coleta de informações e sintetizar os dados para obter requisitos concretos. O segundo momento, tem por objetivo gerar alternativas e executar o produto, propriamente dito. E o terceiro é direcionado para qualificação da solução proposta, por meio de testes envolvendo o usuário. A tabela 01 apresenta a relação identificada entre as etapas das metodologias citadas.

Tabela 1: Relação entre etapas identificadas nas metodologias estudadas.

Etapas Identificadas	Benyon (2005)		Garret (2010)		Rogers, Sharp e Preece (2011)		Kat Holmes (2016)	
	Coleta de Dados	Síntese de Dados	Entendimento	Plano da Estratégia	Entender os Requisitos	Orientar	Enquadrar	Idealizar
ENTENDER								
PROJETAR	Explorar soluções		Design	Plano da Estrutura	Projetar Alternativas			
	Prototipar			Plano do Esqueleto	Prototipar			
QUALIFICAR	Avaliar		Avaliação	Plano da Superfície	Avaliar			
	Propor Melhorias							

Fonte: A Autora, 2022.

A primeira fase identificada foi denominada como “**entender**”⁴⁷, tem por finalidade compreender o usuário e pode ser dividida em duas etapas: coleta e síntese dos dados. Os autores estudados acordam que a coleta de dados sobre o usuário é fundamental para o projeto centrado no ser humano. Foi possível verificar similaridades na recomendação dos métodos de coleta de dados. Todos os autores sugerem observação direta, entrevistas com usuário e especialistas, e a busca de casos similares para referencial teórico. A etapa de síntese de dados refere-se à transformação dos dados coletados em requisitos concretos tangíveis para o processo de projeto. Segundo Benyon (2005) esse processo é importante para compreender e conectar conceitos relevantes para o projeto, e através deste mapeamento, limitar o universo de soluções a serem exploradas. Todos os referenciais citados indicam a criação de personas e cenários como ferramentas importantes para fortalecer a solução com foco no usuário.

Benyon (2005), em especial, detalha a abordagem e distingue quatro tipos de cenários: histórias, cenários conceituais, cenários concretos e casos de uso. O autor define como história o copilado de histórias reais, sobre o próprio usuário e a interação desejada, concedidas ao projetista por meio da coleta de dados. A partir da combinação das características semelhantes identificadas nas histórias reais, são criados os cenários conceituais, para capturar a essência das atividades envolvidas na interação. Uma vez que este cenário é criado, se pode então particularizar algum problema ou questão que ocorre apenas em alguma circunstância específica através da criação de cenários concretos. E por fim, casos de uso são definidos como casos que descrevem como as pessoas utilizam interações similares e o que estas podem fazer.

Na sequência, a segunda fase identificada foi denominada como “**projetar**”⁴⁸ e tem como objetivo gerar alternativas para solução do problema e a explorar a resolução por intermédio de protótipos. Todos os autores discutem sobre a necessidade de definir que tipo de atividade será realizada pelo público-alvo ao interagir com o produto. Holmes (2016) destaca ainda, que é preciso reconhecer os padrões de interação e comportamento do grupo social que se

⁴⁷ Grifo nosso.

⁴⁸ Grifo nosso.

pretende atingir para explorar as oportunidades de solução. Assim, a partir de interações incompatíveis existentes entre produto e público-alvo, o projetista pode propor modificações e aprimoramentos. Benyon (2005) e Rogers, Sharp e Preece (2011) dividem a fase de projeto em duas partes: a primeira, referente aos aspectos conceituais do modelo e a segunda, aos aspectos físicos associados a construção técnica do modelo. E no que se refere a Garrett (2010), a metodologia proposta tem como foco o mundo digital, portanto, enfatiza a visualização do conteúdo e como este se comunica com o usuário.

Benyon (2005), em concordância com Rogers, Sharp e Preece (2011), define como aspecto conceitual a etapa em que o projetista irá determinar o tipo de atividade que o usuário deverá performar considerando suas limitações sensoriais. A persona criada fornece suporte para imaginar possíveis interações dentro do cenário especificado na fase anterior, traçando assim uma narrativa, para construir a jornada do usuário. Este recurso é mencionado por todos os autores como essencial para compreensão da sequência de atividades que o usuário irá realizar no contexto específico estabelecido, evitando assim, generalizações. Os autores sugerem o uso de *storyboards* para amparar a visualização da história criada através de ilustrações das sequências de ações. A técnica de *brainstorming* também é citada pelos autores como um exercício importante para ampliar a ideia central e gerar variações para uma mesma solução. É possível caracterizar a etapa como o momento em que o projetista irá externalizar e registrar o maior número possível de ideias, para que estas possam ser comparadas, combinadas e reorganizadas.

Quanto aos aspectos físicos, Benyon (2005) e Rogers, Sharp e Preece (2011) estabelecem que se trata da etapa em que o projetista irá construir um protótipo do projeto. É nesse estágio que o projeto é concretizado, ainda que de forma inacabada, aspectos estéticos são delineados, e assim é possível executar testes de usabilidade. Conforme os autores, é imprescindível realizar avaliações durante este momento de desenvolvimento preliminar, para verificar e corrigir possíveis falhas antes da concepção do projeto final.

A terceira fase identificada foi denominada como “**qualificar**”⁴⁹ e tem o propósito de avaliar a solução final em relação as necessidades dos usuários detectadas na fase inicial. Portanto, fica evidente a importância de manter o registro de todas as etapas do desenvolvimento do projeto, para que se possa verificar se os requisitos definidos anteriormente foram contemplados. Entre os autores estudados, Garrett (2010) é o único que não descreve a avaliação como uma etapa separada. Para o autor, o processo de avaliação ocorre de maneira integrada as outras etapas descritas. Em relação ao demais autores, a fase de avaliação é similar a fase de coleta de dados. Os principais métodos citados são: teste de usabilidade, entrevistas, questionários e observação.

Em relação as diferenças, percebeu-se que Benyon (2005) e Rogers, Sharp e Preece (2011) têm a preocupação de como a solução proposta será inserida dentro de um contexto físico. Portanto, recomendam que se tenha o cuidado de entender o propósito da instituição onde a interação será disposta, para orientar a experiência alinhada ao ambiente. As metodologias de Garrett (2010) e Holmes (2016) são centradas no usuário, entretanto, são mais direcionadas ao mundo digital, e não consideram o espaço físico.

A partir da revisão de literatura, buscou-se compreender os conceitos de experiência e as metodologias que partem de uma abordagem centrada no usuário. Acredita-se que este estudo possa servir como subsídio teórico no sentido de gerar discussões e questionamentos acerca de como vem sendo produzidos os recursos assistivos que objetivam a representação do patrimônio, direcionados a pessoas com deficiência visual, contextualizados para serem expostos no Museu do Doce, em Pelotas.

⁴⁹ Grifo nosso.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo descreve os processos metodológicos escolhidos para atingir o objetivo da pesquisa. Estes são divididos em duas fases. A figura 18 apresenta a organização dos métodos definidos.

Figura 18: Fases do desenvolvimento do trabalho.



Fonte: A autora, 2022.

A **primeira fase**⁵⁰, teve como objetivo aprofundar os conhecimentos a respeito dos principais temas: experiência do usuário, design de interfaces e design inclusivo. Nessa etapa de fundamentação teórica, foi realizada a **revisão bibliográfica**⁵¹ em referenciais primários, apresentados nos capítulos anteriores. Assim foi possível compreender o conceito de experiência do usuário, design de interação, e as diferentes metodologias utilizadas no processo de desenvolvimento de projetos de interação.

A **segunda fase**⁵² trata da **revisão sistemática**⁵³ realizada para identificar como estão sendo desenvolvidas as aplicações que empregam interfaces tangíveis no contexto museal atualmente. Assim, foi possível obter informações acerca das metodologias empregadas na produção dos recursos, verificar qual o público que pretendem atingir e identificar como as soluções foram inseridas dentro do contexto físico. Em um primeiro momento, realizou-se um **exercício de revisão sistemática**⁵⁴, para compreender a complexidade envolvida neste método. Através da realização dessa primeira atividade, foi

⁵⁰ Grifo nosso.

⁵¹ Grifo nosso.

⁵² Grifo nosso.

⁵³ Grifo nosso.

⁵⁴ Grifo nosso.

possível aprender na prática como executar cada etapa do processo e assim, aprimorar os parâmetros definidos, os objetivos e os critérios de qualidade para efetuar a revisão sistemática final. O exercício da revisão sistemática (RSL) e seus resultados parciais são apresentados no apêndice A. Em seguida, foi realizada a **revisão sistemática final**⁵⁵ que é apresentada a seguir. A revisão final tem como objetivo diagnosticar a situação atual da prática projetual na produção de interfaces tangíveis no ambiente museal em relação aos critérios estabelecidos por Benyon (2005) sobre design de interação com foco na experiência do usuário.

3.1 FASE 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica apresentada nos capítulos anteriores foi fundamentada no levantamento de referências teóricas sobre os principais assuntos tratados: experiência do usuário, design de interação e design inclusivo. Esta atuou como base para compreender o design centrado na experiência e analisar diferentes conceitos que podem amparar e potencializar o projeto de recursos assistivos para representar a arquitetura patrimonial como objeto de exposição em um museu, sendo acessível a um maior número de pessoas. A figura 19 apresenta os principais aportes da revisão bibliográfica.

Figura 19: Aportes da revisão bibliográfica.



⁵⁵ Grifo nosso.

Fonte: A autora, 2022.

Os autores estudados são pesquisadores e estudiosos que têm o trabalho amplamente reconhecido em suas devidas esferas de atuação. Desse modo, a busca proporcionou embasamento para o rumo da pesquisa em direção a investigação do estado da arte do tema estudado nos últimos cinco anos, através da revisão sistemática. A pesquisa declarou até aqui o interesse em abordagens de projeto centradas no usuário e nas questões de interação deste usuário com o objeto, tais como a área do design pode subsidiar. Declarou também sobre a importância que este estudo adquire para a produção de recursos assistivos que abordam objetos da escala de arquitetura e do urbanismo. São objetos que exigem, para sua compreensão, descrições formais e organizacionais, cujos modelos físicos, em escala, muito auxiliam. Esses tipos de modelos oportunizam a diferentes usuários a compreensão da obra arquitetônica através de outro estímulo sensorial, como o tato, para além da visão. Sendo assim, para desprender este trabalho da esfera de domínio visual, priorizou-se o estudo do estímulo do tato, através da possibilidade de interação com as interfaces tangíveis.

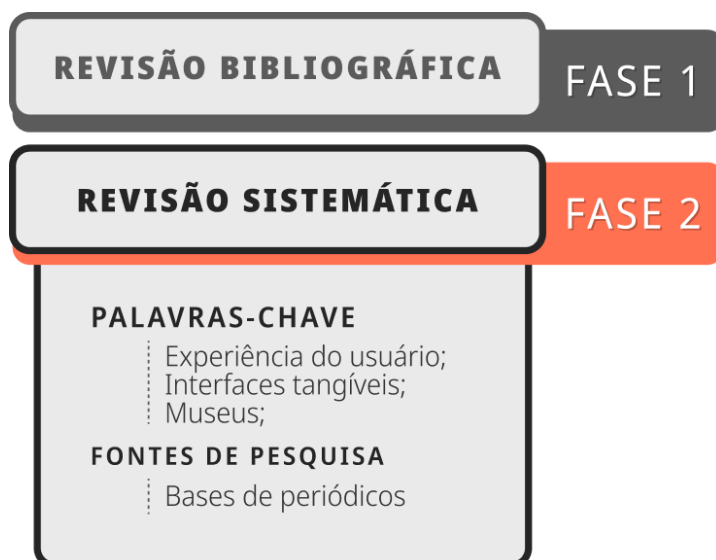
3.2 FASE 2: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (RSL)

A **Revisão Sistemática da Literatura (RSL)**⁵⁶ foi baseada nos principais bancos de dados relacionados as áreas da tecnologia e da representação. Donato e Donato (2019) afirmam que a revisão sistemática se diferencia da revisão referencial tradicional por ser imparcial, ou seja, não apresenta a opinião dos autores investigados sobre o tema estudado. Foi delimitado o período de cinco anos no sentido de obter o panorama atual do **estado da arte sobre interfaces tangíveis em museus**.⁵⁷ A figura 20 apresenta as principais características relacionadas a revisão sistemática.

⁵⁶ Grifo nosso.

⁵⁷ Grifo nosso.

Figura 20: Características da revisão sistemática.



Fonte: A autora, 2022.

Para essa pesquisa, a RSL foi pautada nos protocolos de Felizardo *et al.* (2017) que definem a revisão sistemática como um processo metodologicamente rigoroso, que deve ser registrado de maneira transparente em todas as etapas para que possa ser replicável por outros pesquisadores. Para Felizardo *et al.* (2017) a revisão deve ser baseada em um **protocolo**⁵⁸ definido, com o objetivo de coletar, reconhecer, classificar e analisar estudos relevantes para um tópico de pesquisa. De acordo com os autores, as principais vantagens desse tipo de procedimento são a possibilidade de identificar as diferenças e semelhanças entre os vários estudos selecionados, e a oportunidade de se deparar com lacunas que podem ser base para futuras investigações.

Para aumentar a confiabilidade dos resultados, os autores recomendam que a revisão seja conduzida por pelo menos dois pesquisadores, e um deles deve ser experiente. Duas RSL foram realizadas nessa pesquisa, a primeira na forma de exercício para compreender o método e a segunda como a aplicação final. O ensaio de revisão sistemática (descrito em anexo A) foi realizado com ajuda de outros três pesquisadores, sendo um deles mais experiente, o que foi fundamental para guiar o processo. Entretanto não foi possível manter o grupo e a segunda revisão foi realizada por uma pesquisadora novata orientada por

⁵⁸ Grifo nosso.

um professor experiente. Felizardo *et al.* (2017) afirmam que a RSL pode ser realizada por pesquisadores novatos – definidos pelos autores como pesquisadores de pós-graduação com pouca experiência nesse tipo de investigação – entretanto, serão mais trabalhosas e demoradas.

Para Felizardo *et al.* (2017) o processo de RSL envolve três fases bem definidas: **Planejamento, Condução e Publicação dos Resultados**.⁵⁹ O esquema da Figura 21 representa este fluxo de cada um dos passos necessários para o desenvolvimento de uma RSL, de acordo com o referencial aqui utilizado.

Figura 21: Esquema visual das fases que envolvem o processo de revisão sistemática



Fonte: FELIZARDO *et al* (2017) com edição da Autora, 2020.

3.2.1 FERRAMENTAS DE APOIO PARA RSL

Yin (2010) sugere o uso de programas de computador que auxiliem na análise dos dados quantitativos, principalmente quando se tem uma grande quantidade de dados extraídas. O autor aponta que apesar dos benefícios para amparar o pesquisador na organização e direcionamento da revisão, os programas de computador também trazem limitações e rigidez para o processo.

⁵⁹ Grifo nosso.

Yin (2010) destaca que o investigador deve instruir o *software* em todas as etapas do caminho a fim de definir os critérios e parâmetros na obtenção dos dados e desenvolver os procedimentos substantivos como classificar, codificar e combinar os resultados encontrados.

Sobre as ferramentas de apoio, Felizardo *et al.* (2017) complementam que são um suporte importante para realização de revisões sistemáticas, pois são trabalhosas e exigem um grande esforço dos pesquisadores. As aplicações auxiliam no processo, na documentação e na visualização dos dados. Para condução das RSLs, inicialmente foram estudados dois *softwares* diferentes: START e PARSIFAL.

A) SOFTWARE START

A ferramenta StArt⁶⁰ (Zamboni, A. et al. 2010) (*State of the Art through Systematic Review*) foi desenvolvida por um grupo de pesquisadores do Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LaPES) da Universidade Federal de São Carlos (DC/UFSCar) para contribuir com a comunidade acadêmica na realização das revisões sistemáticas. Se trata de um software gratuito e sua última versão o *StArt3.0Beta*, foi distribuída em 2017. A figura 1 mostra a tela inicial do aplicativo.

Este *software* foi utilizado durante o primeiro exercício de revisão sistemática. Ele permite que seja realizada a documentação do protocolo, separa os artigos por banco de dados e divide em categorias de acordo com as fases da revisão. No entanto, a aplicação não recebe atualizações desde o lançamento da versão 3.0 (2017). Por se tratar de uma ferramenta offline, limita o trabalho em grupo, sendo necessário dividir o arquivo principal em partes. Cada pesquisador trabalha em um fragmento do arquivo isoladamente. Somente ao final da revisão, os arquivos são unidos novamente para se obter o resultado. A interface do software não é muito intuitiva, e devido à falta de atualização, houve problemas para instalação. A figura 22 ilustra a interface da aplicação.

Figura 22: Tela inicial do aplicativo StArt3.0Beta

⁶⁰ Disponível em: http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool

The screenshot displays the StArt3.0Beta application interface. On the left is a sidebar with a tree view of project components, including 'Protocol', 'Study Identification', 'Research Analysis', 'Manuals', 'Questionnaire', 'Data Collection', 'Data Analysis', 'Data Interpretation', 'Data Presentation', 'Data Dissemination', 'Data Archiving', 'Data Backup', 'Data Restoration', 'Data Migration', 'Data Integration', 'Data Interoperability', 'Data Interchangeability', 'Data Compatibility', 'Data Conformance', 'Data Consistency', 'Data Integrity', 'Data Reliability', 'Data Availability', 'Data Accessibility', 'Data Usability', 'Data Portability', 'Data Scalability', 'Data Flexibility', 'Data Adaptability', 'Data Resilience', 'Data Robustness', 'Data Durability', 'Data Maintainability', 'Data Supportability', 'Data Serviceability', 'Data Interoperability', 'Data Interchangeability', 'Data Compatibility', 'Data Conformance', 'Data Consistency', 'Data Integrity', 'Data Reliability', 'Data Availability', 'Data Accessibility', 'Data Usability', 'Data Portability', 'Data Scalability', 'Data Flexibility', 'Data Adaptability', 'Data Resilience', 'Data Robustness', 'Data Durability', 'Data Maintainability', 'Data Supportability', 'Data Serviceability'. The main area is titled 'Protocol' and contains several sections: 'Objectives', 'Main questions', 'Keywords and Synonyms', 'Sources Selection Criteria Definition', 'Study Languages', 'Search Method', and 'Searches'. Each section has a text input field and a 'Save' button. The 'Keywords and Synonyms' section has a list of keywords with 'Up' and 'Down' buttons. The 'Sources Selection Criteria Definition' section has a list of criteria with 'Add', 'Remove', 'Up', and 'Down' buttons. The 'Study Languages' section has a list of languages with 'Add', 'Remove', 'Up', and 'Down' buttons. The 'Search Method' section has a list of methods with 'Add', 'Remove', 'Up', and 'Down' buttons. The 'Searches' section has a list of searches with 'Add', 'Remove', 'Up', and 'Down' buttons.

Fonte: Aplicativo StArt3.0Beta

B) PARSIFAL – UMA FERRAMENTA ONLINE

Como visto anteriormente, para aumentar a confiabilidade de uma revisão sistemática, é necessário que esta seja conduzida por no mínimo dois pesquisadores. O Parsifal⁶¹ é uma ferramenta online, criada para auxiliar o trabalho coletivo entre pesquisadores, que podem estar geograficamente distantes e ainda assim trabalharem juntos em um espaço compartilhado. Foi a ferramenta escolhida para a segunda revisão sistemática (revisão final).

O site permite que todos os pesquisadores tenham acesso ao processo da revisão a qualquer momento. À medida que o protocolo é preenchido, o próprio site já sugere as palavras-chave e operações booleanas para estratégia de busca. A aplicação também tem um sistema para verificação da avaliação de qualidade, que permite classificar os artigos selecionados de acordo com pontuações pré-estabelecidas. Apesar do conteúdo estar em inglês, a interface é bem estruturada, sendo fácil para o pesquisador se situar na aplicação. A figura 23 apresenta a tela inicial do software.

Figura 23: Tela inicial da ferramenta online Parsifal.

⁶¹ Disponível em: <https://parsif.al/>

The screenshot shows the Parsifal web interface. At the top, there is a navigation bar with 'Parsifal', 'Blog', 'About', and 'Help'. On the right, it says 'Livia Cava' with a settings icon. Below this, the breadcrumb 'Livia Cava / Estado da arte sobre interfaces tangíveis em museus 2016 - 2021' is displayed, followed by a 'Review settings' button. A progress bar below the breadcrumb has four tabs: 'Review' (active), 'Planning', 'Conducting', and 'Reporting'. The main content area is titled 'Review details' and contains two input fields: 'Title' with the text 'Estado da arte sobre interfaces tangíveis em museus 2016 - 2021' and 'Description' with the text 'Revisão sistemática sobre interfaces tangíveis aplicadas no contexto museal.'. To the right of these fields is an 'Authors' section listing 'Livia Cava' as the 'main author' and 'viniciuskruigerdacosta' as a co-author. There is a '+ Add author' button at the bottom of the authors list. A green 'Save' button is located at the bottom left of the form.

Fonte: Parsifal.

3.2.2 PROTOCOLO DE REVISÃO SISTEMÁTICA

Felizardo *et al.* (2017) definem como protocolo o documento produzido durante a fase de planejamento, que contém os parâmetros guias para a RSL. Esse registro é fundamental para definir as estratégias e alinhar o posicionamento da equipe de pesquisadores, diminuindo possíveis vieses que podem ocorrer durante a execução. Os autores apontam que o protocolo é dividido em cinco seções: (1) Informações Gerais; (2) Questões de Pesquisa; (3) Identificação de estudos; (4) Seleção e avaliação de estudos; (5) Síntese dos dados e apresentação dos resultados. A seguir, as sessões que compõem o protocolo serão descritas. O protocolo para revisão sistemática final será apresentado ao fim deste capítulo. A documentação referente ao ensaio da revisão sistemática pode ser encontrada no anexo A.

(1) INFORMAÇÕES GERAIS

Na seção de informações gerais, é registrado o título da RSL e informações sobre os pesquisadores envolvidos. Também consta o objetivo e uma breve descrição sobre a justificativa para a revisão. O quadro 18 apresenta uma síntese das informações gerais que foram definidas para realização da RSL final.

Quadro 18: Informações gerais sobre a RSL final.

INFORMAÇÕES GERAIS

TÍTULO

Estado da arte sobre interfaces tangíveis em museus 2016 - 2021

PESQUISADOR

Lívia Ávila Cava, arquiteta e mestranda na UFPel

DESCRIÇÃO

Revisão sistemática sobre interfaces tangíveis aplicadas no contexto museal.

Com essa RSL se espera investigar o processo de projeto de interações frente a estrutura **PACT** definida por Benyon (2005). O autor aponta que para um bom projeto de interação é necessário considerar as pessoas, as atividades que irão ser realizadas, o contexto e a tecnologia. Nesse sentido, este estudo pretende averiguar como, e se essa estrutura é considerada na prática projetual.

Para que o projeto de interação seja acessível ao maior público possível, é necessário que mais de um estímulo sensorial seja ativado. O estímulo tátil é contemplado na busca através das palavras-chave. Essa RSL também tem em vista identificar quais os estímulos sensoriais envolvidos na experiência do usuário além da visão e do tato.

Segundo Lupton (2017), o envolvimento significativo do usuário com a aplicação se dá pelo uso da narrativa como recurso para o contexto da aplicação. Assim, será identificado se as aplicações encontradas fazem do recurso da narrativa.

Vários autores relevantes para o design de interação afirmam que por a área ser multidisciplinar, o ideal é que a aplicação seja desenvolvida por equipes compostas por pessoas de diferentes áreas do conhecimento. A revisão pretende caracterizar as equipes envolvidas no desenvolvimento das aplicações.

E por fim, quanto a metodologia também proposta por Benyon (2005), a revisão quer verificar quais são os métodos mais utilizados para identificação de requisitos e avaliação das aplicações.

OBJETIVO

- Detectar se as aplicações descrevem todos os parâmetros de Benyon (2005) - Pessoas, Atividades, Contexto e Tecnologia;
- Apresentar os estímulos sensoriais envolvidos na aplicações;
- Observar se a narrativa foi usada como recurso;
- Identificar se as equipes envolvidas no desenvolvimento das aplicações são compostas por pesquisadores de diferentes áreas.
- Verificar quais os métodos mais utilizados para identificação de requisitos e avaliação das aplicações.

(2) QUESTÕES DE PESQUISA

Com base na fundamentação teórica estudada durante a fase de revisão bibliográfica e nos objetivos descritos na seção de informações gerais, são elaboradas questões que guiam a condução da RSL. As questões de pesquisa devem ser respondidas ao fim da revisão. Desta maneira, orientam a extração de dados e identificação dos estudos primários, pois estes devem ser relevantes e conter as informações necessárias para responder os questionamentos. O quadro 19 apresenta as questões de pesquisa definidas para a revisão sistemática final.

Quadro 19: Questões de Pesquisa

QUESTÕES DE PESQUISA

SOBRE A ESTRUTURA PACT DE BENYON

- Q1. Como a estrutura PACT de Benyon (2005) tem sido aplicada no desenvolvimento de projetos de interações tangíveis?
- Q2. Qual é o público-alvo é mais considerado no projeto de interação?
- Q3. Quais os tipos de atividade envolvidos na experiência do usuário com a aplicação?
- Q4. Em que contextos estão inseridas as aplicações?
- Q5. Quais são as tecnologias mais utilizadas para o desenvolvimento das aplicações?

SOBRE OS ESTÍMULOS SENSORIAIS

- Q1. Quais os estímulos sensoriais envolvidos na experiência do usuário com a aplicação?

SOBRE A NARRATIVA COMO RECURSO

- Q1. Como o recurso da narrativa é considerado no desenvolvimento de projetos de interações tangíveis.

SOBRE AS EQUIPES

- Q1. Como se dá a formação das equipes que desenvolvem projetos interativos?

SOBRE A METODOLOGIA

- Q1. Quais são os métodos mais utilizados para identificação dos requisitos?
- Q2. Quais os métodos mais utilizados para avaliação das aplicações?

(3) IDENTIFICAÇÃO DE ESTUDOS

Após definir os objetivos e as questões de pesquisa, são especificadas palavras-chaves que qualifiquem a investigação do tema. Felizardo *et al.* (2017) conceituam *string* de busca como o termo utilizado para se referir a combinação de palavras-chave e operadores lógicos booleanos que irão encontrar a maior quantidade de estudos dentro do tema de maneira automática. As expressões escolhidas estão na língua inglesa para abarcar o cenário internacional. Como foi citado anteriormente, para essa pesquisa, a busca foi aplicada em bancos de dados considerados relevantes para área da tecnologia e da representação, além de também apresentarem um volume considerável de trabalhos na área de pesquisa e se ter acesso a esses engenhos dentro da instituição onde se desenvolveu a RSL, são eles:

- ACM Digital Library⁶²
- ACM TEI Conference⁶³
- IEEE Xplore Digital Library ⁶⁴
- Science Direct ⁶⁵
- Springer ⁶⁶
- CuminCad ⁶⁷

A *string* inicial foi definida com os termos “UX” ou “user experience” referentes a experiência do usuário. “TUI” ou “Tangible user interface” referentes a Interfaces Tangíveis. E “museus” ou “museu”. Foi estabelecido que os artigos deveriam conter obrigatoriamente as três expressões, portanto, foi acrescentado a expressão booleana de soma. O que resultou na *string* base:

⁶² <https://dl.acm.org/>

⁶³ <https://tei.acm.org/2022/>

⁶⁴ <https://www.ieee.org/>

⁶⁵ <https://www.sciencedirect.com/>

⁶⁶ <https://www.springer.com/br>

⁶⁷ <http://papers.cumincad.org/>

("UX" OR "user experience") AND ("TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction") AND ("museum" OR "museums")

Entretanto, alguns bancos de dados não retornaram com resultados significativos e foi necessário adaptar a *string* de busca para cada base. O quadro 20 sintetiza as alterações das *strings* de acordo com os bancos de dados.

Quadro 20: *Strings* de busca.

IDENTIFICAÇÃO DE ESTUDOS

STRING BASE DE BUSCA

("UX" OR "user experience") AND
("TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction") AND
("museum" OR "museums")

ACM DIGITAL LIBRARY

("UX" OR "user experience") AND
("TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction") AND
("museum" OR "museums")

ACM TEI CONFERENCE

("TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction") AND
("museum" OR "museums")

IEEE DIGITAL LIBRARY

("TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction") AND
("museum" OR "museums")

SCIENCE DIRECT

("UX" OR "user experience") AND
("TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction") AND
("museum" OR "museums")

SPRINGER LINK

("UX" OR "user experience") AND
("TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction") AND
("museum" OR "museums")

CUMINCAD

Busca feita pela lista de palavras-chave. A partir de 2016.
museo; museu; museum; museus; museums
tangible; tangibles; tangíveis; tangível
tátil; táteis; tátil;

Fonte: A Autora, 2021.

Para que a busca se tornasse mais abrangente, além de consultar o banco de dados ACM, se incluiu também o ACM TEI, uma plataforma que integra os trabalhos da conferência internacional de interações tangíveis. Em teoria, o ACM *Digital Library* deveria incorporar todos os estudos encontrados no ACM TEI. Apesar da conexão entre os dois bancos de dados, se especulou que alguns trabalhos poderiam aparecer em apenas um deles, justificando a necessidade de incluir ambos na revisão. Embora o banco de dados CumInCAD (*Cumulative Index about publications in Computer Aided Architectural Design*) contenha uma área do site específica para procurar os artigos por *strings*, optou-se em realizar a investigação por palavras-chave, manualmente, delimitando o ano de publicação como a partir de 2016, para parâmetro de inclusão. Essa escolha se deu pela incoerência dos resultados obtidos com o uso da *string*.

(4) SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE ESTUDOS

De acordo com Felizardo *et al.* (2017), essa seção tem por objetivo determinar os critérios de inclusão e exclusão, definir a estratégia de busca para seleção e os critérios de qualidade para avaliação. Os critérios de inclusão e exclusão são os parâmetros utilizados para caracterizar um estudo como relevante ou não para revisão. Essa primeira fase de seleção será denominada aqui como primeiro filtro. Foi delimitado que para ser incluído, o artigo deveria necessariamente cumprir todos os critérios de inclusão. O quadro 21 apresenta os critérios definidos para RSL.

Quadro 21: Critérios de inclusão e exclusão.

S E L E Ç Ã O E A V A L I A Ç Ã O D E E S T U D O S	
P R I M E I R O F I L T R O	
CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	
• Estudo publicado a partir de 2016, para compreensão do panorama atual da área; • Artigo Completo;	
CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	
• Estudos duplicados; • Estudos fora do escopo (interfaces tangíveis); • Estudos publicados a mais de cinco anos; • Estudos que não estão em inglês/português/espanhol; • Estudos secundários ou terciários; • Estudos sem acesso; • Livro completo, poster, resumo, workshop ou artigo curto;	

Fonte: Autora 2021.

Neste primeiro filtro, os artigos são analisados pelo título e pela leitura dos resumos. Se trata de uma primeira seleção superficial, fundamental para reduzir o número de estudos que irão passar para o segundo filtro, onde é realizada uma análise mais extensa. Esse segundo passo é caracterizado por Felizardo *et al.* (2017) como uma etapa de avaliação de qualidade. Os autores sugerem a criação de um formulário com perguntas sobre os aspectos relevantes de acordo com o tema abordado e que para cada resposta seja atribuída uma pontuação. Assim, os pesquisadores podem definir o quanto o estudo é pertinente para extração de dados.

Para esta pesquisa, foram estabelecidas quinze questões que avaliam a qualidade dos estudos primários. As possíveis respostas são: “sim”,

“parcialmente” e “não”. Para cada resposta foi atribuída uma pontuação: 1 ponto para resposta “sim”, 0,5 pontos para resposta “parcialmente” e “0” pontos para resposta “não”. Para a Q1 sobre o número de citações, foi definido que estudos citados menos de cinco vezes receberiam a pontuação de 0,5. Se reconhece que algumas questões são mais relevantes que outras, portanto, poderiam ter peso diferente. Um estudo mais novo, por exemplo, poderia ter menos citações, porém responder a mais critérios de avaliação. Entretanto, nesta pesquisa, todas as questões têm peso equivalente. Para reduzir o risco de descartar um estudo primário pertinente, foi estipulado que os artigos com pontuação superior a 8,0 são aprovados para fase final de extração. Como critério de qualidade foi considerado:

- O número vezes que o estudo foi citado pelo *google scholar*, para identificar o quanto ele é relevante dentro da área;
- Se o estudo considera experiência do usuário, se este define o público-alvo a quem se destina a aplicação ou se tem alguma preocupação com inclusão e acessibilidade. No sentido de qualificar o artigo de acordo com a estrutura de Benyon (2005) que reforça a importância de conhecer o usuário e as atividades que este irá realizar para um bom projeto de interação.
- Se o estudo apresenta o desenvolvimento de uma aplicação tangível, a metodologia utilizada para o projeto desta, a indicação de oportunidades e desafios no projeto de interfaces tangíveis e apresentação de diretrizes ou sugestões para o projeto. A fim de pormenorizar e obter maiores detalhes sobre o processo de desenvolvimento da aplicação de forma geral.
- Se o estudo está inserido dentro do contexto museal, e se considera o espaço arquitetônico para implantar a aplicação. No sentido de qualificar o artigo de acordo com a estrutura de Benyon (2005) que reforça a importância de harmonizar

a aplicação com contexto em que será implantada, para que a tecnologia não seja destoante.

- Se o estudo apresenta as tecnologias que foram utilizadas, se dá detalhes dos materiais que foram utilizados na fabricação das aplicações e distinguir se o estudo trata especificamente sobre mesas tangíveis. No sentido de qualificar o artigo de acordo com a estrutura de Benyon (2005) que reforça a importância de reconhecer as tecnologias disponíveis. E a especificação de identificar estudos que façam uso da tecnologia de mesas tangíveis se deu para colaborar com o trabalho do pesquisador experiente que orientou esta revisão.
- Se o estudo foi finalizado e avaliado, e se apresenta como foi feita a avaliação. De acordo com Benyon (2005), a avaliação é parte importante do processo de projeto de interação, pois é através dela que se detecta se os requisitos de projeto foram atingidos e possíveis problemas de usabilidade que precisam ser corrigidos.

O quadro 22 apresenta as questões estabelecidas pela pesquisadora como critérios de qualidade.

Quadro 22: Critérios de qualidade.

S E L E Ç Ã O E A V A L I A Ç Ã O D E E S T U D O S**S E G U N D O F I L T R O****CRITÉRIOS DE QUALIDADE**

- Q1) O estudo foi citado mais de cinco vezes?
- Q2) O estudo discute sobre experiência do usuário?
- Q3) O estudo apresenta o público-alvo a quem se destina?
- Q4) O estudo tem preocupação com inclusão/ acessibilidade?
- Q5) O estudo apresenta o desenvolvimento de uma aplicação de interface tangível?
- Q6) O estudo considera as oportunidades e desafios no projeto de uma interface tangível?
- Q7) O estudo explicita alguma metodologia de desenvolvimento para o projeto de uma interface tangível?
- Q8) O estudo apresenta diretrizes ou sugestões para projeto de interfaces tangíveis?
- Q9) O estudo trata de uma aplicação de Interfaces Tangíveis no contexto Museal?
- Q10) O estudo considera o espaço arquitetônico onde está ou será inserida a TUI?
- Q11) O estudo apresenta as tecnologias utilizadas para o projeto das interfaces tangíveis?
- Q12) O estudo trata sobre mesas táteis?
- Q13) O estudo discute a escolha de materiais para a produção da interface tangível?
- Q14) O estudo foi finalizado e avaliado?
- Q15) O estudo discute como é feita a avaliação após o projeto?

Fonte: A autora, 2021.

(5) SÍNTESE DOS DADOS E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

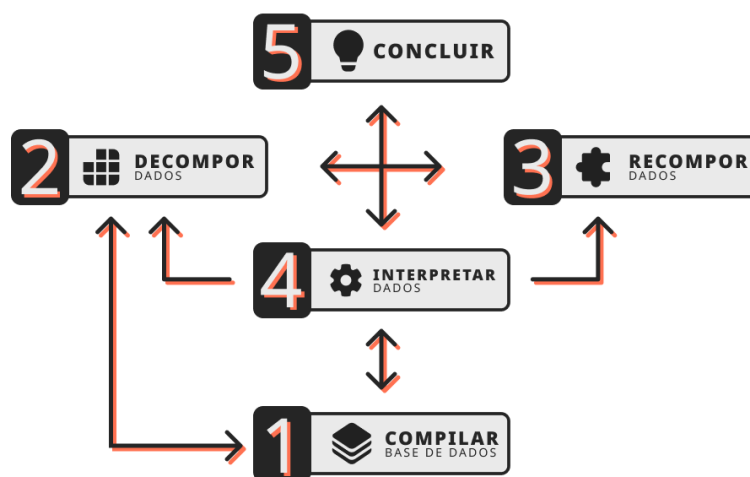
Conforme Felizardo *et al.* (2017), nessa etapa ocorre a leitura completa dos artigos para buscar os dados que irão responder as questões de pesquisa elencadas anteriormente. É necessário fazer o registro de como esses dados

serão extraídos. Assim, Felizardo *et al.* (2017) sugerem que seja definido um formulário de extração para especificar quais itens deverão ser coletados.

Quanto a síntese, os autores discutem sobre as diferenças entre os métodos aplicados para sintetizar estudos qualitativos e quantitativos. Diferentes tipos de estudos primários irão demandar diferentes tipos de combinações dos dados extraídos e estruturas lógicas para as conclusões geradas. Entretanto, a descrição dos métodos pelos autores ocorre de modo muito abrangente, por se tratar de um livro sobre revisão sistemática e não especificamente sobre a pesquisa qualitativa.

A pesquisa aqui realizada é voltada para investigação de estudos primários qualitativos. Portanto, se fez necessário complementar o referencial de Felizardo *et al.* (2017) para que o produto resultante da revisão se torne mais expressivo. Assim sendo, o método escolhido de síntese, análise e interpretação de resultados será baseado em Yin (2016). O autor defende que a análise de estudos qualitativos, apesar de não ser rígida e sistêmica, exige que o pesquisador siga algumas orientações. A partir do estudo e da experiência prática com a pesquisa qualitativa, Yin (2016) descreve o ciclo de cinco etapas adotado pela maior parte dos pesquisadores. Segundo o autor, a evolução da análise não é linear, e o pesquisador pode oscilar entre duas etapas durante o desenvolvimento do processo. A figura 24 apresenta as etapas delineadas por Yin (2016).

Figura 24: Ciclo de etapas para análise qualitativa segundo Yin (2016)



Fonte: Yin (2016) com edições da autora, 2021.

Segundo Yin (2016), o processo de análise se inicia com a coleta e organização dos dados. A segunda fase, denominada como decomposição, compreende em codificar as informações e em seguida, na terceira fase, esses elementos são reagrupados com o objetivo de identificar padrões. Durante a quarta fase, o pesquisador faz uso das informações decompostas para construir tabelas e gráficos que serão base da parte analítica. É no decorrer da fase interpretativa que o pesquisador atribui significado as informações obtidas. E por fim, a conclusão finaliza o estudo. O documento elaborado para o protocolo pode ser encontrado no apêndice B.

TANGÍVEL

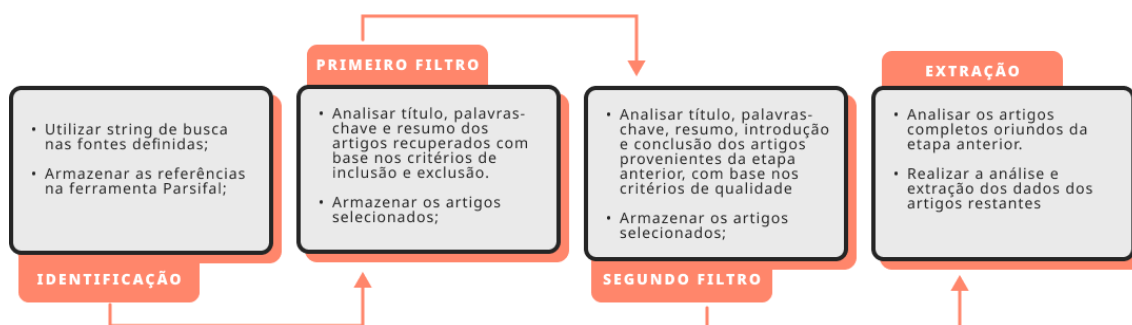
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta e discute os resultados obtidos na execução do protocolo de revisão sistemática em relação ao referencial teórico estudado.

4.1 REVISÃO SISTEMÁTICA

Os resultados da aplicação do protocolo descrito acima serão apresentados durante esse capítulo. A RSL se desenvolveu seguindo o fluxo destacado na figura 25.

Figura 25: Fluxo do desenvolvimento da RSL



Fonte: Costa (2018) com edições da autora, 2021.

4.1.1 IDENTIFICAÇÃO DOS ESTUDOS

A etapa de identificação dos estudos primários através da *string* de busca teve como resultado o total de **333 referências bibliográficas**⁶⁸. O conjunto total dos artigos classificados de acordo com o engenho de busca é apresentado na tabela 2.

⁶⁸ Grifo nosso.

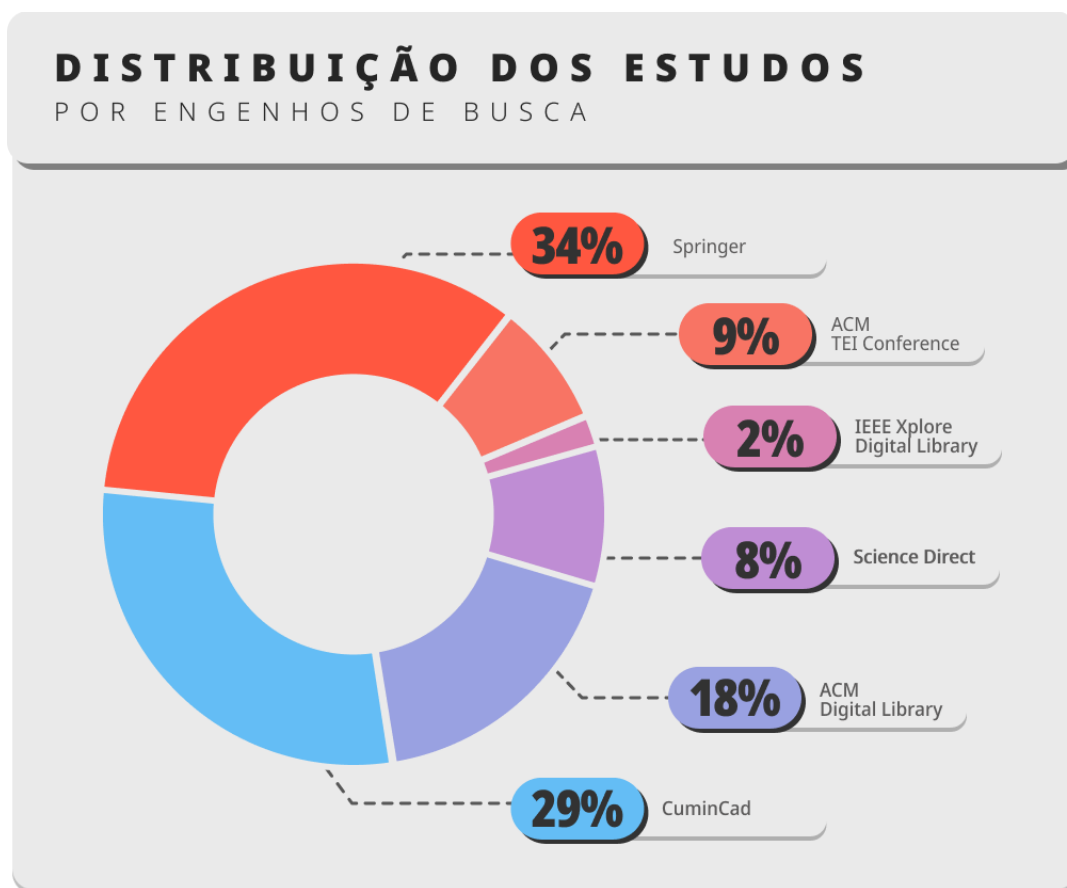
Tabela 2: Total de artigos resultantes classificados de acordo com engenho de busca

B A N C O S D E D A D O S	E S T U D O S
ACM - Digital Library	61
ACM - TEI Conference	30
IEEE Xplore Digital Library	5
Science Direct	26
Springer	114
CuminCad	97
TOTAL	333

Fonte: A autora, 2021

É possível observar uma maior incidência de trabalhos relacionados ao tema de interesse nas plataformas *Springer* e *CuminCad*. É importante destacar que a plataforma *CuminCad* agrupa a produção específica da área de representação gráfica e digital aplicada às áreas de arquitetura, artes e design. Portanto, é justificável que apresente uma maior incidência de estudos em comparação aos demais bases de dados. A figura 26 apresenta o gráfico com a distribuição proporcional entre os resultados obtidos dos diferentes engenhos de busca.

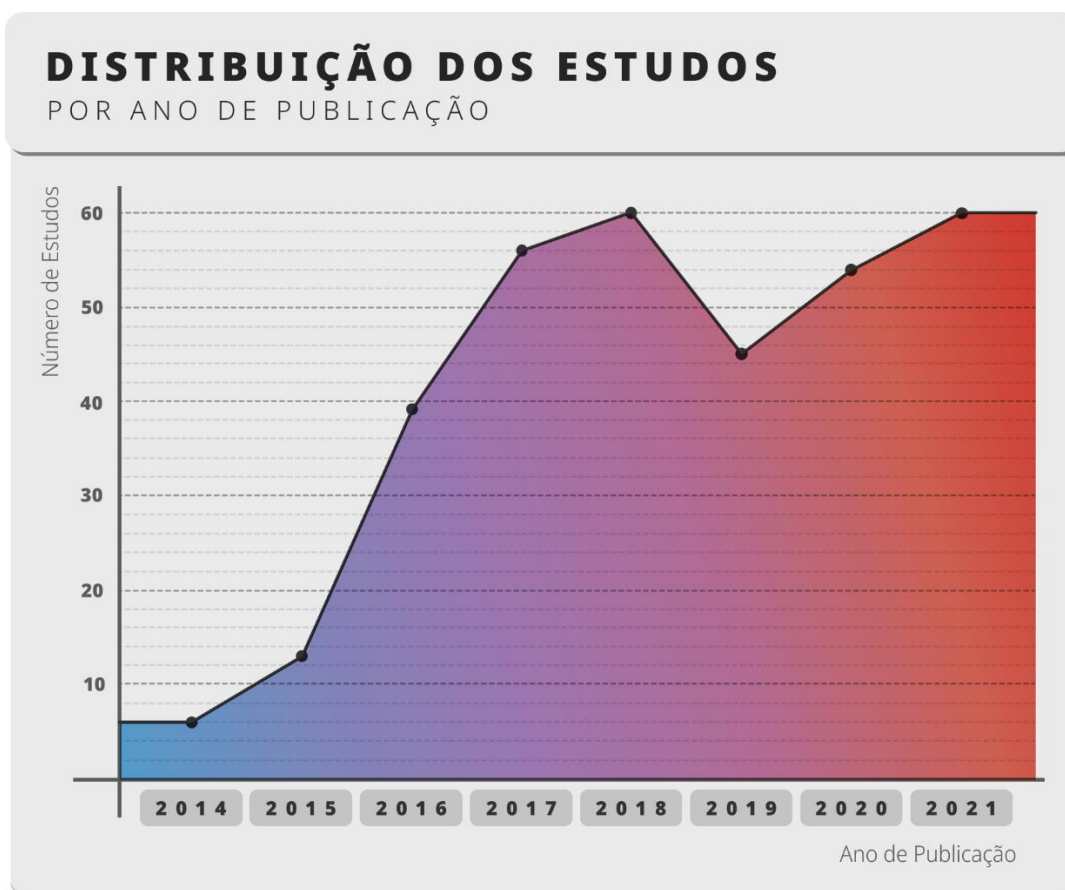
Figura 26: Gráfico com total de artigos resultantes de acordo com os engenhos de busca em proporção.



Fonte: a autora, 2021

Também foi possível observar que o interesse na área vem crescendo com o passar dos anos, o que comprova a relevância do tema na atualidade. A figura 27 demonstra a quantidade de estudos distribuídos ao longo dos anos através de gráfico.

Figura 27: Gráfico com distribuição dos estudos por ano de publicação



Fonte: a autora, 2021

É importante salientar que o gráfico demonstra a distribuição geral dos estudos encontrados antes de passar por qualquer seleção. Portanto, estão incluídos aqui os estudos duplicados, estudos secundários, resumos e posters. Ao fim da etapa de identificação, todas as referências obtidas foram armazenadas no software *Parsifal*.

4.1.2 ETAPA DE SELEÇÃO DE ARTIGOS – PRIMEIRO FILTRO

A partir da compilação de estudos identificados, foi realizada a primeira triagem para seleção dos artigos relevantes. Com base na leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, os estudos foram classificados de acordo com os **critérios de inclusão e exclusão**⁶⁹ definidos no protocolo. Essa etapa finalizou com o total de 60 artigos, apresentados de acordo com os engenhos de busca na tabela 3.

⁶⁹ Grifo nosso.

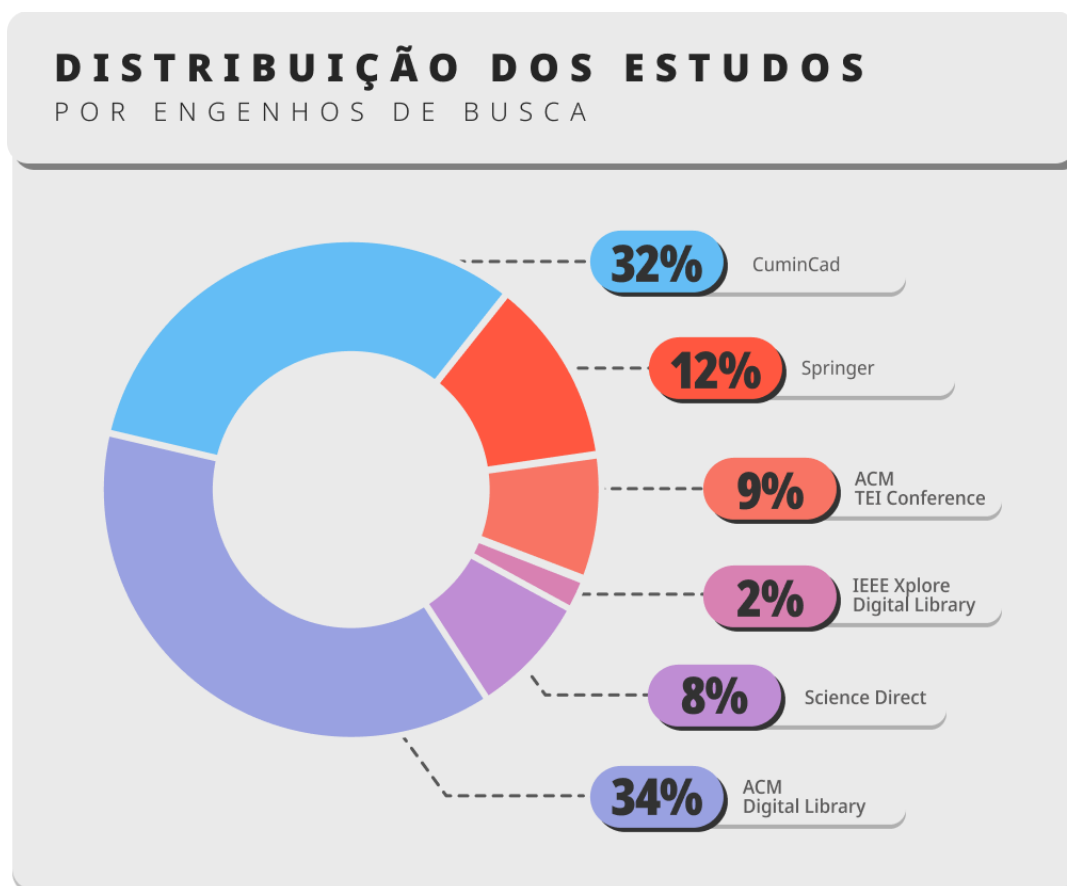
Tabela 3: Total de artigos resultantes do primeiro filtro de acordo com os engenhos de busca.

B A N C O S D E D A D O S	E S T U D O S
ACM - Digital Library	23
ACM - TEI Conference	5
IEEE Xplore Digital Library	1
Science Direct	5
Springer	7
CuminCad	19
TOTAL	60

Fonte: A autora, 2021

Como resultado, foram selecionados 18% do número total de artigos iniciais. Como foi citado anteriormente, o *ACM TEI Conference* é um banco de dados integrado ao *ACM Digital Library*, portanto a revisão apresentou muitos estudos duplicados relacionados a essas duas fontes. Entretanto, se confirmou a suposição de que alguns trabalhos referentes ao tema de interesse poderiam ser encontrados exclusivamente apenas em um deles. A figura 28 ilustra a distribuição proporcional entre os resultados obtidos dos diferentes engenhos de busca durante essa etapa através de gráfico.

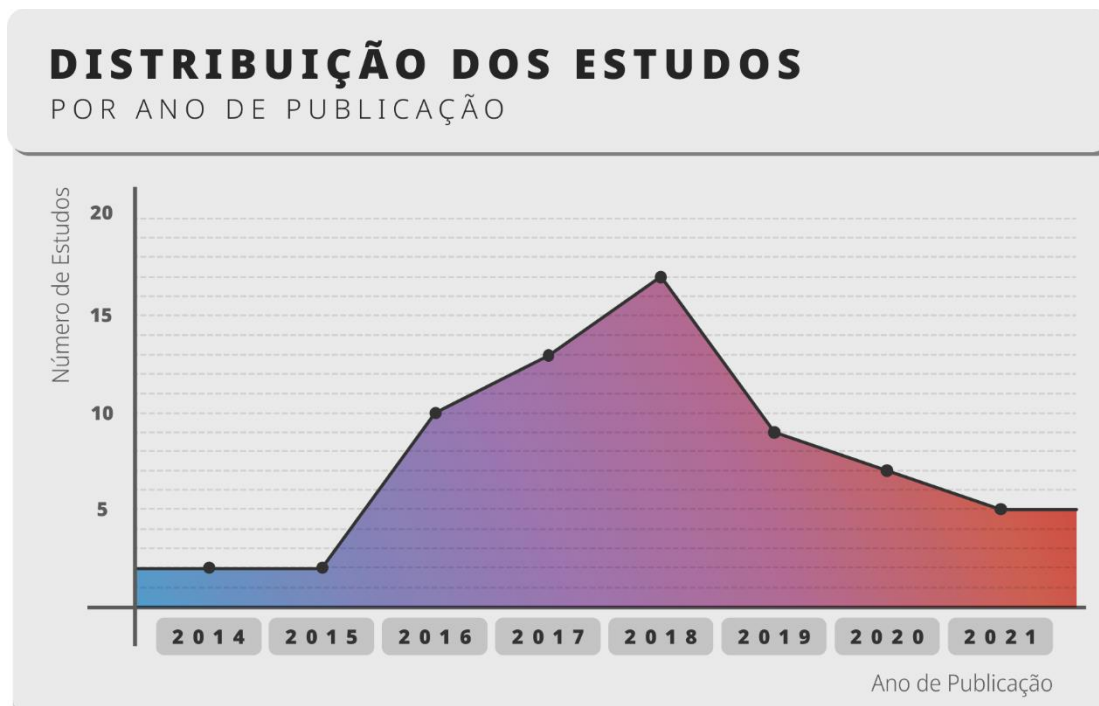
Figura 28: Gráfico com total de artigos resultantes do primeiro filtro de acordo com os engenhos de busca em proporção.



Fonte: A autora, 2021

Durante essa etapa de seleção, foi possível confirmar que o interesse no tema pesquisado estava crescendo até meados de 2018. Entretanto, a pandemia de COVID-19 (que teve início em 2019) acabou por afetar as pesquisas na área de interfaces tangíveis relacionadas a ambientes museais, uma vez que para avaliação, é necessário que o visitante entre em contato com alguma superfície do artefato produzido. Devido ao distanciamento social, muitos museus foram fechados durante o ano de 2020, e se inicia um esforço para que o conhecimento seja difundido por vias digitais. A figura 29 ilustra a distribuição dos artigos selecionados no primeiro filtro em relação ao ano de publicação.

Figura 29: Gráfico de distribuição dos estudos selecionados no primeiro filtro por ano de publicação



Fonte: A autora, 2021.

4.1.3 ETAPA DE SELEÇÃO DE ARTIGOS – SEGUNDO FILTRO

Durante a segunda etapa de seleção, os 60 artigos resultantes do primeiro filtro foram avaliados em relação aos critérios de qualidade estabelecidos no protocolo. Portanto, para efetuar a classificação dos estudos conforme a sua relevância para o trabalho aqui pretendido, se analisou o título, resumo, introdução e conclusão de todos os artigos. Assim foi possível categorizar os estudos, atribuindo notas que demonstram o quanto aquele artigo é significativo para responder as perguntas da RSL. As tabelas 4 e 5 apresentam a distribuição dos estudos em relação as notas atribuídas.

Tabela 4: Distribuição dos estudos por nota atribuída.

ESTUDOS SELECIONADOS E PONTUAÇÃO	
NOME DO ARTIGO	PTS
1. Blending customisation, context-awareness and adaptivity for personalised tangible interaction in cultural heritage	12
2. Situated Tangible Gamification of Heritage for Supporting Collaborative Learning of Young Museum Visitors	12
3. Communicating the spatiotemporal transformation of architectural heritage via an in-situ projection mapping installation	11
4. Interactive Multisensory Environments for Primary School Children	11
5. IRelics: Designing a Tangible Interaction Platform for the Popularization of Field Archaeology	11
6. Tactile models of elements of architectural heritage From the building scale to the detail	10,5
7. We Dare You: A Lifecycle Study of a Substitutional Reality Installation in a Museum Space	10,5
8. BacPack: Exploring the Role of Tangibles in a Museum Exhibit for Bio-Design	10,5
9. Exploring the Potential of the Internet of Things at a Heritage Site through Co-Design Practice	10,5
10. Impressions of a touristic route: between the null-dimensional and the three-dimensional	10,5
11. Quakequiz: A Case Study on Deploying a Playful Display Application in a Museum Context	10,5
12. Arquitetura inclusiva: a planta tátil como instrumento de projeto colaborativo com portadores de deficiência visual	10
13. Design of an Interactive Experience Journey in a Renovated Industrial Heritage Site	9,5
14. Digital Augmentation of Historical Objects Through Tangible Interaction	9,5
15. Evaluating Learning with Tangible and Virtual Representations of Archaeological Artifacts	9,5
16. Experience and Ownership with a Tangible Computational Music Installation for Informal Learning	9,5
17. The Loom: Interactive Weaving Through a Tangible Installation with Digital Feedback	9,5
18. Transient Relics: Temporal Tangents to an Ancient Virtual Pilgrimage	9
19. "Teegi's so Cute!": Assessing the Pedagogical Potential of an Interactive Tangible Interface for Schoolchildren	9
20. Atribuição de Acessibilidade à Fotografia através da Restituição e Desconstrução da Tridimensionalidade	9
21. CARDS: A Mixed-Reality System for Collaborative Learning at School	9
22. Confronting People's Fears about Bats: Combining Multi-Modal and Environmentally Sensed Data to Promote Curiosity and Discovery	9
23. Do Touch This: Turning a Plaster Bust Into a Tangible Interface	9
24. In the Footsteps of Henri Tudor: Creating Batteries on a Tangible Interactive Workbench	9
25. Tactile narratives about an architecture's ornaments	9
26. Tangible and graphical programming with experienced children: A mixed methods analysis	9
27. Tangible BioNets: Multi-Surface and Tangible Interactions for Exploring Structural Features of Biological Networks	9
28. TAPAS: A tangible End-User Development tool supporting the repurposing of Pervasive Displays	8,5
29. Two Design Experiments in Playful Architectural Adaptability	8,5

Fonte: A autora, 2021.

Tabela 5: Distribuição dos estudos por nota atribuída.

ESTUDOS SELECIONADOS E PONTUAÇÃO	
NOME DO ARTIGO	PTS
30. Shaping Concrete for Interaction	8
31. Scaling Data Physicalization – How Does Size Influence Experience?	8
32. What a Life! Building a Framework for Constructive Assemblies	8
33. Content mediation and digital technology in museums: design strategies to enrich the visitor's experience	8
34. Exhibiting digital heritage	8
35. Interactive Projection Mapping in Heritage: The Anglo Case	8
36. Design e Acessibilidade para Educação: Um caso de produção de material didático inclusivo, para o ensino de ciências	8
37. Entre recursos táteis e audiodescritivos: a construção de um discurso para atribuir acessibilidade à fotografia	8
38. Representações de Patrimônio Arquitetônico: para documentar, difundir e tocar	8
39. Requirements' Elicitation for a Tangible Interface-Based Educational Application for Visually Impaired Children	8
40. Designing for Children's Collective Music Making: How Spatial Orientation and Configuration Matter	7,5
41. Tangible mixed reality : Interactive augmented visualisation of digital simulation in physical working models	7,5
42. Painting an Apple with an Apple: A Tangible Tabletop Interface for Painting with Physical Objects	7
43. Tangible immersion for ecological design	7
44. Transmedia Storytelling for Social Integration of Children with Cognitive Disabilities	6,5
45. WATouch: Enabling Direct Input on Non-Touchscreen Using Smartwatch's Photoplethysmogram and IMU Sensor Fusion	6,5
46. Tangible user interfaces for teaching building physics: Towards continuous designing in education	6,5
47. Interactive Edutainment: A Technologically Enhanced Theme Park	6,5
48. Learning from the Crackle Exhibition	6
49. Pontos (de vista) sobre o patrimônio: entre o escaneamento e a fotogrametria	6
50. Creating a Playful Digital Catalogue System Using Technology-Enhanced Physical Objects	6
51. Comparing the Tangible Tutorial System and the Human Teacher in Intangible Cultural Heritage Education	6
52. MR. SAP: An assistant co-working with architects in a tangible-model-based design process	5,5
53. Edge of chaos: Towards intelligent architecture through distributed control systems based on cellular automata	5,5
54. GAINÉ – A portable framework for the development of edutainment applications based on multitouch and tangible interaction	5,5
55. The guidance system of gamification and augmented reality in a museum space	5
56. A representação do espaço de arquitetura por meio de dispositivos táteis: uma revisão conceitual e tecnológica	5
57. PickCells: A Physically Reconfigurable Cell-Composed Touchscreen	5
58. Telling the Bees: Designing for Immersion, Mediation, and Ritual	3,5
59. Ice as an Interactive Visualization Material: A Design Space	3
60. Communicating Built Heritage Information Using Tangible Interaction Approach	3

Fonte: A autora, 2021.

Os estudos foram divididos em duas tabelas pois como foi estabelecido durante a etapa do protocolo, os dados que responderão as perguntas da RSL serão extraídos somente dos artigos que obtiveram nota maior que 8,0. De acordo com a classificação, 29 artigos passaram para a fase de extração. Devido ao grande volume de estudos que serão analisados na próxima etapa, não foi possível revisar e reavaliar possíveis estudos com nota 8,0 ou abaixo que poderiam ser mais significativos para o trabalho pretendido. O problema aqui poderia ter sido ajustado se pesos diferentes fossem atribuídos as questões de

qualidade. Contudo, o software *Parsifal* que serviu como apoio para o desenvolvimento da RSL não permite que pesos sejam atribuídos as perguntas, apenas as respostas. No caso dessa pesquisa, foram estabelecidas no protocolo perguntas simples que poderiam ser respondidas com “sim”, “não” e “talvez”. Visto que as respostas foram padronizadas, não foi possível atribuir grau de importância para as perguntas. Para atribuir maior importância a algumas perguntas, seria necessário diferenciar as respostas. A tabela 6 apresenta a relação entre os 29 estudos finais resultantes do segundo filtro e os engenhos de busca.

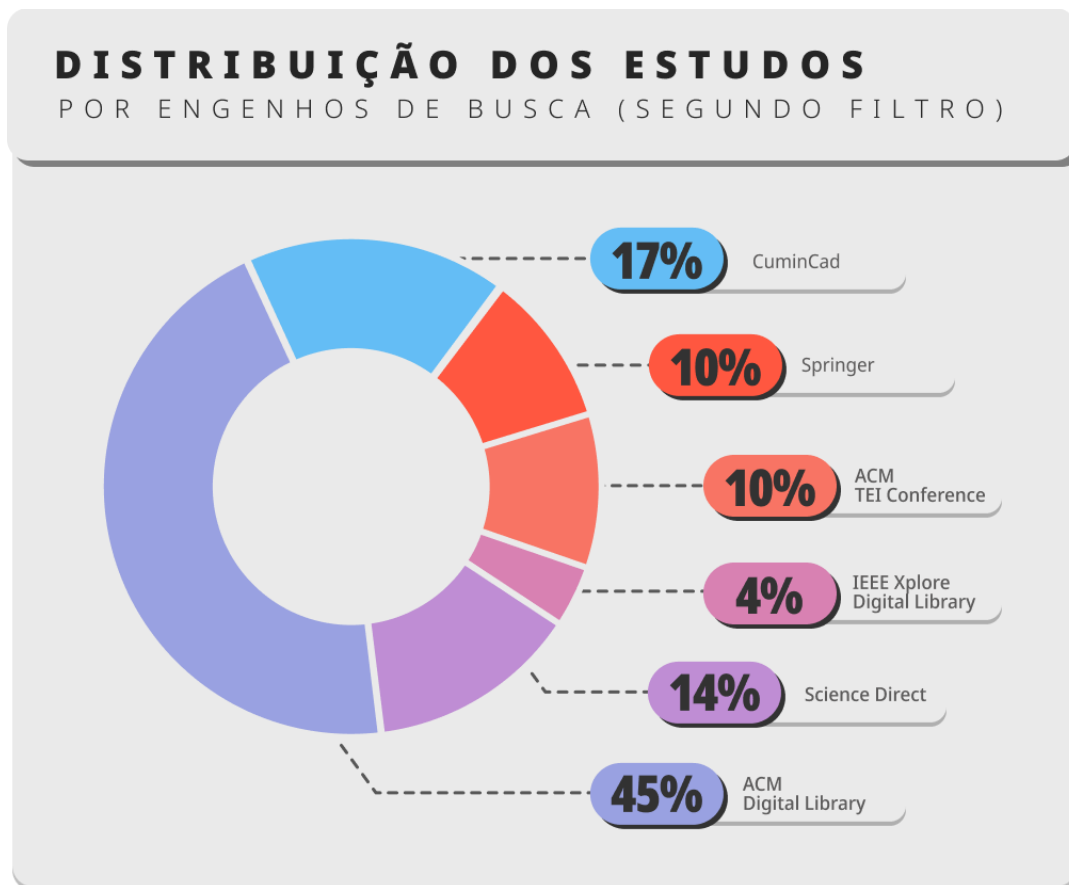
Tabela 6: Total de artigos resultantes do segundo filtro de acordo com os engenhos de busca

B A N C O S D E D A D O S	E S T U D O S
ACM - Digital Library	13
ACM - TEI Conference	3
IEEE Xplore Digital Library	1
Science Direct	4
Springer	3
CuminCad	5
TOTAL	29

Fonte: a autora, 2021.

Analisando proporcionalmente os engenhos de busca em relação aos estudos, é possível observar que o *ACM Digital Library* contém 45% dos artigos selecionados, um número significativo, devido a sua importância dentro da área de tecnologia. O *CuminCad* também apresenta 17% dos artigos selecionados, um número expressivo, justificado pela importância do banco de dados para os trabalhos de representação em arquitetura. A figura 30 apresenta a relação proporcional entre os engenhos de busca e a distribuição dos estudos finais selecionados após o segundo filtro através de gráfico.

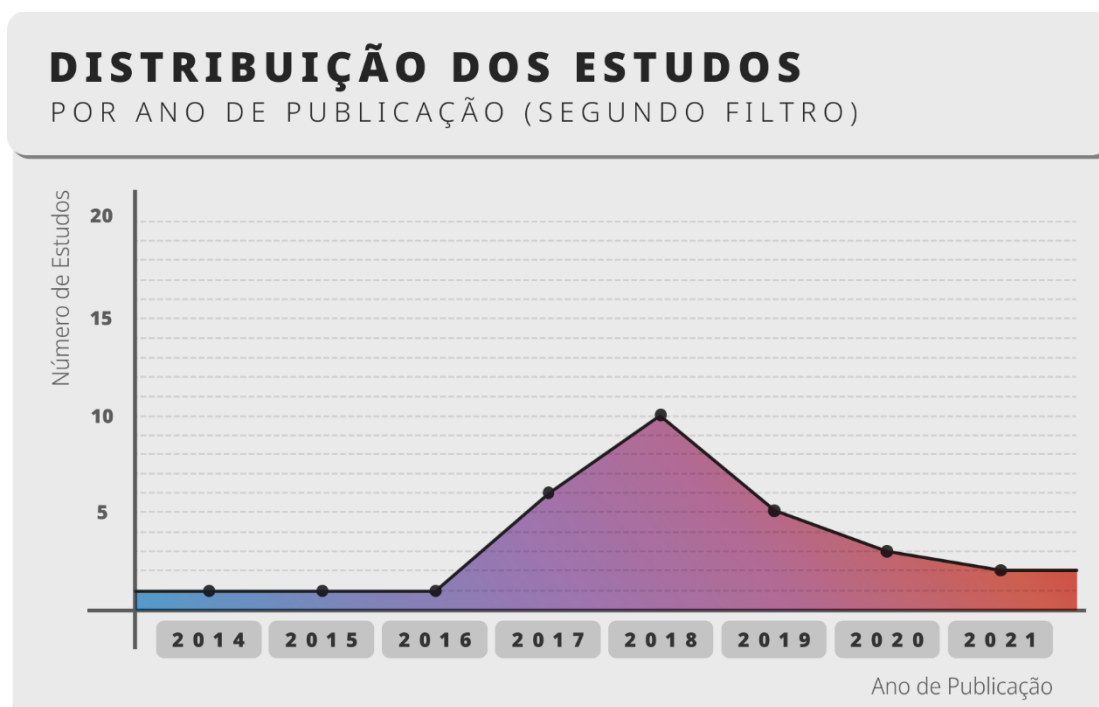
Figura 30: Gráfico com total de artigos resultantes do segundo filtro de acordo com os engenhos de busca em proporção.



Fonte: a autora, 2021.

Ao relacionar os 29 artigos finais selecionados com o ano de publicação, se verifica novamente o impacto da pandemia COVID-19 nos estudos de interação tangível. A curva de interesse no tema cresce até meados de 2018, e caí significativamente após 2020. A figura 26 apresenta a distribuição dos estudos selecionados no segundo filtro por ano de publicação através de gráfico.

Figura 31: Gráfico com distribuição dos estudos selecionados no segundo filtro por ano de publicação



Fonte: a autora, 2021.

4.1.4 EXTRAÇÃO E SÍNTESE DE DADOS

O fim da RSL resultou em um universo de 29 estudos que foram selecionados para responderem as questões de pesquisas elencadas no protocolo. A tabela 7 apresenta os 29 artigos escolhidos, seus autores principais e a nota atribuída na etapa de critérios de qualidade. Seguindo o método de Yin (2016) para síntese, análise e interpretação de dados, a primeira etapa constituiu em coletar e armazenar todos os estudos. Os artigos selecionados foram salvos na ferramenta *Mendeley*⁷⁰, um software gratuito muito utilizado por pesquisadores, que tem como propósito gerenciar referências bibliográficas.

⁷⁰ <https://www.mendeley.com/>

Tabela 7: Estudos selecionados de acordo com autores e pontuação.

ESTUDOS SELECIONADOS, AUTORES E PONTUAÇÃO			
NOME DO ARTIGO	AUTORES PRINCIPAIS	PTS	
1. Blending customisation, context-awareness and adaptivity for personalised tangible interaction in cultural heritage	Daniela Petrelli, Elena Not	12	
2. Situated Tangible Gamification of Heritage for Supporting Collaborative Learning of Young Museum Visitors	Andrew Vande Moere, Eslam Nofal	12	
3. Communicating the spatiotemporal transformation of architectural heritage via an in-situ projection mapping installation	Andrew Vande Moere, Eslam Nofal	11	
4. Interactive Multisensory Environments for Primary School Children	Eleonora Beccaluva, Fabiano Riccardi	11	
5. iRelics: Designing a Tangible Interaction Platform for the Popularization of Field Archaeology	Haipeng Mi, Jiayin Li	11	
6. Tactile models of elements of architectural heritage From the building scale to the detail	Adriane Borda Almeida da Silva, Janice Pires	10,5	
7. We Dare You: A Lifecycle Study of a Substitutional Reality Installation in a Museum Space	Anders Sundnes Levlie, Lina Eklund	10,5	
8. BacPack: Exploring the Role of Tangibles in a Museum Exhibit for Bio-Design	Anja Scholze, Anna Loparev	10,5	
9. Exploring the Potential of the Internet of Things at a Heritage Site through Co-Design Practice	Andrew Roberts, Daniela Petrelli	10,5	
10. Impressions of a touristic route: between the null-dimensional and the three-dimensional	Adriane Borda Almeida da Silva, Bethina Harter Silva	10,5	
11. Quakequiz: A Case Study on Deploying a Playful Display Application in a Museum Context	Daniel Buschek, Florian Alt	10,5	
12. Arquitetura inclusiva: a planta tátil como instrumento de projeto colaborativo com portadores de deficiência visual	Ancioli Romanini, Andréa Quadro Mussi	10	
13. Design of an Interactive Experience Journey in a Renovated Industrial Heritage Site	Damianos Gavalas, Elli Charissi	9,5	
14. Digital Augmentation of Historical Objects Through Tangible Interaction	Adriano Venturini, Anna Pisetti	9,5	
15. Evaluating Learning with Tangible and Virtual Representations of Archaeological Artifacts	Andrew L Kun, Christina Pollalis	9,5	
16. Experience and Ownership with a Tangible Computational Music Installation for Informal Learning	Anna Weisling, Anna Xambó	9,5	
17. The Loom: Interactive Weaving Through a Tangible Installation with Digital Feedback	Anastasios Dimitropoulos, Angeliki Kyriakou	9,5	
18. Transient Relics: Temporal Tangents to an Ancient Virtual Pilgrimage	Angelo Fraietta	9	
19. "Teegi's so Cute!": Assessing the Pedagogical Potential of an Interactive Tangible Interface for Schoolchildren	Charlotte Baraudon, Jérémy Frey	9	
20. Atribuição de Acessibilidade à Fotografia através da Restituição e Desconstrução da Tridimensionalidade	Adriane Borda Almeida da Silva, Francisca Ferreira Michelon	9	
21. CARDS: A Mixed-Reality System for Collaborative Learning at School	Alexis Olry, David Bertolo	9	
22. Confronting People's Fears about Bats: Combining Multi-Modal and Environmentally Sensed Data to Promote Curiosity and Discovery	Matej Kaninsky, Sarah Gallacher, Y. Rogers	9	
23. Do Touch This: Turning a Plaster Bust Into a Tangible Interface	Andreas Butz, Christian Mail	9	
24. In the Footsteps of Henri Tudor: Creating Batteries on a Tangible Interactive Workbench	Christian Moli, João Martins	9	
25. Tactile narratives about an architecture's ornaments	Adriane Borda Almeida da Silva	9	
26. Tangible and graphical programming with experienced children: A mixed methods analysis	Dimitrios Stamovlasis, Pantelis M. Papadopoulos	9	
27. Tangible BioNets: Multi-Surface and Tangible Interactions for Exploring Structural Features of Biological Networks	Ali Mazalek, Dhruvil Patal	9	
28. TAPAS: A tangible End-User Development tool supporting the repurposing of Pervasive Displays	Alan Dix, Alessio Malizia	8,5	
29. Two Design Experiments in Playful Architectural Adaptability	Andrew Viny, Avanti Dabholkar	8,5	

Fonte: A autora, 2021.

Dentro do software se deu início a etapa de decomposição. Para ter uma melhor compreensão do universo contido em cada estudo, foi criada uma codificação através de cores, apresentada na figura 32. Assim, durante a leitura completa de cada artigo, os principais tópicos de interesse foram identificados.

Figura 32: Legenda utilizada para codificação.



Fonte: A autora, 2021.

Após a identificação dos principais tópicos em cada artigo, se iniciou o processo de recompôr os dados. Percebeu-se que, lidar com um grande volume de estudos, também consistia em manipular uma grande quantidade de dados, o que torna o trabalho de análise complexo. Para solucionar este problema, foi criada uma estrutura de visualização de dados, facilitando a comparação entre os estudos. Assim, elaborou-se uma ficha, onde podem ser encontrados os principais dados do estudo elencado (nome do trabalho, autores, número de citações, fonte, ano de publicação) e um resumo realizado pela própria pesquisadora. Em seguida, os dados codificados são registrados de acordo com a legenda proposta acima. O exemplo apresentado na figura 33, é referente a ficha elaborada para o artigo **“Atribuição de Acessibilidade à Fotografia através da Restituição e Desconstrução da Tridimensionalidade”**⁷¹.

⁷¹ Grifo nosso.

Figura 33: Ficha elaborada para visualização dos dados.

Atribuição de Acessibilidade à Fotografia através da Restituição e Desconstrução da Tridimensionalidade Veiga, Monica; Borda, Adriane; Michelon, Francisca; Lebedeff, Tatiana CuminCad - 2013 3 CITAÇÕES (Google Scholar)		Síntese O artigo fala do processo de transformar as fotografias em maquetes acessíveis a deficientes visuais. Descreve o processo de prototipagem. O artigo foca na técnica e na tecnologia. Não descreve o processo de avaliação.	
OBJETIVOS Estruturar uma exposição inclusiva de fotografias em um espaço museal; Constituir instrumentos com potencial comunicativo; Investigar a multisensorialidade para comunicar a qualidade memorial do patrimônio;	METODOLOGIA Revisão Bibliográfica sobre teoria da comunicação (neves 2011), tecnologia de impressão 3D (celani e pupo 2008), aprendizado espacial (Teshima) Etapa de Desenvolvimento Projeto Estruturação de estratégias pedagógicas e tecnológicas. Restituição da tridimensionalidade do espaço representado na fotografia e, logo, a explicação de como esta geometria se transforma por procedimentos projetivos. Etapa de Execução do Projeto Parâmetros adotados para impressão; Foco na tecnologia; Etapa de Experimentação e Validação	TECNOLOGIA Apoiada em Pupo (2011) - Sentir um quadro • Método de produção aditiva; • Matéria prima: termoplástico; • Deposição de camadas para constituir resistência e conforto para experiência tátil; • Descreve os parâmetros adotados para impressão como o grau de preenchimento da peça e a temperatura ideal para o PLA de acordo com a cor do filamento; • Compatibilidade com a área da impressão 18x18x12cm	
PÚBLICO-ALVO Deficientes Visuais	CONTRIBUIÇÕES Construção de materiais didáticos para auxiliar o público a compreender o processo projetivo. Reeducação do raciocínio na etapa de modelagem.	MODELO TÁTIL 1 Objetos arquitetônicos a serem impressos E: 1:500 Conjunto dos elementos fundamentais E: 1:125 Objetivo: Promover a percepção de posições e tamanhos relativos, indicando a localização do ponto de vista. Decomposição do modelo em duas partes para melhor compreensão da informação; Processo adicional de informação; Fotografia traduzida em níveis de cinza para atribuir diferenças de profundidade;	MODELO TÁTIL 2 Elaboração da representação em 2,5D para ilustrar o enquadramento da foto; Maquete do conjunto dos edifícios para compreensão da geometria dos telhados em verdadeira grandeza; Objetivo: Comparar o ponto de vista do primeiro modelo com a marcação da posição do fotógrafo no segundo.
AVALIAÇÃO Etapa de Experimentação e Validação • Especialistas na área; • Deficientes visuais; • Público geral; • Particularizar estudantes de arquitetura em fase de estudo de perspectiva; O artigo não descreve como foi feita a avaliação. Apenas diz que existiram etapas de experimentação e validação com os grupos citados acima. Entretanto nenhum desses dados é apresentado.	CONTEXTO/ATIVIDADE Investigação de novas formas expográficas; Produção de esquemas táteis a partir de fabricação digital; Museal; Manipulação de esquema táteis;	MODELO TÁTIL 3 Duas hipóteses Representação simples com os elementos em relevo em uma peça inteira; Em fase de projeto - Quebra-cabeça para representar a profundidade do espaço em uma peça com sulcos nos quais os pilares podem ser encaixados e removidos; Modelo fatiado em três módulos e colados depois de prontos, para que seja possível a impressão de um objeto maior do que a mesa pode suportar. Cortar o objeto no software em que foi modelado para evitar inconsistências.	MODELO TÁTIL 4 Representação em baixo relevo para representar a falta das ferramentas; Representação em alto relevo para facilitar a compreensão da forma e como estão dispostas no suporte de madeira; (complementado com discurso impresso ou falado) Impressão das ferramentas avulsas para encaixar na base.

Fonte: A autora, 2021.

Ao observar a predominância da cor roxa, já é possível apontar que o principal foco do artigo é o desenvolvimento de uma tecnologia. O estudo indica o público-alvo para o qual se propõem a atingir, entretanto, não demonstra de que maneira este público foi considerado. Apesar do artigo citar etapas de

experimentação e validação, estas não foram descritas no trabalho. Para simplificar ainda mais a visualização, foram criados diagramas que contém apenas os principais termos citados ao longo do texto do artigo. A figura 34 ilustra o diagrama referente ao mesmo artigo anteriormente citado **“Atribuição de Acessibilidade à Fotografia através da Restituição e Desconstrução da Tridimensionalidade”**⁷².

Figura 34: Diagrama síntese.



Fonte: A autora, 2021.

Apesar de a informação contida no artigo estar representada de modo abreviado, ainda assim é possível caracterizar o estudo apenas pela predominância da cor atribuída a cada tópico. Para exemplificar uma análise comparativa a ficha referente ao artigo **“Teegi’s so Cute!”: Assessing the Pedagogical Potential of an Interactive Tangible Interface for Schoolchildren**⁷³ será apresentada na figura 35.

⁷² Grifo nosso.

⁷³ Grifo nosso.

Figura 35: Ficha elaborada para visualização dos dados.

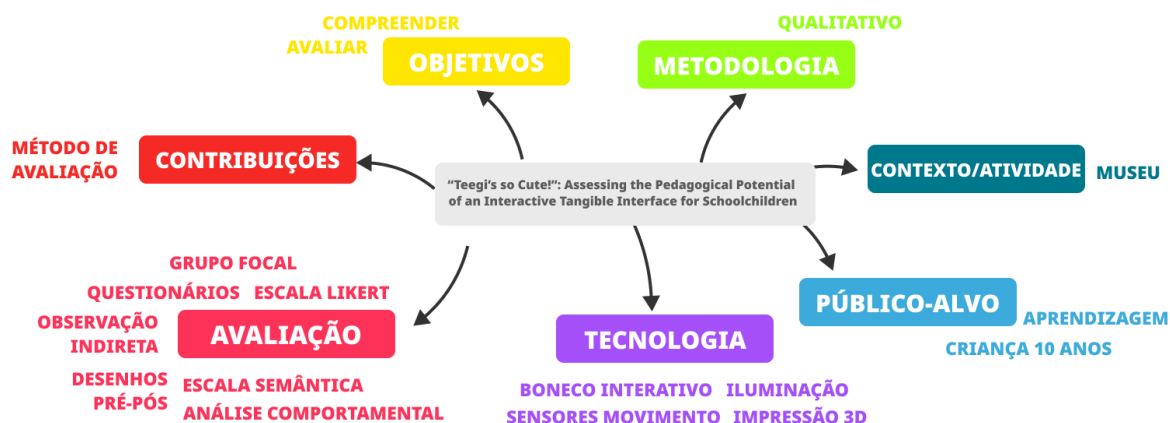
"Teegi's so Cute!": Assessing the Pedagogical Potential of an Interactive Tangible Interface for Schoolchildren Fleck, Stéphanie; Baraudon, Charlotte; Frey, Jérémy; Lainé, Thibault; Hachet, Martin ACM - 2018 10 CITAÇÕES (Google Scholar)		Síntese TUI que auxilia o processo de aprendizagem de crianças. Mostra as áreas do cérebro que são ativadas de acordo com as funções (olhar/atividade motora). Para a avaliação da aplicação, crianças foram levadas até o laboratório dos pesquisadores. O ambiente onde os testes ocorreram era similar ao de um museu de ciências naturais. As crianças foram divididas em grupos para interagirem. Foi feita uma avaliação com múltiplos métodos qualitativos (por se tratar do público infantil). Concluiu-se que a interface incentiva a vontade do aprendizado de algumas crianças. Os resultados apoiam o uso de TUI como suporte de aprendizagem. No entanto, indicam que a consciência pedagógica continua a ser necessária para permitir uma aprendizagem de qualidade em contexto real de uso (por exemplo, para ajudar a criança a identificar os conteúdos de aprendizagem e estabelecer processos de trabalho adaptados)	
OBJETIVOS	METODOLOGIA	AValiação	
Compreender a relevância pedagógica da aplicação em um contexto real;	Método de Avaliação Qualitativo Multidisciplinar	Para avaliação são levados em consideração os 4 fatores apontados pelo Design Instrucional;	
Avaliar o potencial da TUI para aprendizagem;	Não apresenta metodologia/conceito para o projeto da aplicação	FATOR 1	FATOR 2
PÚBLICO-ALVO	CONTEXTO/ATIVIDADE	Ser utilizável e atraente;	Permitir identificar conteúdo ou tarefas a aprender;
29 crianças; Média de idade: 10 anos	Sala de aula; Museu de Ciências Naturais;	FATOR 3	FATOR 4
A interação foca em apoiar a aprendizagem por meio da interface tangível	Manipular a aplicação para descobrir a área do cérebro é ativada de acordo com a função exercida (motora/visual)	Tornar os resultados pretendidos eficazes;	Estimular a motivação acadêmica;
CONTRIBUIÇÕES	TECNOLOGIAS	Avaliação de grupo focal para considerar o impacto do Teegi nos quatro fatores citados;	
Métodos de avaliação misto (HCI e Ciências do Aprendizado) que são apropriados para o público-alvo	Boneco em formato humanoide;	TESTE RÁPIDO DE DESEJO (TRD) Recolher as primeiras impressões e percepções das crianças quanto a estética do sistema: qualidades visuais e forma;	DESENHOS PRÉ-PÓS A APLICAÇÃO DA AVALIAÇÃO Avaliar através da representação o quanto os alunos aprenderam com a aplicação.
Apesar do potencial da TUI para o aprendizado, ainda é necessário o apoio pedagógico para garantir a qualidade do aprendizado (ex: ajudar a criança a reconhecer os conteúdos a serem aprendidos.)	- Corpo impresso em 3D; - Raspberry pi3 no interior - Sensores e Display; - Capacete de acrílico; - LED branco; - Mãos e pés conectados a servos motores (Dynamixel XL320)	QUESTIONÁRIO DE ATRATIVIDADE Questionário com escala diferencial semântica de 7 pontos. São elas: (4 questões) atributos pragmáticos percebidos; (4 questões) atributos hedônicos percebidos; (2 questões) atratividade Geral;	DUAS QUESTÕES ABERTAS APÓS A INTERAÇÃO COM A APLICAÇÃO O que o Teegi te ajudou a aprender? Quais são os seus comentários sobre o Teegi?
		TESTE DE VALOR MOTIVACIONAL DE UMA ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM (MVLA) Questionário baseado na escala Likert de 4 pontos. Avalia os critérios: atividades claras, diversificadas, significativas, desafiadoras, que conferem responsabilidade e exigem engajamento cognitivo, que permitem colaboração, que duram um tempo suficiente e que são autênticas. O objetivo é avaliar as alavancas motivacionais do Teegi	
		FOLHAS DE TAREFAS Para preencher durante o processo, para verificar quanto as crianças identificaram corretamente as partes interativas do sistema. Compreender o quão bem as crianças entendem a relação causa/efeito da aplicação.	
		OBSERVAÇÃO INDIRETA - ANÁLISE DA GRAVAÇÃO Análise do comportamento das crianças de acordo com 3 categorias: Interações com a interface (mover/tocar, levantar, girar, cutucar, fazer cócegas) Atividades envolvendo o Teegi (observar; apontar; manipular com objetivo de checar alguma coisa; investigar; auxiliar um colega; Envolvimento nas tarefas (número de manipulações e duração; expressões de emoção: sorrir, rir, reclamar;	

Fonte: A autora, 2021.

A predominância da cor rosa indica que o estudo tem como foco principal a avaliação de um artefato. O público-alvo considerado são crianças na faixa etária de 10 anos. Apesar do trabalho indicar que o objetivo do dispositivo desenvolvido é impulsionar a aprendizagem, não foi especificado de que

maneira isso foi considerado durante o processo de criação. O diagrama síntese referente ao mesmo artigo, é ilustrado pela figura 36.

Figura 36: Diagrama Síntese



Fonte: A autora, 2021.

Apesar do método de representação de dados desenvolvido durante a pesquisa tenha demonstrado ser efetivo, com potencial para identificar as principais características de cada estudo, ainda exigia um esforço considerável para recompor as informações. Sendo assim, tornou-se inviável efetuar fichas de visualização para todos os artigos, devido ao tempo delimitado para o desenvolvimento da pesquisa. Optou-se então, em extrair os principais dados em tabelas comparativas, apresentadas no apêndice C. A informação foi organizada de acordo com os diagramas que sintetizam a abordagem PACT de Benyon (2005) os fatores relevantes para o autor, apresentados na etapa de fundamentação teórica.

QUANTO A METODOLOGIA

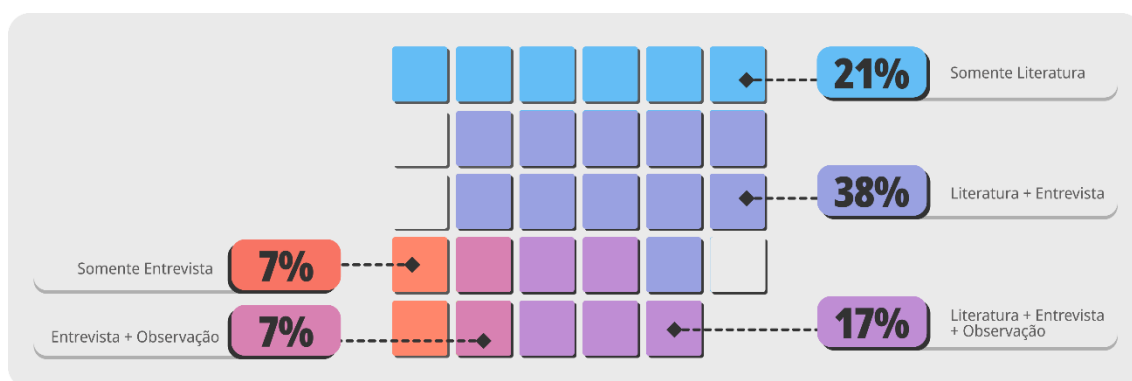
Durante a leitura dos trabalhos, foi possível identificar três momentos distintos no processo de desenvolvimento das aplicações, são eles: estabelecer requisitos, desenvolvimento e avaliação. Durante a **primeira etapa**⁷⁴, os pesquisadores coletam dados de diferentes fontes para estabelecer os requisitos adequados ao problema de projeto. Percebeu-se que durante a **coleta de dados**⁷⁵, os pesquisadores, de maneira geral, obtêm informações através de três

⁷⁴ Grifo nosso.

⁷⁵ Grifo nosso.

métodos: entrevistas, observação e suporte teórico da literatura. A figura 37 representa o panorama sobre os métodos de coleta de dados identificados em cada trabalho. Na imagem, cada quadrado simboliza um estudo, e os métodos utilizados são representados através de cores, com porcentagem referente em legenda. A tabela completa com os dados referentes a cada artigo pode ser encontrada no apêndice C.

Figura 37: Relações entre os métodos de coleta de dados



Fonte: A autora, 2021.

Como observado, em relação a coleta de dados para obtenção de requisitos, grande parte dos trabalhos selecionados buscam informações através de entrevistas e no suporte teórico. Entretanto, cabe destacar, que o projeto de interação só é validado quando avaliado pelo público-alvo. Portanto, é fundamental a realização de entrevistas com usuários e especialistas, para que se tenha contato direto com as pessoas que serão beneficiadas com aquela interação. Benyon (2005) em concordância com Garret (2010) e Rogers, Sharp e Preece (2011) e Holmes (2016) reforçam a importância de conhecer o usuário diretamente, para reconsiderar ideias pré-estabelecidas sobre aquele grupo social, e humanizar o processo de projeto. As entrevistas poderão ser complementadas com a observação direta ou indireta de pessoas em suas atividades dentro do contexto especificado, para identificar os problemas de interação existentes. Apesar da revisão de literatura e a busca de casos similares serem métodos fundamentais para o entendimento do problema tratado, não abrangem as especificidades dos usuários dentro do contexto estabelecido.

A **segunda fase identificada**⁷⁶ se refere ao desenvolvimento da aplicação propriamente dita. Cabe lembrar que, a maior parte dos artigos selecionados, foram coletados de bases de dados da área da computação. Portanto, dão ênfase a tecnologia utilizada e aos aspectos técnicos computacionais da construção do projeto, mas carecem de informações quanto aos aspectos conceituais. Nenhum trabalho apresenta métodos de geração de ideias para criação das propostas. Especula-se que a ausência de discussões acerca da exploração de possíveis soluções, se deve a obrigatoriedade de manter o texto dentro dos limites de páginas impostos para publicação dos trabalhos acadêmicos, conseqüentemente, o pesquisador sintetiza o estudo, e compartilha apenas as informações mais relevantes dentro da área.

A **última fase**⁷⁷ apontada é a avaliação da aplicação. Nem todos os estudos avançam para qualificar a solução. Entretanto, a avaliação é fundamental para verificar se os requisitos solicitados foram de fato atingidos. Apenas através de testes é possível analisar o quanto a interação desenvolvida é satisfatória, e principalmente, identificar possíveis falhas despercebidas que necessitam de correção. Os métodos de avaliação são similares aos utilizados na coleta de dados. Além da entrevista e observação do usuário, os estudos apontam a aplicação de questionários.

QUANTO AOS PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS

Pelo caráter multidisciplinar do design de interação, todos os autores estudados na etapa de fundamentação teórica, aconselham que projetos interativos sejam concebidos por equipes compostas com profissionais de diferentes áreas. Para analisar a composição dos grupos de pesquisadores apontados nos estudos selecionados, verificou-se a área de atuação de todos os autores envolvidos no processo.

Constatou-se que 76% dos artigos apresentam aplicações elaboradas por grupos formados por profissionais que atuam em diversas áreas. Também foi

⁷⁶ Grifo nosso.

⁷⁷ Grifo nosso.

identificada a presença de profissionais com formação específica na área do design de experiência em 69% dos estudos.

QUANTO A ABORDAGEM PACT DE BENYON (2005)

Como citado anteriormente, os estudos selecionados foram analisados quanto aos aspectos relevantes por Benyon (2005) em sua abordagem PACT. São eles: pessoas (P), atividades (A), contexto (C) e tecnologia (T).

PESSOAS (P)

Foram identificados seis grandes grupos sociais de interesse dos pesquisadores. São eles: crianças, adolescentes, estudantes universitários, pessoas com deficiência e visitantes. O grupo caracterizado como **“crianças”**⁷⁸ se refere a crianças em idade de alfabetização. Este grupo aparece tanto de forma isolada, quando o estudo se trata de uma aplicação no contexto educacional de sala de aula, como em conjunto com o grupo **“visitantes”**⁷⁹ no contexto museal. O grupo descrito como **“adolescentes”**⁸⁰ tem maior incidência em estudos no contexto museal, mas também aparece em conjunto com o grupo **“crianças”**⁸¹ no contexto da aplicação para sala de aula. Já o grupo **“estudantes universitários”**⁸² é mencionado quando a aplicação é voltada para usuários experientes, que tem domínio em tecnologia. O grupo **“PCD”**⁸³ é apontado em estudos que tem interesse na área de representação patrimonial e representação de arquitetura. O grupo **“visitantes”**⁸⁴ é uma maneira generalista que os pesquisadores definem os usuários em relação ao contexto museal. O grupo está atrelado especificamente ao museu onde a aplicação será inserida. A figura 38 é uma síntese dos grupos especificados e a proporção em relação a ocorrência nos estudos. A tabela completa com os dados referentes a cada artigo pode ser encontrada no apêndice C.

Figura 38: Grupos identificados e a ocorrência nos estudos.

⁷⁸ Grifo nosso.

⁷⁹ Grifo nosso.

⁸⁰ Grifo nosso.

⁸¹ Grifo nosso.

⁸² Grifo nosso.

⁸³ Grifo nosso.

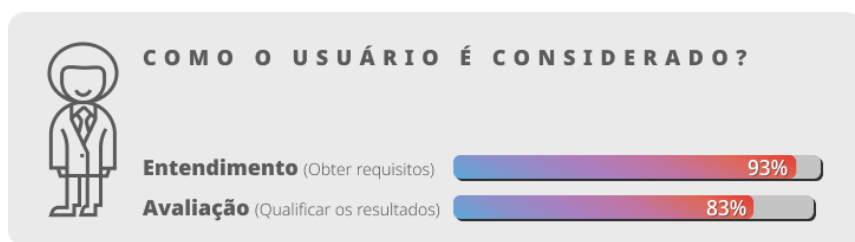
⁸⁴ Grifo nosso.



Fonte: A autora, 2021.

Dentre os 29 estudos selecionados, 27 coletam dados do usuário na etapa inicial, um total de 93%. Apenas dois estudos não citam nenhuma característica do público-alvo na fase de obter requisitos. Quanto a avaliação, 24 estudos foram avaliados, um total de 83%. A figura 39 ilustra a proporção de como o usuário é considerado dentro dos estudos em relação as fases de coleta de dados e avaliação.

Figura 39: Gráfico sobre a relação do usuário durante as etapas de desenvolvimento do projeto.



Fonte: A autora, 2021.

Durante a leitura dos trabalhos percebeu-se que, ainda que os pesquisadores tenham considerado as particularidades do público escolhido, estas não estão descritas de forma explícitas dentro dos textos. Os artigos apresentados a seguir estão numerados de acordo com a pontuação estabelecida em critério anterior. A lista completa com nome do artigo e posição é encontrada no apêndice C.

Quanto a **ergonomia e as diferenças físicas**⁸⁵, dentre os estudos selecionados, os artigos [2], [4], [8], [11], [13], [14], [16], [19], [21] e [26] citam “crianças” como grupo social que se pretende atingir. Entretanto, apenas os estudos [2], [4], [8], [11], [13] e [14] demonstram preocupação quanto a relação da aplicação com o contexto espacial. Os trabalhos não descrevem diretamente

⁸⁵ Grifo nosso.

as características físicas das crianças, questões com altura, peso ou diferenças sensoriais. Porém, é possível identificar que as aplicações projetadas consideram as adequações espaciais necessárias ao público infantil. Percebeu-se que, as aplicações quando encontradas em superfícies verticais, são acessíveis as crianças, com informações na altura dos olhos, e partes manipuláveis ao alcance dos braços. Dois exemplos de aplicações inseridas em superfícies verticais são apresentados nas figuras 40 e 41.

Figura 40: Aplicação com foco no público infantil em superfície vertical.



Fonte: Nofal, E. et al, 2020

Figura 41: Aplicação com foco no público infantil em superfície vertical.



Fonte: Garzotto, F. et al, 2020.

Já as aplicações com foco no público infantil quando projetadas para superfícies horizontais, estão ao alcance do toque, em uma altura que permite que a criança manipule os elementos sobre a superfície. Dois exemplos de aplicações em superfícies horizontais são apresentados nas figuras 42 e 43.

Figura 42: Aplicação com foco no público infantil em superfície horizontal.



Fonte: Loparev, A. et al, 2017.

Figura 43: Aplicação com foco no público infantil em superfície horizontal.



Fonte: Prange, S. et al, 2017

Tratando-se de diferenças sensoriais, os artigos [6], [10], [12], [20], e [25] citam “pessoas com deficiência” como público-alvo. Todavia, o foco destes é o desenvolvimento de modelos táteis em pequena escala para manipulação e, portanto, não são aplicações fixas em um espaço delimitado. Em consequência, não demonstram preocupação com adequações das aplicações dentro de contextos espaciais específicos. A figura 44 apresenta um exemplo de modelos táteis desenvolvidos durante um dos estudos especificados, a fim de elucidar a questão de dimensionamento e proporção dos objetos produzidos.

Figura 44: Modelo tátil.



Fonte: Silva, A.B.A. *et al*, 2018.

Em relação as **diferenças psicológicas e modelos mentais**, os artigos [1], [2], [6], [8], [10], [12], [14], [15], [16], [17], [19], [20], [21], [23], [25] e [26] discutem o uso de interfaces tangíveis para fins educacionais. Os trabalhos especificados são dirigidos para pessoas aprendentes cinestésicas, ou seja, aquelas que tem facilidade de aprendizado através de atividades práticas. Os trabalhos [6], [10], [20], e [25] são produções do Grupo de Estudos de Ensino/Aprendizagem de Representação Gráfica da Universidade Federal de Pelotas (GEGRADI – UFPel) e apresentam um método idealizado no próprio laboratório, denominado como *adição gradual da informação* (AGI), que foi criado a partir do estilo de aprendizagem de pessoas com deficiência visual. O método AGI tem como princípio simplificar os elementos arquitetônicos que serão representados nos modelos táteis, reduzindo a formas essenciais para compreensão do patrimônio. Assim, são amenizados os ruídos na comunicação causados pelo excesso de informação. O artigo [12] que também tem como público-alvo pessoas com deficiência visual, reforça a importância de simplificar a informação, através da comparação entre dois tipos de plantas táteis, exibidos na figura 45.

Figura 45: Comparação entre os dois modelos de plantas táteis.



Fonte: Mussi, A.Q. et al, 2016.

Durante avaliação, os usuários demonstraram preferência pelo modelo de planta tátil bem-acabado e com poucos detalhes, produzido através do corte a laser. Em contrapartida, apesar do outro modelo apresentar legendas em braile dentro de cada cômodo e as texturas dos pisos existentes, não foi considerado de fácil entendimento. O trabalho também discute sobre as diferenças de percepções espaciais entre os indivíduos que já foram videntes, porém perderam a visão ao longo da vida e os que são cegos de nascença.

Quanto as **diferenças sociais**⁸⁶, os artigos [15], [22], [27], [28] e [29] apresentam aplicações direcionadas a estudantes universitários, e são particularizados para resolver problemas específicos relacionados ao ensino superior, portanto consideram o uso por pessoas experientes. Os trabalhos [1], [3], [5], [7], [8], [9], [11], [13], [14], [17], [18], [23] e [24] apresentam como público-alvo famílias e grupos de visitantes de diferentes idades, portanto, as aplicações desenvolvidas são mais simples, pois consideram o uso por pessoas inexperientes. Destaca-se aqui o artigo [1] que trata sobre a personalização das aplicações. O estudo propõe a criação de uma aplicação que tenha o potencial de se adaptar de acordo com o interesse do próprio usuário, tornando a experiência de interação única para cada pessoa.

⁸⁶ Grifo nosso.

ATIVIDADES (A)

Quanto as atividades, os **aspectos temporais**⁸⁷ tem relação com o tempo e frequência que o usuário irá levar para realizar a atividade. Entretanto, durante a leitura dos estudos selecionados, não foram encontrados trabalhos que descrevessem esse fator como algo relevante. Entretanto, quanto a **cooperação e interação social**⁸⁸, os artigos [2], [4], [8], [11], [13], [24] e [28] citam a colaboração entre usuários como uma das vantagens da tecnologia de interação tangível. Destaca-se aqui o estudo [8] que compara o aprendizado colaborativo entre dois tipos de interfaces compartilhadas: uma interface em que o usuário interage somente através do em uma mesa interativa e a outra, o usuário interage com objetos inteligentes que ativam a aplicação sob a mesa interativa. Como resultado, através da observação dos dois tipos de aplicações, os pesquisadores concluíram que a manipulação dos objetos inteligentes induz a colaboração entre usuários, ainda que estes sejam completamente desconhecidos. O experimento apontou que as pessoas tendem a colaborar de maneira ativa quando manipulam objetos físicos, examinando os artefatos produzidos de forma conjunta, e auxiliando umas às outras na solução de tarefas, tornando o aprendizado colaborativo. Enquanto a aplicação que utiliza apenas a possibilidade de toque da mesa interativa, demonstrou promover o aprendizado, porém de forma individual, onde cada indivíduo resolve a tarefa sozinho. A figura 46 ilustra as duas aplicações comparadas durante o estudo.

⁸⁷ Grifo nosso.

⁸⁸ Grifo nosso.

Figura 46: Comparação entre os dois tipos de interfaces.



Fonte: Loparev, A. *et al*, 2017.

No que se refere a **complexidade**⁸⁹ da tarefa que o usuário deverá executar, percebeu-se que, os estudos [2], [4], [5], [7], [8], [9], [11], [13] e [22] tem maior preocupação em definir qual atividade deverá ser realizada. Se supõe que o cuidado para estabelecer o tipo de tarefa que o usuário deverá realizar, se deve ao fato de que todos apontam soluções que envolvem **gameificação**⁹⁰. Os pesquisadores recorrem ao jogo como um recurso para transformar a comunicação e aprendizado proporcionado pela interação em uma experiência positiva e com significado. Para que a experiência do usuário seja memorável, os estudos citados buscam proporcionar imersão através da criação de uma narrativa, que insere a aplicação dentro do contexto espacial do entorno.

O artigo [13] exemplifica o cuidado quanto ao tipo de atividade. O trabalho se trata de uma aplicação inserida em uma antiga fábrica de tecidos, que foi transformada em um museu. O objetivo dos pesquisadores era criar uma aplicação para promover a interação entre os visitantes e o aprendizado colaborativo. A solução proposta foi baseada em jogos do tipo “*escape room*”,

⁸⁹ Grifo nosso.

⁹⁰ Grifo nosso.

que consistem em jogos onde um grupo de pessoas é aprisionado em um cômodo e precisa resolver enigmas para conseguir escapar. Partindo desse conceito, os pesquisadores criaram charadas para serem resolvidas durante o percurso expositivo. Os desafios foram elaborados com base no conteúdo proveniente na própria exposição. A figura 47 ilustra um dos desafios propostos, sendo resolvidos por uma visitante durante a fase de testes.

Figura 47: Visitante resolvendo um dos desafios propostos no percurso expositivo.



Fonte: Gaitanou, M. *et al*, 2018.

Em relação ao **conteúdo**⁹¹, nenhum dos trabalhos apresentados demonstra ter limitações ou imposição dos dados que deverão ser explorados nas interações. E quanto a **segurança**⁹², nenhum trabalho discute sobre a tolerância a erros, ou seja, o que ocorre caso o usuário tenha dificuldades para realizar a ação proposta pela aplicação.

CONTEXTO (C)

Benyon (2005) descreve o contexto de uma aplicação de maneira ampla, abrangendo tanto os fatores sociais quanto os fatores físicos. Em relação ao **contexto social**⁹³, os trabalhos não demonstram ter especificações de auxílio para interação do usuário com aplicação. Ou seja, não fica claro se as aplicações contam com algum tipo de instrução através de sinalização ou auxílio de instrutores, para que o usuário entenda como a atividade deverá ser realizada. As interações, portanto, devem ser claras e simples, evitando ambiguidades, para que o público-alvo consiga compreender o objetivo sem o auxílio externo.

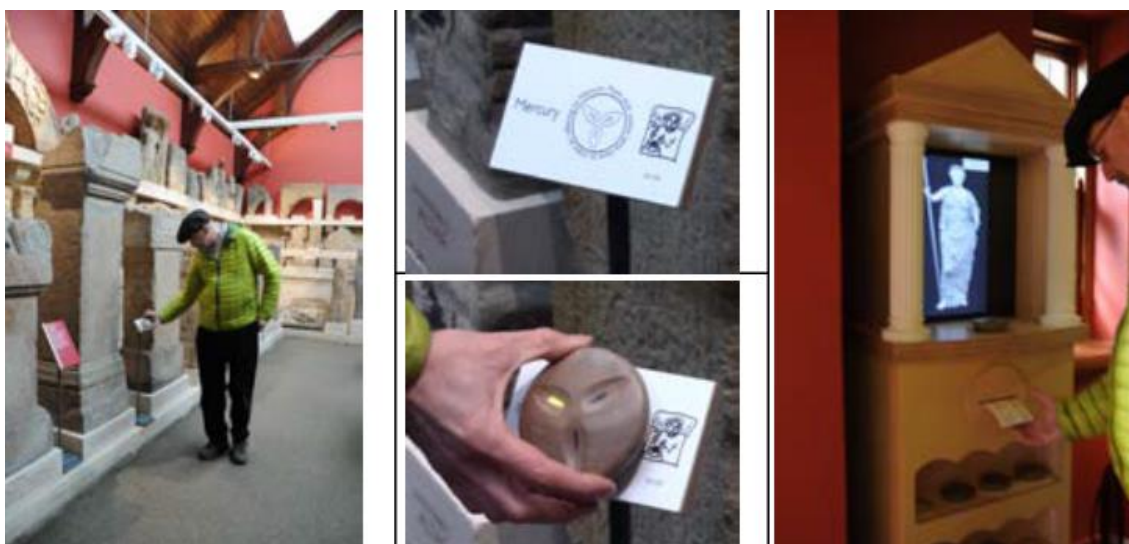
⁹¹ Grifo nosso.

⁹² Grifo nosso.

⁹³ Grifo nosso.

Quanto ao **contexto organizacional**⁹⁴, os estudos [1], [2], [4], [5], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [18], [19], [21], [22], [23], [24], [27] e [28], totalizando em 72,4% dos trabalhos, apresentam preocupações em relação ao contexto das organizações onde as aplicações serão inseridas. Em todos os artigos citados acima, os pesquisadores trabalham em parceria com representantes das instituições organizacionais especificadas, em busca de uma solução adequada. Pode-se destacar aqui o artigo [9], como exemplo do desenvolvimento de um projeto de interação em processo colaborativo com a instituição em questão. O trabalho apresenta o desenvolvimento de uma aplicação para um pequeno museu de arqueologia na Inglaterra. Trata-se de uma edificação patrimonial, portanto, o espaço físico deveria ser respeitado, e não poderiam ser realizadas intervenções para acomodar a aplicação. Em um esforço conjunto entre pesquisadores e curadores do museu, a solução proposta respeita tanto o ambiente físico quanto a temática da exposição. A figura 48 apresenta a aplicação desenvolvida durante a fase de testes.

Figura 48: Aplicação desenvolvida através da colaboração de pesquisadores e curadores do museu.



Fonte: Petrelli, D. et al, 2018.

Durante a análise dos estudos selecionados, no que tange ao **contexto físico**⁹⁵, pode-se apontar uma maior preocupação em relacionar a aplicação a

⁹⁴ Grifo nosso.

⁹⁵ Grifo nosso.

temática da exposição, para proporcionar aprendizado significativo e memórias positivas. Os artigos [2], [3], [4], [5], [7], [8], [9], [11], [13], [14], [17], [24] e [29] discutem como as soluções propostas potencializam a comunicação do percurso expositivo através do recurso da narrativa. Desta maneira, as aplicações complementam a exposição, porém, sem comprometer o interesse do visitante aos artefatos expostos. De forma geral, quando o estudo descreve o desenvolvimento de uma aplicação com objetivo de aprendizado, existe uma preocupação dos pesquisadores para que a tecnologia não sobreponha o conteúdo. Assim, o foco do projeto de interação é promover o aprendizado, e não o desenvolvimento de uma tecnologia.

TECNOLOGIA (T)

Considerou-se que, para esta pesquisa, não é relevante descrever em detalhes as tecnologias utilizadas na solução das aplicações. O estudo desenvolvido tem como foco a experiência do usuário e seus aspectos humanos. Portanto, a análise deste tópico irá se deter as informações relativas aos aspectos físicos da tecnologia. Como citado anteriormente, a temática do conteúdo expositivo onde o projeto de interação será inserido, influencia diretamente o estilo estético que será estabelecido. Considerando o potencial imersivo do projeto de interação, se tem o cuidado de manter uma coerência visual entre o produto criado e o contexto em que será inserido. Em relação a materialidade, os estudos não apontam motivos para a escolha dos materiais utilizados. Entretanto, é possível observar uma padronização. A maior parte dos artigos apresentam projetos que fazem uso da tecnologia de impressão 3D e corte a laser. Supõe-se que isso se deve pelas características deste tipo de produção – ao mesmo tempo que os artefatos desenvolvidos apresentam boa durabilidade, podem ser facilmente substituídos caso danificados.

A análise dos dados extraídos demonstra que a revisão sistemática desenvolvida foi essencial para compreensão do panorama sobre projetos de interação tangíveis, desenvolvidos nos últimos cinco anos. A partir deste estudo, foi possível distinguir as etapas do desenvolvimento do projeto, e averiguar se

os métodos mais utilizados acordam com a recomendação dos autores estudados.

Observou-se que, apesar das interfaces tangíveis oportunizarem o estímulo tátil – além do estímulo visual – poucos estudos discutem soluções inclusivas. É possível apontar uma lacuna inexplorada de projetos de interação tangíveis direcionados a pessoas com deficiência. As interações descritas nos artigos selecionados, em sua grande maioria, não especificam o público-alvo. A falta de especificidade vai de encontro com o princípio mais fundamental do projeto centrado no usuário: especificar o usuário para compreender o seu comportamento. Projetos que não definem a audiência são desenvolvidos a partir da perspectiva do próprio pesquisador, e não de pessoas que realmente irão experienciar a interação.

No entanto, verificou-se que os pesquisadores desenvolvem as aplicações de forma conjunta com especialistas e curadores de museus, com finalidade de adequar a proposta de projeto, através da perspectiva de pessoas com mais experiência dentro do campo de estudo tratado. Devido ao aspecto múltiplo do design de interação, a maior parte das equipes responsáveis pelo desenvolvimento dos estudos identificados é composta por profissionais de diferentes áreas de atuação. Esta troca de conhecimento entre os pesquisadores favorece a pluralidade de pensamentos no sentido de criar soluções inovadoras.

4.2 DO (IN)VISÍVEL AO TANGÍVEL: MODELO METODOLÓGICO DE APOIO A PRODUÇÃO DE RECURSOS ASSISTIVOS PARA LEITURA E INTERPRETAÇÃO DO PATRIMÔNIO

Os referenciais apresentados até aqui enfatizam que o sentimento de empatia é essencial para impulsionar o projetista a uma mudança de perspectiva. O projeto deixa de ser baseado apenas no conhecimento pré-estabelecido, e passa a considerar o ponto de vista do usuário final. Essa abordagem fundamenta as áreas de design de interação e design inclusivo. No que tange a soluções inclusivas, Holmes (2018) aponta que devem ser direcionadas àquelas pessoas que mais experienciam incompatibilidades de interação. Assim, se um produto é acessível a este público, também será acessível a maioria da população.

Como mencionado anteriormente, esta pesquisa busca contribuir para o desenvolvimento de recursos assistivos relacionados a representação do patrimônio arquitetônico pelotense. O estudo é dirigido a produção relativa à descrição da Casa do Conselheiro Maciel, uma edificação de valor histórico que atualmente é sede do Museu do Doce. Conforme Peronti, Borda e Veiga (2016) trata-se de uma casa-museu, portanto, tanto a história acerca da própria casa e seus antigos moradores quanto a arquitetura e seus elementos, são protagonistas da exposição. Acredita-se que os conceitos estudados oriundos do campo do design podem oportunizar a tradução dessas narrativas através de projetos interativos que estimulem outros sentidos além do visual. Dessa forma, a experiência do museu pode ser ampliada, possibilitando que a informação seja acessível a mais pessoas.

Nesse sentido, a partir das metodologias de Benyon, 2005, Garrett, 2010, Rogers, Sharp e Preece (2011) e Holmes (2016) e, a análise dos dados extraídos resultantes da revisão sistemática, foi possível selecionar métodos para o apoio da produção de recursos assistivos direcionados a leitura e interpretação do patrimônio cultural edificado. As orientações sumarizadas estão agrupadas em um modelo conforme as etapas identificadas na comparação entre os referenciais estudados. A figura 49 ilustra a organização das informações.

Figura 49: Etapas do modelo proposto.



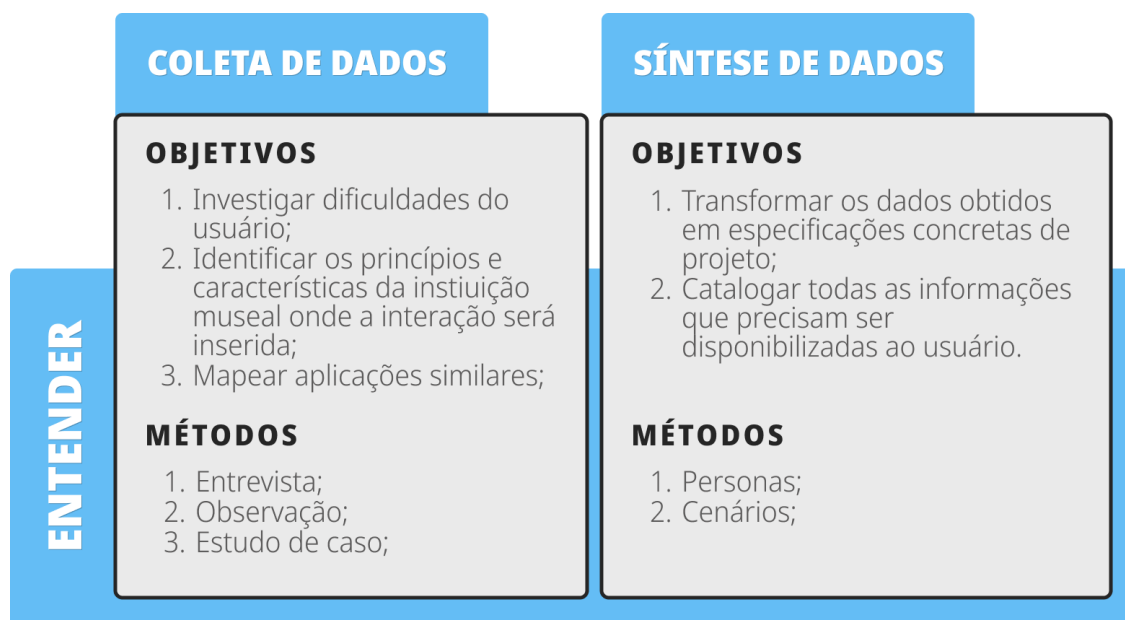
Fonte: A autora, 2022.

Os métodos elencados são baseados nas abordagens centradas no usuário descritas no referencial teórico e adaptadas para a temática principal da pesquisa: a representação inclusiva do patrimônio arquitetônico através de interfaces tangíveis.

4.2.1 ENTENDER

A primeira etapa, nomeada como **entender**⁹⁶, consiste em coletar dados e sintetizar as informações adquiridas em requisitos concretos. Os métodos selecionados buscam fortalecer o sentimento de empatia em relação ao público-alvo, com intuito de favorecer uma mudança de perspectiva para o projetista no momento de propor uma solução. Consequentemente, guiam para uma visão humanista e realista daquele que será beneficiado com o produto. Desse modo, evita-se a concepção de projetos a partir de conceitos pré-estabelecidos baseados no senso comum. A figura 50 demonstra como os métodos foram estruturados.

Figura 50: Estrutura dos métodos selecionados para etapa ENTENDER.



Fonte: A autora, 2022.

⁹⁶ Grifo nosso.

4.2.1.1 MÉTODOS PARA COLETA DE DADOS

Ao iniciar o projeto de um recurso assistivo direcionado à representação do patrimônio arquitetônico, recomenda-se realizar a coleta de dados essenciais. Assim, o projetista terá compreensão do problema a ser resolvido de forma ampla. Os métodos elencados foram identificados tanto na fundamentação teórica, como nos artigos selecionados. Os diagramas produzidos na fase de fundamentação teórica que sintetizam os quatro fatores relevantes segundo Benyon (2005) – pessoas, atividades, contexto e tecnologia – podem ser utilizados como apoio para esta etapa.

A) ENTREVISTAS

Constatou-se que a realização de entrevistas é essencial para entender sobre o tema tratado. As conversas deverão ser gravadas para consultas posteriores, consequentemente, para manter a ética profissional é necessário solicitar o consentimento do entrevistado em relação a gravação do procedimento. Identificou-se incidência na consulta de três principais grupos: os usuários, os especialistas na temática e os representantes de instituições museais. O primeiro passo para elaboração de entrevistas é definir quem são os indivíduos que retratam os grupos apontados.

- Em relação ao grupo “usuários” - deverá ser escolhida uma pessoa para representar o grupo social que se espera atingir com a solução proposta. Portanto, para o desenvolvimento de uma aplicação inclusiva, deve-se considerar a capacidade de adaptabilidade à perda de uma ou mais habilidades sensoriais. Um indivíduo que apresenta uma perda congênita desenvolve, ainda na infância, estratégias para contornar o despreparo da sociedade. Enquanto aquele que sofre a perda gradual ou acidental precisa se adaptar a uma nova realidade. Essa diferença de percepção é um fator que não pode ser ignorado, sendo assim, o ideal é tentar consultar, no mínimo, os dois tipos de público.
- Em relação ao grupo “especialistas” - sugere-se entrevistas com pesquisadores especialistas nas seguintes áreas: tecnologia,

memória e patrimônio cultural, acessibilidade e inclusão. Como mencionado anteriormente, o campo do design de interação tem caráter multidisciplinar. Portanto, a colaboração de profissionais com experiência em diversas áreas de atuação enriquece o resultado.

- Em relação as instituições museais – Recomenda-se que o projetista entre em contato com o curador do museu, para compreender os princípios da instituição e o contexto expositivo onde a aplicação será inserida. O responsável pelo museu poderá contribuir com informações relativas à caracterização dos visitantes.

Sugere-se que um roteiro de entrevista seja estabelecido previamente, porém novas perguntas poderão ser incluídas no decorrer do processo. Aconselha-se planejar perguntas abertas, para não limitar a resposta do entrevistado, e através da abordagem exploratória, obter maior riqueza de dados. Recomenda-se que o projetista investigue as vivências do usuário, com objetivo de identificar dados relevantes sobre as três camadas da experiência descritas por Desmet e Hekkert (2007) – estética, de significado e emocional. Temáticas que podem ser exploradas estão listadas abaixo.

- Para investigar a camada estética – questões acerca dos aspectos físicos dos objetos: material, peso, forma, textura; investigar o quanto a materialidade interfere na experiência de uso; compreender as características físicas dos artefatos que despertam o interesse do usuário;
- Para investigar a camada de significado - questões acerca da relação comportamental do entrevistado com o patrimônio cultural; compreender como o entrevistado se localiza dentro do contexto espacial e urbano; entender quais características podem contribuir para que o indivíduo atribua significado ao espaço; investigar a relação do indivíduo com a tecnologia e identificar dificuldades;
- Para investigar a camada emocional - questões acerca de lembranças; entender quais interações despertam memórias positivas e quais

tiveram impacto negativo; investigar o motivo que leva ao entrevistado a classificar uma experiência de interação como positiva ou negativa dentro do contexto museal;

B) OBSERVAÇÃO

As informações relativas ao público-alvo poderão ser complementadas através de observações dentro do contexto museal especificado. Assim, pode-se identificar o comportamento do indivíduo em relação a execução de atividades. Sugere-se atentar à destreza do usuário para manipular e explorar os artefatos. Para evitar a coleta excessiva de informações não relevantes, os objetivos devem ser determinados antecipadamente.

C) ESTUDOS DE CASO

A busca de casos tem por finalidade auxiliar na identificação de produtos similares ao contexto especificado ou de temática semelhante. Assim o projetista pode mapear as tecnologias utilizadas, e ampliar as possibilidades de soluções. Como mencionado anteriormente, os diagramas produzidos na fundamentação teórica, que sumarizam e categorizam os atributos relevantes relacionados a tecnologia, segundo Benyon (2005), podem ser utilizados como guia na investigação dos estudos.

4.2.1.2 MÉTODOS PARA SÍNTESE DE DADOS

Os autores estudados indicam que as informações coletadas devem ser transformadas em requisitos específicos para concretizar as necessidades dos usuários. Os artigos da revisão sistemática não apresentaram métodos relacionados a essa fase de síntese de dados. Entretanto, todas as metodologias indicam a criação de personas e cenários para apoiar o processo de projeto.

A) PERSONAS

O método da persona consiste em criar uma pessoa fictícia com objetivo de representar diferentes tipos de perfis de usuário dentro do mesmo público-alvo. Através de uma ficha, são detalhadas as características comportamentais. Apesar do método da persona não descrever uma pessoa real, recomenda-se

que a ficha produzida deve ser realista, e trazer informações como nome, idade, ocupação, escolaridade. Para o âmbito de produção de recursos assistivos voltados ao contexto museal, foi desenvolvido um exemplo de ficha de persona, apresentado no apêndice D. O modelo criado lista uma série de perguntas que podem servir como guia para produção da persona. Informações que o projetista considera que sejam relevantes, porém não estão descritas no exemplo, poderão ser adicionadas.

B) CENÁRIOS

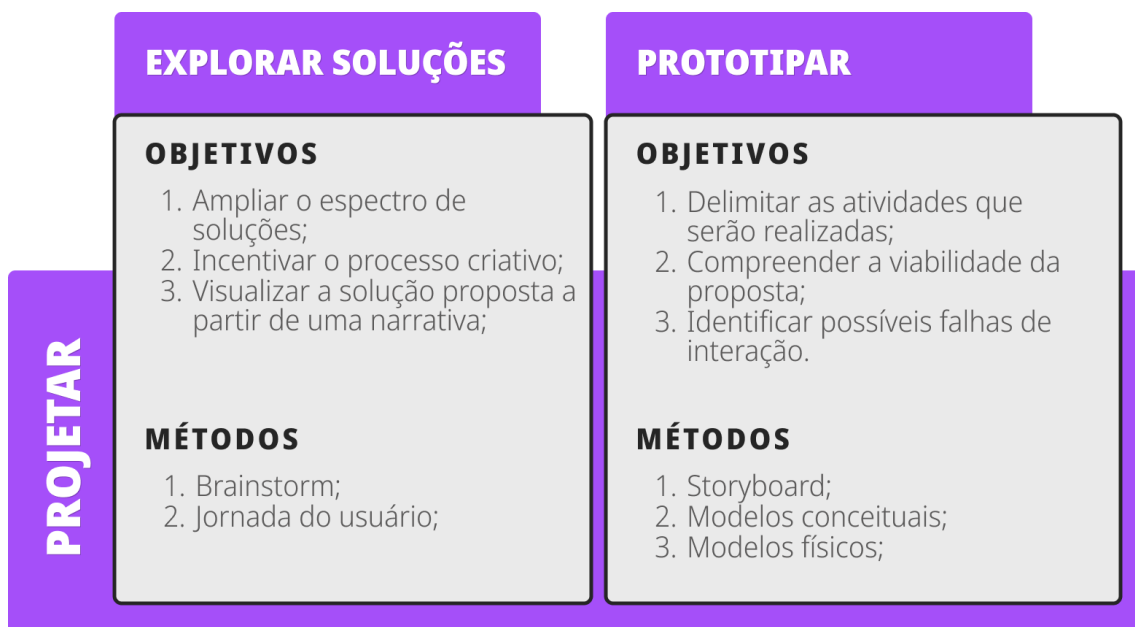
A descrição de cenários é um método que complementa a criação de personas. São descrições informais, com objetivo de compreender a ambientação de onde a solução será inserida. Recomenda-se que sejam selecionadas imagens para apoiar a visualização do contexto. Aconselha-se que o projetista visite o espaço especificado na proposta, para acrescentar detalhes perceptivos a descrição.

4.2.2 PROJETAR

A segunda etapa, definida como **projetar**⁹⁷, consiste em explorar soluções de projeto e desenvolver protótipos. Os métodos sugeridos auxiliam o projetista a ampliar o espectro de soluções, inserir o projeto dentro de uma narrativa e visualizar a solução proposta. A figura 51 ilustra como os métodos selecionados foram estruturados para esta etapa.

⁹⁷ Grifo nosso.

Figura 51: Estrutura dos métodos selecionados para etapa PROJETAR.



Fonte: A autora, 2022.

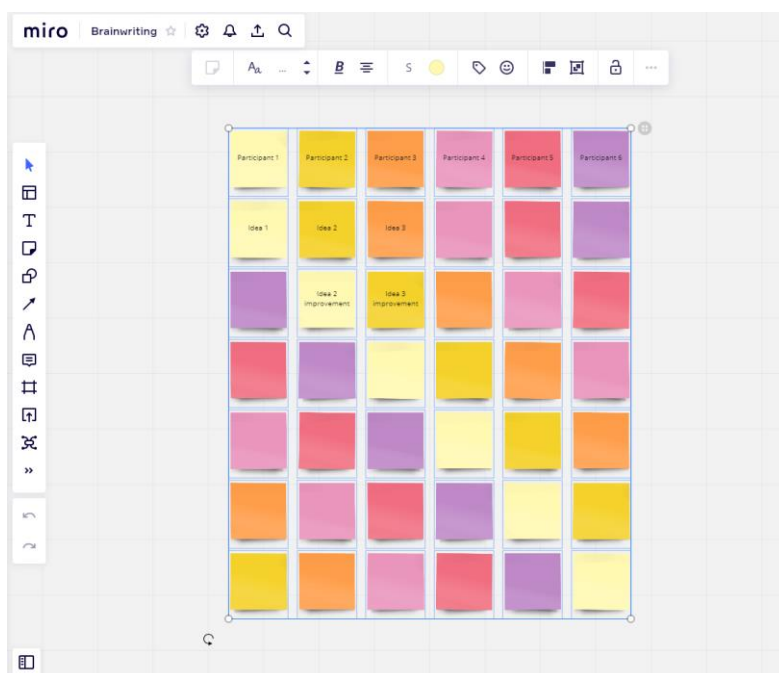
4.2.2.1 MÉTODOS PARA EXPLORAR SOLUÇÕES

Os métodos selecionados para explorar as soluções baseiam-se na etapa anterior de síntese de dados. Indica-se que as atividades propostas sejam realizadas em grupos, para aumentar a diversidade de ideias.

A) BRAINSTORM

O *brainstorm* é um método que tem por objetivo produzir a maior quantidade de ideias possíveis. Recomenda-se que não se estabeleça juízo de valores ou limitações. Ideias não convencionais podem potencializar soluções inovadoras. Aconselha-se o uso de ferramentas digitais, como lousas interativas, para apoiar o processo. A figura 52 ilustra um exemplo de aplicação direcionada para esse tipo recurso.

Figura 52: Miro, exemplo de lousa interativa.



Fonte: miro.com, 2022.

O Miro⁹⁸ é uma ferramenta gratuita, que permite o trabalho colaborativo. Aceita a inserção de imagens e vídeos, possibilitando que o brainstorm se torne mais dinâmico. Além disso, todo o processo fica registrado, e todos os participantes poderão acessar este produto.

B) JORNADA DO USUÁRIO

A jornada do usuário tem por objetivo estimular o projetista a pensar em todas as atividades que o usuário deverá realizar para interagir com a solução proposta. É nesse momento que as personas criadas serão inseridas no cenário especificado. Aconselha-se que, para o contexto de inclusão ao ambiente museal, a jornada tenha especificações que vão além do percurso expositivo, caracterizando a experiência como um todo. Exemplificando, o projetista poderá questionar como o indivíduo chega até o local, quais atividades deverão ser realizadas antes de entrar na instituição, qual percurso a pessoa terá que transitar. Assim, incentiva-se o projetista a refletir sobre as possíveis reações comportamentais e dificuldades que o público-alvo poderá enfrentar.

⁹⁸ miro.com

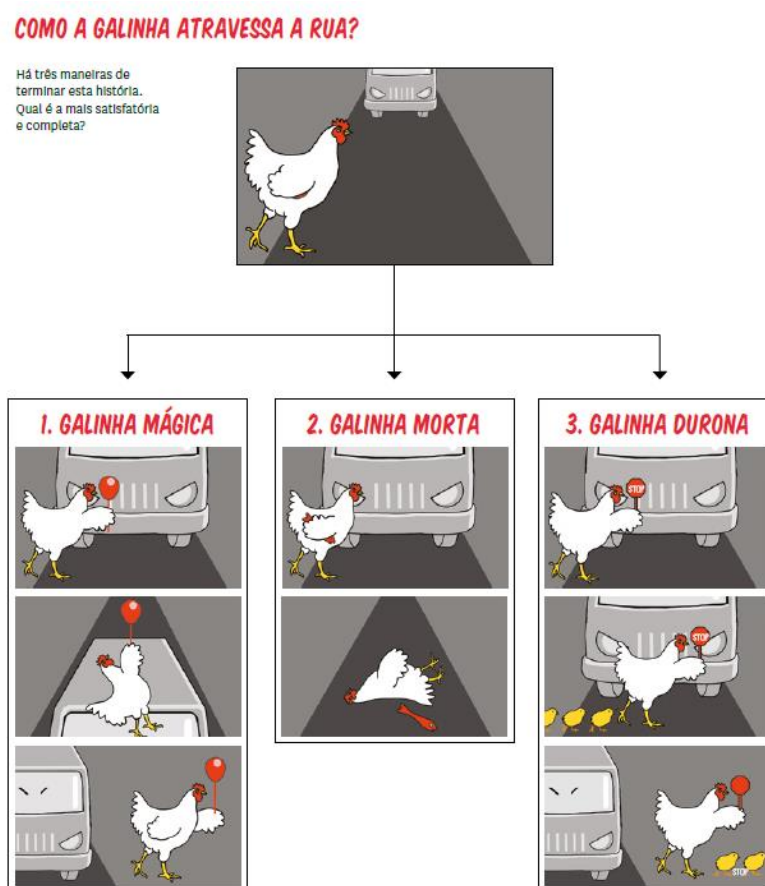
4.2.2.2 PROTOTIPAR

Os métodos elencados para esta etapa têm como finalidade delimitar as tarefas que serão executadas pelo usuário, compreender a viabilidade da proposta através de um modelo concreto e identificar possíveis falhas de interação.

A) STORYBOARD

Este método tem como finalidade apoiar a visualização da jornada de usuário descrita na etapa anterior. Recomenda-se identificar os pontos principais da experiência do usuário, como por exemplo, a sequência de ações que deverão ser realizadas, e ilustrar as etapas através de desenhos esquemáticos. A figura 53 demonstra o exemplo de *storyboard* apresentado por Lupton (2017).

Figura 53: Exemplo de storyboard.



Fonte: Lupton, 2017.

B) DESIGN CONCEITUAL

Este é o momento em que o projetista irá delimitar a solução. Recomenda-se especificar as funções que o projeto deverá ter, como estas funções se relacionam e quais informações estarão disponíveis. Sugere-se que a proposta seja alinhada com a narrativa que orienta percurso expositivo. Assim, o recurso assistivo é projetado para complementar a comunicação entre exposição e visitante, sem que a tecnologia sobreponha o conteúdo. Aconselha-se que a aplicação desenvolvida tenha carácter lúdico, podendo apoiar-se na estratégia de *gameificação* para criar uma experiência cativante e imersiva. Em relação a interação entre pessoas, recomenda-se que a solução proposta promova o aprendizado colaborativo, visto que, esta é uma das vantagens das interfaces tangíveis, relatadas na produção científica analisada.

C) DESIGN FÍSICO

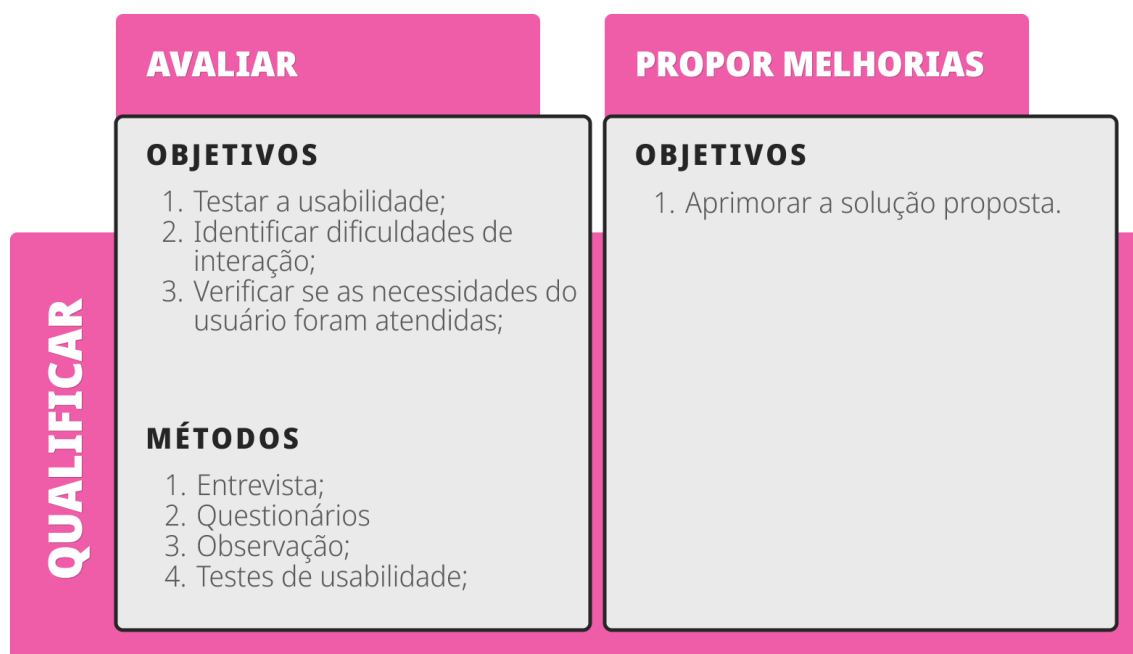
O design físico é a etapa em que o projetista irá concretizar a solução através da construção de protótipos. Recomenda-se que os primeiros protótipos tenham como objetivo analisar a funcionalidade. Após a correção de possíveis falhas, sugere-se que os aspectos estéticos sejam estabelecidos. A partir do modelo físico, é possível avançar para qualificar a produção.

4.2.3 QUALIFICAR

A terceira etapa, denominada como **qualificar**⁹⁹, tem por objetivo verificar a adequação da solução proposta de acordo com os requisitos estabelecidos. Assim, através de testes, entrevistas, questionários e observação, é possível detectar possíveis falhas do projeto e indicar melhorias. A figura 54 ilustra como os métodos seleccionados foram estruturados para esta etapa.

⁹⁹ Grifo nosso.

Figura 54: Estrutura dos métodos selecionados para etapa QUALIFICAR.



Fonte: A autora, 2022.

4.2.3.1 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO

Os métodos elencados para avaliação são os mesmos descritos na etapa de coleta de dados. Recomenda-se que para testes de usabilidade, seja observado o tempo que o usuário leva para realizar a tarefa proposta e se erros são cometidos. Sugere-se que o projetista solicite que o usuário comente em voz alta seu parecer durante a manipulação do produto.

4.2.3.2 APERFEIÇOAR A SOLUÇÃO

A partir do teste com usuários, é possível identificar falhas e aperfeiçoar a solução proposta, fechando o ciclo de projeto centrado na experiência do usuário.

O resultado obtido com a execução do protocolo de revisão estabelecido foi apresentado e discutido no capítulo 4. Dentre os estudos selecionados, observou-se que apesar das interfaces tangíveis estimularem outros sentidos além da visão, apenas 17% são relacionados a inclusão de pessoas com deficiência. Todos os artigos analisados destacam a manipulação de objetos físicos como vantagem do uso de interfaces tangíveis e, especialmente, por esta

tecnologia incentivar a cooperação entre pessoas, promovendo o aprendizado colaborativo. Constatou-se que 31% investem em cativar o usuário por meio de experiências lúdicas empregando o recurso da *gameficação*. Entretanto, é importante destacar que há junto a 45% dos trabalhos a ressalva para que a tecnologia proposta não sobreponha o conteúdo e que faça parte da narrativa do percurso expositivo. Esta questão demonstra uma convergência com as teorias estudadas anteriormente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O design centrado no usuário tem como premissa estimular a capacidade do projetista de se colocar no lugar do outro, e assim, impulsionar a elaboração de soluções que priorizem a experiência humana. O trabalho parte desse conceito para contribuir na produção de recursos assistivos direcionados a representação do patrimônio arquitetônico pelotense, inseridos no contexto museal, a partir da identificação de modelos metodológicos oriundos das áreas de design de interação e design inclusivo.

O capítulo 2 apresentou subsídios teóricos para compreender o conceito de experiência do usuário, que fundamenta as áreas de design de interação e design inclusivo e suas metodologias. Os elementos principais que compõe o processo de interação foram identificados, categorizados e organizados em diagramas, com objetivo de sintetizar as informações. As metodologias apresentadas por Benyon, 2005, Garrett, 2010, Rogers, Sharp e Preece, 2011 e Holmes, 2016, foram descritas e comparadas. Foi possível distinguir três momentos principais do processo de projeto – entender, projetar e qualificar - e a partir destes observar similaridades e disparidades entre os procedimentos recomendados pelos autores mencionados.

No que tange as semelhanças entre as metodologias estudadas, todas mencionam que a empatia é parte essencial da abordagem centrada no usuário. Em relação a etapa identificada como “entender”, os métodos de entrevista, observação e estudo de caso são apontados por todos os autores para a fase de coleta de dados. Para transformar as informações obtidas em especificações concretas de projeto, os autores indicam a criação de personas e cenários. A etapa “projetar” foi caracterizada como o momento em que os projetistas irão explorar as alternativas e prototipar a solução proposta. A etapa final “qualificar” foi definida como a etapa em que o projeto final é avaliado pelo público-alvo para identificar falhas e aprimorar a interação. Todos os autores enfatizam que a avaliação é intrínseca ao processo de design centrado no usuário. Em relação as diferenças, percebeu-se que as metodologias que apoiam o desenvolvimento de produtos digitais não mencionam o contexto espacial como critério relevante ao processo de elaboração da proposta de projeto.

O capítulo 3 descreveu os processos metodológicos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho. Estes foram divididos em duas fases. Na primeira fase, foi realizada a revisão bibliográfica com objetivo de aprofundar os conhecimentos sobre a temática tratada. Na segunda fase, foi efetuada a revisão sistemática, com a finalidade de mapear as produções científicas acerca do uso de interfaces tangíveis nos ambientes museais. O resultado obtido com a execução do protocolo de revisão estabelecido foi apresentado e discutido no capítulo 4

A partir da fundamentação teórica e análise da produção científica selecionada, foi possível elencar diretrizes para orientar a produção de recursos assistivos direcionados à leitura e interpretação do patrimônio arquitetônico. As diretivas foram estruturadas com base nas etapas identificadas durante a comparação entre metodologias, realizada no capítulo 2. Acredita-se que os métodos elencados sintetizam os principais conteúdos estudados e dessa forma, contribuem para o processo de desenvolvimento de recursos assistivos inseridos no ambiente museal a partir da perspectiva do usuário.

Considera-se que os projetos interativos oportunizam a tradução das narrativas do patrimônio arquitetônico em experiências multissensoriais, e assim, possibilitam o acesso à informação a públicos diversos. Espera-se que o resultado dessa pesquisa estimule questionamentos acerca da inclusão de pessoas com deficiência à memória compreendida através da representação de patrimônios arquitetônicos.

6 REFERÊNCIAS

- BRAIDA, F.; NOJIMA, V. L. **Design para os sentidos e o insólito mundo da sinestesia**. In: Painel Reflexões Sobre O Insólito Na Narrativa Ficcional, 7.; Encontro Nacional O Insólito Como Questão Na Narrativa Ficcional, 2. Rio de Janeiro: Publicações Dialogarts, 2010. p.216-230.
- BERNARDI, N. et al. **O desenho universal no processo de projeto**. In: O processo de projeto em arquitetura da teoria à tecnologia. São Paulo: Editora Oficina de textos, p.222-244, 2009.
- BORDA, A.; (2017). **Tactile narratives about na architecture's ornaments** In: XXI Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, Concepción. Blucher Design Proceedings. São Paulo: Editora Blucher, 2017. v.3. p. 439-444
- BORDA ALMEIDA DA SILVA, A. et al. **Impressions of a touristic route: between the null-dimensional and the three-dimensional**. [s. l.], n. 2011, p. 638–643, 2018.
- CAMBIAGHI, S. **Desenho Universal: Métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas**. 4ª Edição revista. Versão Kindle. São Paulo: Editora Senac, 2019.
- CARDOSO, E. **Design para experiência multissensorial em museus**: fruição de objetos culturais por pessoas com deficiência visual. 2016. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- CARDOSO, R. **Uma introdução à história do design**. São Paulo: Editora Blucher, 2000.
- CARDOSO, R. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: Editora Cosac Naify, 2011.
- COLEMAN, R. **The case for inclusive design – an overview**. In: Proceedings of the 12 Triennial Congress, The International Ergonomics Association and the human factors Association of Canada: Toronto, 1994.
- DALLA VECCHIA, L. et al. **Tactile models of elements of architectural heritage From the building scale to the detail**. The next city - New technologies and the future of the built environment. 16th International Conference CAAD Futures 2015., [s. l.], p. 434–446, 2015. Disponível em: http://papers.cumincad.org/data/works/att/cf2015_434.content.pdf.
- DESMET, P.; HEKKERT, P. **Framework of product experience**. International Journal of Design, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 57–66, 2007.
- DIMITROPOULOS, A. et al. **The Loom: Interactive Weaving Through a Tangible Installation with Digital Feedback**. [S. l.]: Springer International Publishing, 2018. E-book. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-75826-8_17.

FELIZARDO, K. R. *et al* **Revisão sistemática da literatura em engenharia de software**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2017.

FLECK, S. *et al*. **“Teegi’s so cute!”: Assessing the pedagogical potential of an interactive tangible interface for schoolchildren**. IDC 2018 - Proceedings of the 2018 ACM Conference on Interaction Design and Children, [s. l.], p. 143–156, 2018.

FRAIETTA, A. **Transient relics: Temporal tangents to an ancient virtual pilgrimage**. TEI 2020 - Proceedings of the 14th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, [s. l.], p. 377–391, 2020.

FRASCARA, J. **Que és el diseño de información?** Buenos Aires: Ediciones infinito, 2011.

GAITANOU, M. *et al*. **Design of an Interactive Experience Journey in a Renovated Industrial Heritage Site**. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), [s. l.], v. 11196 LNCS, p. 150–161, 2018.

GARZOTTO, F. *et al*. **Interactive Multisensory Environments for Primary School Children**. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, [s. l.], p. 1–12, 2020.

GIRAUDEAU, P. *et al*. **CardS: A mixed-reality system for collaborative learning at school**. ISS 2019 - Proceedings of the 2019 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces, [s. l.], p. 55–64, 2019.

HIRSCH, L.; MALL, C.; BUTZ, A. **Do Touch This: Turning a Plaster Bust Into a Tangible Interface**. [s. l.], p. 1–8, 2021.

HOLMES, K. **Mismatch: How Inclusion Shapes Design**. Cambridge: The MIT Press, 2018.

HORNECKER, E; CIOLFI, L. **Human-Computer Interactions in Museums**. Williston: Morgan and Claypool, 2019.

HUGHES, P. **Exhibition Design**. 2nd edition. London: Laurence King Publishing Ltd, 2013.

IOANNIDIS, P.; EKLUND, L.; LØVLIE, A. **We Dare You: A Lifecycle Study of a Substitutional Reality Installation in a Museum Space**. [s. l.], v. 14, n. 3, 2020. Disponível em:
<http://arxiv.org/abs/2012.01792> <http://dx.doi.org/10.1145/3439862>.

ISHII, H. **The tangible user interface and its evolution**. Communications of ACM. Nova Iorque, 2008, vol. 51, n.6, p.32-36. Disponível em:
<<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1349034>>

ISHII, H.; ULLMER, B. **Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms.** In: CHI - Conference on Human Factors in Computing Systems; Atlanta: Association for Computing Machinery, 1997. p.22-27

KANINSKY, M.; GALLACHER, S.; ROGERS, Y. **Confronting people's fears about bats: Combining multimodal and environmentally sensed data to promote curiosity and discovery.** DIS 2018 - Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference, [s. l.], p. 931–944, 2018.

LOPAREV, A. et al. **BacPack: Exploring the role of tangibles in a museum exhibit for bio-design.** TEI 2017 - Proceedings of the 11th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, [s. l.], p. 111–120, 2017.

LU, Q. et al. **Irelics: Designing a tangible interaction platform for the popularization of field archaeology.** TEI 2019 - Proceedings of the 13th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, [s. l.], p. 45–54, 2019.

LUPTON, E. **Design is Storytelling.** Nova Iorque: Editora Cooper Hewitt, 2017.

LUPTON, E. LIPPS, A. **The Senses: Design Beyond Vision.** Nova Iorque: Editora Cooper Hewitt, 2018.

MANSHAEI, R. et al. **Tangible BioNets: Multi-surface and tangible interactions for exploring structural features of biological networks.** Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, [s. l.], v. 3, n. EICS, 2019.

MAQUIL, V.; MOLL, C.; MARTINS, J. **In the footsteps of henri tudor: Creating batteries on a tangible interactive workbench.** Proceedings of the 2017 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces, ISS 2017, [s. l.], p. 252–259, 2017.

MOGGRIDGE, B. **Designing Interactions.** Cambridge: Editora MIT Press, 2006.

MUSSI, A. et al. **Arquitetura inclusiva: a planta tátil como instrumento de projeto colaborativo com portadores de deficiência visual.** SIGraDi 2016, Proceedings of the 20th Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, [s. l.], p. 387–393, 2016.

NOFAL, E. et al. **Communicating the spatiotemporal transformation of architectural heritage via an in-situ projection mapping installation.** Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage, [s. l.], v. 11, n. November, p. 1–15, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.daach.2018.e00083>.

NOFAL, E. et al. **Situated tangible gamification of heritage for supporting collaborative learning of young museum visitors.** *Journal on Computing and Cultural Heritage*, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 1–24, 2020.

NORMAN, D. **O design do dia a dia.** Rio de Janeiro: Editora Rocco Ltda, texto original 1988.

NORMAN, D. **O design emocional: Porque adoramos ou detestamos objetos do dia a dia?** Rio de Janeiro: Editora Rocco Ltda, texto original 2004.

NOT, E. et al. **Digital augmentation of historical objects through tangible interaction.** *Journal on Computing and Cultural Heritage*, [s. l.], v. 12, n. 3, 2019.

NOT, E.; PETRELLI, D. **Blending customisation, context-awareness and adaptivity for personalised tangible interaction in cultural heritage.** *International Journal of Human Computer Studies*, [s. l.], v. 114, p. 3–19, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.01.001>.

O'GRANDY, J. O'GRANDY, K. **Information Design Handbook.** Cincinnati: Editora How books, 2008

PALLASMAA, J. **Os olhos da pele. A arquitetura e os sentidos.** Porto Alegre: Editora Bookman, 2011.

PALLASMAA, J. **Espaço, Lugar, Memória e Imaginação.** In: PALLASMAA, J. *Essências*. São Paulo: Gustavo Gili, 2018.

PERONTI, G.; BORDA, A.; VEIGA, M. (2016). **A representação do espaço de arquitetura por meio de dispositivos táteis: uma revisão conceitual e tecnológica** In: XX Congresso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, Buenos Aires. Blucher Design Proceedings. São Paulo: Editora Blucher, 2016. v.3. p.561 - 566

PESAVENTO, S.J. **Cidade, espaço e tempo: reflexões sobre a memória e o patrimônio urbano.** In: *Cadernos do LEPAARQ*, Volume II, Número 4. Pelotas: Revista do Laboratório de Ensino e Pesquisa em Antropologia e Arqueologia da Universidade Federal de Pelotas, 2005. p 09-17.

PETRELLI, D. et al. **Exploring the Potential of the Internet of Things at a Heritage Site through Co-Design Practice.** *Proceedings of the 2018 3rd Digital Heritage International Congress, Digital Heritage 2018 - Held jointly with the 2018 24th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, VSMM 2018*, [s. l.], 2018.

POLLALIS, C. et al. **Evaluating learning with tangible and virtual representations of archaeological artifacts.** *TEI 2018 - Proceedings of the 12th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, [s. l.], v. 2018-Janua, p. 626–637, 2018.

PORTELLA, I. et al. **Caderno de Política Nacional de Educação Museal**. Brasília, DF: IBRAM, 2018.

PRANGE, S. et al. **QuakeQuiz - A case study on deploying a playful display application in a museum context**. ACM International Conference Proceeding Series, [s. l.], p. 49–56, 2017.

ROGERS, Y; SHARP, H; PREECE, J. **Design de Interação. Além da Interação Homem-Computador**. 3ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2013.

SABBATINI, M. **Museus e centros de ciência virtuais: uma nova fronteira para a cultura científica**. Disponível em: <http://comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/cultura/cultura14.shtml>. Acesso: 31 ago. 2019.

SAFFER, D. **Designing for interaction**. Second Edition. Berkley: Editora New Riders, 2010.

SAPOUNIDIS, T. et al. **Tangible and graphical programming with experienced children: A mixed methods analysis**. International Journal of Child-Computer Interaction, [s. l.], v. 19, p. 67–78, 2019.

SARRAF, V. **A comunicação dos sentidos nos espaços culturais brasileiros: estratégias de mediações e acessibilidade para as pessoas com suas diferenças**. 2015. Tese (Doutorado em Comunicação e Semiótica) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

SMITH, G. **What is interaction design**. In: Designing interactions, p. 8-19, 2007.

TURCHI, T.; MALIZIA, A.; DIX, A. **TAPAS: A tangible End-User Development tool supporting the repurposing of Pervasive Displays**. Journal of Visual Languages and Computing, [s. l.], v. 39, n. October 2016, p. 66–77, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvlc.2016.11.002>.

VEIGA, M. et al. **Atribuição de Acessibilidade à Fotografia através da Restituição e Desconstrução da Tridimensionalidade**. Introdução Materiais e métodos. [s. l.], v. 1, p. 449–453, 2014.

VINY, A.; DABHOLKAR, A.; CARDOSO LLACH, D. **Two Design Experiments in Playful Architectural Adaptability**. Nexus Network Journal, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 25–39, 2018. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00004-017-0350-z>. Acesso em: 31 jul. 2021.

XAMBÓ, A. et al. **Experience and ownership with a tangible computational music installation for informal learning**. TEI 2017 - Proceedings of the 11th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, [s. l.], p. 351–360, 2017.

YIN, R. **Estudo de Caso**. 5ª Edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 2015.

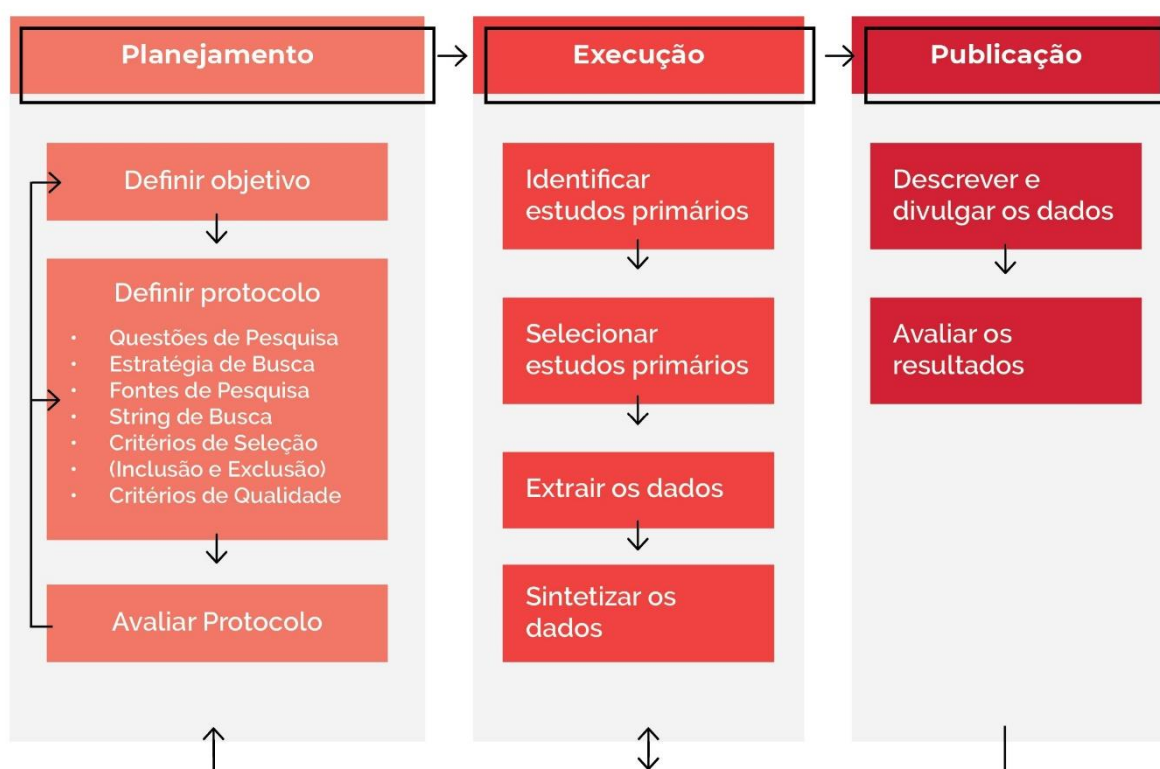
ZEVI, B. **Saber ver a Arquitetura**. 6ª Edição. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes LTDA, 2017.

7 APÊNDICES

A – EXERCÍCIO DE REVISÃO SISTEMÁTICA

Para investigar sobre o uso de interfaces tangíveis como recursos comunicacionais/educativos/assistivos em ambientes museais, foi realizado um exercício de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) nos principais bancos de dados relacionados a área da tecnologia e da representação. O esquema da Figura 1 representa o fluxo de cada um dos passos necessários para o desenvolvimento da RSL de acordo com FELIZARDO *et al* (2017).

Figura 01: Esquema visual das fases que envolvem o processo de revisão sistemática



Fonte: FELIZARDO *et al* (2017) com edição da Autora, 2020.

Uma das especificidades do processo está em definir a “string¹⁰⁰” de busca. Esta *string*, decorre do entendimento prévio sobre o tema, das

¹⁰⁰ *String* de busca é uma expressão que pode ser traduzida como conjunto de palavras e termos referente ao tema de pesquisa conectados por operadores lógicos AND (e) e OR (ou) (FELIZARDO, K. et al. 2017).

terminologias utilizadas na área de conhecimento tratada, atribuindo assim importância ao estudo de revisão bibliográfica, como o realizado anteriormente. Atribui importância também ao tipo de repositório selecionado para realizar a busca de informação. Atualmente as áreas de conhecimento científico estão organizadas para facilitar o acesso à informação por meios digitais. A RSL aqui referida, está dirigida ao conteúdo digital e trata de definir uma terminologia que seja capaz de localizar os estudos de interesse de maneira mais precisa possível. Sendo assim, o primeiro passo é definir repositórios, “fontes de pesquisa”, ou aqui denominados de “engenhos de busca”, já específicos ou mais próximos possível da área de conhecimento, e que estão preparados para disponibilizar os metadados (dados sobre os conteúdos que contém cada arquivo digital) e automatizar o processo de busca.

A RSL desenvolvida nesse trabalho foi norteada pela compilação do método realizada por FELIZARDO *et al.* (2017) e dirigida pelo Professor Me. Vinícius da Costa, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC) da Universidade Federal de Pelotas. Sua pesquisa de doutorado aborda o tema de avaliação de interfaces tangíveis. Com isto, observou-se a oportunidade de construção de um conhecimento compartilhado, com a possibilidade de conexão das reflexões advindas da revisão para ambas as pesquisas, de mestrado e doutorado. E, especialmente, deve-se ter em conta que as RSLs são trabalhosas e, portanto, para serem efetivas devem ser direcionadas por pesquisadores mais experientes. O professor Vinícius compõe o corpo docente do curso de Bacharelado em Design no Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), e atua em pesquisas na área de design de interação. Sua contribuição para a compreensão do método de RSL foi fundamental, assim como para o aprendizado da ferramenta StArt¹⁰¹ (*State of the Art through systematic review*) que colabora na sistematização da RSL. Esta parceria tem oportunizado experienciar também a produção de uma RSL em equipe, tendo em vista que o Prof. Vinicius compôs uma equipe com quatro pesquisadores, cada um focado em um problema específico junto ao tema de Design de Interação.

¹⁰¹ Ferramenta de apoio ao planejamento e execução de revisões sistemáticas.
Disponível em: <http://lapes.dc.ufscar.br/tools/>

PRIMEIRA FASE: PLANEJAMENTO

Na primeira fase de planejamento, foi definido o protocolo e os parâmetros guias para a RSL. A documentação do protocolo reduz os vieses que podem ocorrer na execução e define as estratégias que são utilizadas pelos pesquisadores participantes. O registro é composto de cinco seções: (1) Informações Gerais; (2) Questões de Pesquisa; (3) Identificação de estudos; (4) Seleção e avaliação de estudos; (5) Síntese dos dados e apresentação dos resultados (FELIZARDO, K. et al. 2017).

INFORMAÇÕES GERAIS

Um grupo de quatro pesquisadores foi envolvido no processo de revisão. A RSL teve início em janeiro de 2020. O principal objetivo foi definido como delimitar o estado da arte sobre o uso de interfaces tangíveis em espaços museais.

QUESTÃO DE PESQUISA

Com base no objetivo, foi elaborada a seguinte questão para ser respondida pela RSL: **Como é planejado, implementado e avaliado o uso de interações tangíveis dentro dos espaços museais inclusivos?**

IDENTIFICAÇÃO DE ESTUDOS

Após definir o objetivo e a questão de pesquisa, são especificadas palavras-chaves que qualifiquem a investigação do tema. A fim de se ter um entendimento amplo sobre o tema, considerando o cenário internacional, as expressões escolhidas estão na língua inglesa. Também foi considerada a sequencialidade das palavras-chave, constituindo uma *string* de busca. Foram pesquisados os seguintes termos:

("HCI" OR "human computer interaction") AND ("TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction") AND ("museum" OR "museums")

A busca foi aplicada em bancos de dados considerados relevantes para área da tecnologia e da representação, além de também apresentarem um volume considerável de trabalhos na área de pesquisa e se ter acesso a esses engenhos dentro da instituição onde se desenvolveu a RSL. São eles:

- ACM Digital Library¹⁰²
- IEEE Xplore Digital Library ¹⁰³
- Science Direct ¹⁰⁴
- Springer ¹⁰⁵
- CuminCad ¹⁰⁶

SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE ESTUDOS

Com objetivo de restringir a RSL, foram determinados os critérios para inclusão e exclusão dos artigos.

Os critérios para inclusão foram:

- Estudo publicado a partir de 2015, para compreensão do panorama atual da área;
- Artigo Completo;

Os critérios para exclusão foram:

- Livro completo, poster, resumo, workshop ou artigo curto;
- Artigo que não apresenta a aplicação de interfaces tangíveis no contexto dos museus;

¹⁰² <https://dl.acm.org/>

¹⁰³ <https://www.ieee.org/>

¹⁰⁴ <https://www.sciencedirect.com/>

¹⁰⁵ <https://www.springer.com/br>

¹⁰⁶ <http://papers.cumincad.org/>

- Artigo que apresenta a aplicação, porém não apresenta os resultados.
- Não foi possível ter acesso ao estudo.
- O estudo não é um estudo primário.

SÍNTESE DOS DADOS E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Para responder à pergunta principal da RSL e manter apenas os estudos que se enquadram dentro do eixo previamente estabelecido (mas que poderiam ocasionalmente terem sido aceitos durante o primeiro filtro), são determinadas questões secundárias, que contribuem para categorização dos primeiros resultados. São elas:

Q1) O artigo descreve a metodologia utilizada para o projeto da Interface Tangível?

Q2) O artigo avalia o projeto ou produto de uma Interface Tangível?

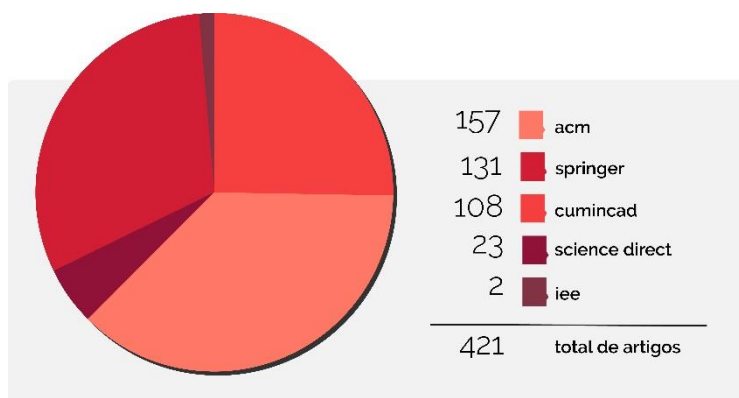
Q3) O artigo tem preocupações com o tema da inclusão ou desenho universal para o projeto de Interface Tangível?

Q4) O artigo discute a interação da Interface Tangível com o espaço arquitetônico?

SEGUNDA FASE: CONDUÇÃO

A segunda fase descreve os resultados da aplicação do protocolo delineado acima. A etapa de identificação dos estudos primários através da *string* de busca teve como resultado o total de **421 referências bibliográficas**. O conjunto total dos artigos classificado de acordo com o engenho de busca é apresentado pelo gráfico apresentado abaixo. Destaca-se que a base de dados CUMINCAD reúne a produção específica da área de representação gráfica e digital aplicada às áreas de arquitetura, artes e design. Observou-se, nesta primeira busca, uma significativa incidência de trabalhos de interesse, proporcionalmente as outras bases de dados.

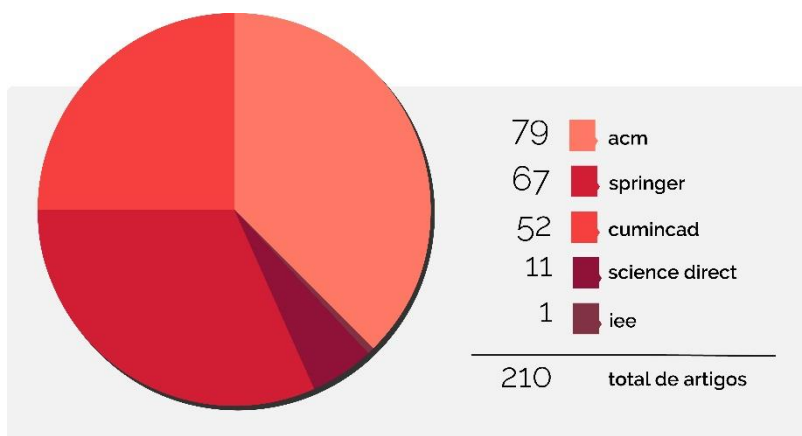
Figura 02: Gráfico que associa os engenhos de busca ao número de artigos encontrados.



Fonte: Autora, 2020

FELIZARDO *et al.* (2017) sugere que para aumentar a confiabilidade é importante que a extração de dados seja realizada por mais de um pesquisador. Os artigos identificados foram divididos aleatoriamente entre as duplas de pesquisadores, **210** e **211** respectivamente. Dessa maneira, cada dupla fica responsável em selecionar e extrair suas informações, e revisar o trabalho elaborado pela outra, facilitando a identificação de possíveis divergências.

Figura 03: Gráfico que situa 210 artigos em seus bancos de dados.

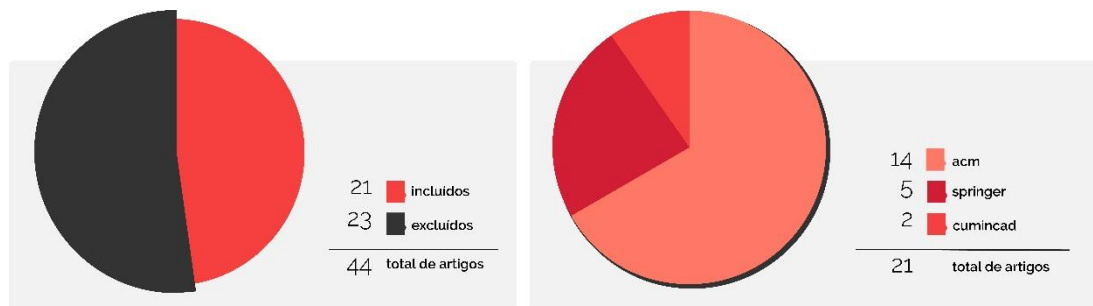


Fonte: Autora, 2020

Dentre os **210** artigos estipulados, a primeira seleção foi executada através da análise do **título, palavras-chave e resumo** dos estudos. Foram aplicados os parâmetros de inclusão e exclusão definidos no protocolo. O resultado foi um subconjunto de **44 artigos**. A segunda seleção que compreende a extração e síntese de dados foi produzida por meio da **leitura dos artigos**

completos para identificação das respostas as questões de pesquisa delimitadas pelo protocolo. Para categorização e inclusão final, os estudos precisam ter resposta positiva a pelo menos uma das quatro questões definidas na etapa de síntese de dados. O conjunto final da RSL compreende um universo de **21 artigos**. A figura 06 associa os bancos de dados ao produto final dessa etapa. É importante salientar que os resultados obtidos aqui são **parciais** e referentes apenas a **210 artigos** selecionados.

Figura 04: Gráfico que demonstra a proporção entre artigos incluídos e excluídos (à esquerda); e gráfico que associa os artigos incluídos e os bancos de dados de origem (à direita).



Fonte: Autora, 2020

B – DOCUMENTO DE PROTOCOLO DA RSL FINAL**I N F O R M A Ç Õ E S G E R A I S****TÍTULO**

Estado da arte sobre interfaces tangíveis em museus 2016 - 2021

PESQUISADOR

Lívia Ávila Cava, arquiteta e mestrandia na UFPel

DESCRIÇÃO

Revisão sistemática sobre interfaces tangíveis aplicadas no contexto museal.

Com essa RSL se espera investigar o processo de projeto de interações frente a estrutura **PACT** definida por Benyon (2005). O autor aponta que para um bom projeto de interação é necessário considerar as pessoas, as atividades que irão ser realizadas, o contexto e a tecnologia. Nesse sentido, este estudo pretende averiguar como, e se essa estrutura é considerada na prática projetual.

Para que o projeto de interação seja acessível ao maior público possível, é necessário que mais de um estímulo sensorial seja ativado. O estímulo tátil é contemplado na busca através das palavras-chave. Essa RSL também tem em vista identificar quais os estímulos sensoriais envolvidos na experiência do usuário além da visão e do tato.

Segundo Lupton (2017), o envolvimento significativo do usuário com a aplicação se dá pelo uso da narrativa como recurso para o contexto da aplicação. Assim, será identificado se as aplicações encontradas fazem do recurso da narrativa.

Vários autores relevantes para o design de interação afirmam que por a área ser multidisciplinar, o ideal é que a aplicação seja desenvolvida por equipes compostas por pessoas de diferentes áreas do conhecimento. A revisão pretende caracterizar as equipes envolvidas no desenvolvimento das aplicações.

E por fim, quanto a metodologia também proposta por Benyon (2005), a revisão quer verificar quais são os métodos mais utilizados para identificação de requisitos e avaliação das aplicações.

OBJETIVO

- Detectar se as aplicações descrevem todos os parâmetros de Benyon (2005) - Pessoas, Atividades, Contexto e Tecnologia;
- Apresentar os estímulos sensoriais envolvidos na aplicações;
- Observar se a narrativa foi usada como recurso;
- Identificar se as equipes envolvidas no desenvolvimento das aplicações são compostas por pesquisadores de diferentes áreas.
- Verificar quais os métodos mais utilizados para identificação de requisitos e avaliação das aplicações.

QUESTÕES DE PESQUISA

SOBRE A ESTRUTURA PACT DE BENYON

- Q1. Como a estrutura PACT de Benyon (2005) tem sido aplicada no desenvolvimento de projetos de interações tangíveis?
- Q2. Qual é o público-alvo é mais considerado no projeto de interação?
- Q3. Quais os tipos de atividade envolvidos na experiência do usuário com a aplicação?
- Q4. Em que contextos estão inseridas as aplicações?
- Q5. Quais são as tecnologias mais utilizadas para o desenvolvimento das aplicações?

SOBRE OS ESTÍMULOS SENSORIAIS

- Q1. Quais os estímulos sensoriais envolvidos na experiência do usuário com a aplicação?

SOBRE A NARRATIVA COMO RECURSO

- Q1. Como o recurso da narrativa é considerado no desenvolvimento de projetos de interações tangíveis.

SOBRE AS EQUIPES

- Q1. Como se dá a formação das equipes que desenvolvem projetos interativos?

SOBRE OS MÉTODOS

- Q1. Quais são os métodos mais utilizados para identificação dos requisitos?
- Q2. Quais os métodos mais utilizados para avaliação das aplicações?

IDENTIFICAÇÃO

STRING BASE DE BUSCA

("UX" OR "user experience") AND
 ("TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction")
 AND ("museum" OR "museums")

ACM DIGITAL LIBRARY

("UX" OR "user experience") AND
 ("TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction")
 AND ("museum" OR "museums")

ACM TEI CONFERENCE

("TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction")
AND ("museum" OR "museums")

IEEE DIGITAL LIBRARY

("TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction")
AND ("museum" OR "museums")

SCIENCE DIRECT

("UX" OR "user experience") AND
{"TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction"} AND
{"museum" OR "museums"}

SPRINGER LINK

("UX" OR "user experience") AND
{"TUI" OR "tangible user interface" OR "tangible interaction"} AND
{"museum" OR "museums"}

CUMINCAD

Busca feita pela lista de palavras-chave. A partir de 2016.
museo; museu; museum; museus; museums
tangible; tangibles; tangíveis; tangível
tátil; táteis; tátil;

SELEÇÃO E AVALIAÇÃO

PRIMEIRO FILTRO

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- Estudo publicado a partir de 2016, para compreensão do panorama atual da área;
- Artigo Completo;

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- Estudos duplicados;
- Estudos fora do escopo (interfaces tangíveis);
- Estudos publicados a mais de cinco anos;
- Estudos que não estão em inglês/português/espanhol;
- Estudos secundários ou terciários;
- Estudos sem acesso;
- Livro completo, poster, resumo, workshop ou artigo curto;

SEGUNDO FILTRO

CRITÉRIOS DE QUALIDADE

- Q1) O estudo foi citado mais de cinco vezes?
- Q2) O estudo discute sobre experiência do usuário?
- Q3) O estudo apresenta o público-alvo a quem se destina?
- Q4) O estudo tem preocupação com inclusão/ acessibilidade?
- Q5) O estudo apresenta o desenvolvimento de uma aplicação de interface tangível?
- Q6) O estudo considera as oportunidades e desafios no projeto de uma interface tangível?
- Q7) O estudo explicita alguma metodologia de desenvolvimento para o projeto de uma interface tangível?
- Q8) O estudo apresenta diretrizes ou sugestões para projeto de interfaces tangíveis?
- Q9) O estudo trata de uma aplicação de Interfaces Tangíveis no contexto Museal?
- Q10) O estudo considera o espaço arquitetônico onde está ou será inserida a TUI?
- Q11) O estudo apresenta as tecnologias utilizadas para o projeto das interfaces tangíveis?
- Q12) O estudo trata sobre mesas táteis?
- Q13) O estudo discute a escolha de materiais para a produção da interface tangível?
- Q14) O estudo foi finalizado e avaliado?
- Q15) O estudo discute como é feita a avaliação após o projeto?

C – TABELAS DE ANÁLISES QUALITATIVAS DESENVOLVIDAS PARA EXTRAÇÃO E SÍNTESE DOS DADOS IDENTIFICADOS NA RSL.

ESTUDOS SELECIONADOS E PONTUAÇÃO

NOME DO ARTIGO	PTS
1. Blending customisation, context-awareness and adaptivity for personalised tangible interaction in cultural heritage	12
2. Situated Tangible Gamification of Heritage for Supporting Collaborative Learning of Young Museum Visitors	12
3. Communicating the spatiotemporal transformation of architectural heritage via an in-situ projection mapping installation	11
4. Interactive Multisensory Environments for Primary School Children	11
5. IRelics: Designing a Tangible Interaction Platform for the Popularization of Field Archaeology	11
6. Tactile models of elements of architectural heritage From the building scale to the detail	10,5
7. We Dare You: A Lifecycle Study of a Substitutional Reality Installation in a Museum Space	10,5
8. BacPack: Exploring the Role of Tangibles in a Museum Exhibit for Bio-Design	10,5
9. Exploring the Potential of the Internet of Things at a Heritage Site through Co-Design Practice	10,5
10. Impressions of a touristic route: between the null-dimensional and the three-dimensional	10,5
11. Quakequiz: A Case Study on Deploying a Playful Display Application in a Museum Context	10,5
12. Arquitetura inclusiva: a planta tátil como instrumento de projeto colaborativo com portadores de deficiência visual	10
13. Design of an Interactive Experience Journey in a Renovated Industrial Heritage Site	9,5
14. Digital Augmentation of Historical Objects Through Tangible Interaction	9,5
15. Evaluating Learning with Tangible and Virtual Representations of Archaeological Artifacts	9,5
16. Experience and Ownership with a Tangible Computational Music Installation for Informal Learning	9,5
17. The Loom: Interactive Weaving Through a Tangible Installation with Digital Feedback	9,5
18. Transient Relics: Temporal Tangents to an Ancient Virtual Pilgrimage	9
19. "Teegi's so Cute!": Assessing the Pedagogical Potential of an Interactive Tangible Interface for Schoolchildren	9
20. Atribuição de Acessibilidade à Fotografia através da Restituição e Desconstrução da Tridimensionalidade	9
21. CARDS: A Mixed-Reality System for Collaborative Learning at School	9
22. Confronting People's Fears about Bats: Combining Multi-Modal and Environmentally Sensed Data to Promote Curiosity and Discovery	9
23. Do Touch This: Turning a Plaster Bust Into a Tangible Interface	9
24. In the Footsteps of Henri Tudor: Creating Batteries on a Tangible Interactive Workbench	9
25. Tactile narratives about an architecture's ornaments	9
26. Tangible and graphical programming with experienced children: A mixed methods analysis	9
27. Tangible BioNets: Multi-Surface and Tangible Interactions for Exploring Structural Features of Biological Networks	9
28. TAPAS: A tangible End-User Development tool supporting the repurposing of Pervasive Displays	8,5
29. Two Design Experiments in Playful Architectural Adaptability	8,5

- QUANTO AOS PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS

PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS			
ARTIGO	DESIGNER	EQUIPE MULTIDISC.	CODESIGN
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			

• QUANTO AO PÚBLICO-ALVO

QUEM É O PÚBLICO-ALVO?				GRUPOS DE PESSOAS IDENTIFICADOS DURANTE ANÁLISE DOS ESTUDOS		
ARTIGO	Crianças	Adolescentes	Estudantes Universitários	Público Geral	Deficientes Visuais	Neuroatípicos
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

• QUANTO AOS OBJETIVOS DAS APLICAÇÕES

OBJETIVO		OBJETIVO GERAL DAS APLICAÇÕES IDENTIFICADAS DURANTE A ANÁLISE DOS ESTUDOS				
ARTIGO	Educação	Educação Museal	Representação Patrimonial	Representação de Arquitetura	Tecnológico (exploração)	Visualização de Dados
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

• QUANTO AOS MÉTODOS DE COLETA DE DADOS

REQUISITOS		MÉTODOS IDENTIFICADOS PARA COLETAR DADOS	
ARTIGO	Revisão de Literatura	Entrevista com Especialistas	Observação Direta Usuário
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			

• QUANTO AOS TEMAS DAS REVISÕES DE LITERATURA

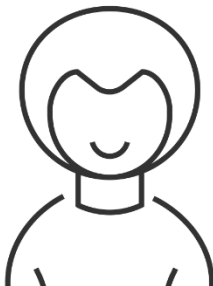
REVISÃO DE LITERATURA		TEMAS IDENTIFICADOS DURANTE A ANÁLISE DOS ESTUDOS		
ARTIGO	Tecnologia da aplicação	TUI para aprendizado	Conteúdo	Gameificação
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				

• QUANTO AOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

AVALIAÇÃO		MÉTODOS IDENTIFICADOS PARA QUALIFICAR O PRODUTO FINAL			
ARTIGO	Entrevista	Questionários	Perguntas Abertas	Observação Direta	Observação Indireta
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					

D – FICHA DE PERSONA

RECOMENDAÇÕES

	Identificação <table border="1"> <tr> <td>Nome</td> <td>Idade</td> </tr> <tr> <td>Ocupação</td> <td>Escolaridade</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Tipo de deficiência</td> </tr> </table>	Nome	Idade	Ocupação	Escolaridade	Tipo de deficiência		Tecnologia Internet ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● Smart phone ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● Redes sociais ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
Nome	Idade							
Ocupação	Escolaridade							
Tipo de deficiência								

Quem sou eu?

Aqui será feito um pequeno parágrafo detalhando a persona criada. Qual a rotina desta persona? Esta persona mora sozinha? Esta persona precisa de ajuda para realizar atividades diárias? A persona tem dificuldades de movimentação? Como a persona se relaciona com os outros? Se sente bem em interagir com pessoas desconhecidas? O que a persona gosta de fazer nas horas de descanso?

Relação com a cidade Este espaço é reservado para descrever a relação da persona com a cidade. Como esta persona se desloca de um espaço para outro? Transporte público? Carro particular? Outros meios de locomoção? Precisa de ajuda para se deslocar? Quais lugares favoritos? Em qual espaço se sente acolhida?	Relação com Museus Este espaço é reservado para descrever a relação da persona com os espaços museais. Esta persona costuma a frequentar museus? Conhece os museus da cidade? Conhece museus fora da cidade? O que esta persona espera de uma experiência no espaço museal?
Desejos Aqui serão elencados os desejos da persona criada. Que atividades a persona gostaria de realizar no contexto de museu? O que a persona gostaria de aprender em relação ao património da cidade?	Frustrações Aqui serão elencadas situações que deixam a persona frustrada. Quais atividades a persona tem dificuldade em realizar? Em relação a tecnologia, quais aplicações a persona tem dificuldade em utilizar? O que deixa esta persona frustrada em relação a experiência em museus?

MODELO EM BRANCO

	Identificação Nome Idade Ocupação Escolaridade Tipo de deficiência	Tecnologia Internet ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● Smart phone ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● Redes sociais ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
---	--	--

Quem sou eu? 	
Relação com a cidade 	Relação com Museus
Desejos 	Frustrações