

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GUILHERME EDUARDO KONOPATZKI FILHO

UXUMEQ: UM QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E  
EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO NO CONTEXTO MULTITOQUE

CURITIBA PR

2023

GUILHERME EDUARDO KONOPATZKI FILHO

UXUMEQ: UM QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E  
EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO NO CONTEXTO MULTITOQUE

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Informática no Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Paraná.

Área de concentração: *Ciência da Computação*.

Orientador: Natasha Malveira Costa Valentim.

Coorientador: Guilherme Corredato Guerino.

CURITIBA PR

2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Konopatzki Filho, Guilherme Eduardo

UXUMEQ: um questionário para avaliação de usabilidade e experiência do usuário no contexto multitoque / Guilherme Eduardo Konopatzki Filho. – Curitiba, 2023.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Informática.

Orientador: Natasha Malveira Costa Valentim

Co-orientador: Guilherme Corredato Guerino

1. Interação homem-máquina. 2. Interfaces de usuário (Sistema de computador). 3. Sites da Web - Usabilidade. I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Informática. III. Valentim, Natasha Malveira Costa. IV. Guerino, Guilherme Corredato. Título.

Bibliotecário: Leticia Priscila Azevedo de Sousa CRB-9/2029

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação INFORMÁTICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **GUILHERME EDUARDO KONOPATZKI FILHO** intitulada: **UXUMEQ: Um Questionário para Avaliação de Usabilidade e Experiência do Usuário no Contexto Multitoeque**, sob orientação da Profa. Dra. NATASHA MALVEIRA COSTA VALENTIM, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 16 de Novembro de 2023.

Assinatura Eletrônica

17/11/2023 16:20:17.0

NATASHA MALVEIRA COSTA VALENTIM

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

17/11/2023 18:13:28.0

ROBERTO PEREIRA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

20/11/2023 12:44:41.0

WALTER TAKASHI NAKAMURA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO  
PARANÁ - UTFPR)

Assinatura Eletrônica

17/11/2023 16:07:51.0

GUILHERME CORREDATO GUERINO

Coorientador(a) (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ -  
UNESPAR)

## AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos especiais ao Prof. Dr. Walter Nakamura e ao Prof. Dr. Roberto Pereira por terem aceito o convite para participar da banca da minha dissertação. Foi uma grande honra tê-los como avaliadores e membros da banca da minha pesquisa.

Professora Natasha, me faltam palavras para descrever o quão importante foi a sua orientação e acompanhamento ao longo dessa fase da minha vida. Me orgulho muito da pessoa que me tornei como resultado desse processo, que não teria sido possível sem sua dedicação e compreensão em me acompanhar, aconselhar e ensinar. Agradeço muito ao Guilherme Guerino, meu xará que co-orientou esta pesquisa e contribuiu com seu tempo e conhecimento para alcançarmos uma qualidade de publicações que eu não fazia ideia ser capaz. Agradeço também aos meus colegas de laboratório pela pareceria e trocas que tivemos. Gabi, Thiago, Deivid, Anderson e Pamella, foi muito bom poder contar com vocês para tirar dúvidas, dar risadas e compartilhar momentos tensos e alegres.

Obrigado pai e mãe, Guilherme e Rosa, por terem me apoiado de várias maneiras e tornarem possível a minha dedicação à esse projeto. Obrigado Bernardo, meu irmão, por ter me acompanhado nessa jornada, ter me escutado, ter aturado minhas reclamações e ter compartilhado das minhas conquistas. E obrigado Ninja, por todo o apoio, paciência e emoções que compartilhamos ao longo desse caminho. Nossa amizade tornou o que era pesado mais leve, o que era difícil, mais fácil, e o que era bom, melhor ainda.

Agradeço à CAPES pelo fornecimento da bolsa e fomento da pesquisa e à UFPR pelo apoio financeiro na participação de eventos científicos e pela infraestrutura fornecida. Por fim, agradeço a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização dessa dissertação.

## RESUMO

Pesquisas na área de Interação Humano-Computador (IHC) indicam que as formas mais eficazes e modernas de interação com os sistemas que nos cercam são as Interfaces Naturais do Usuário, chamadas de NUIs. As NUIs são caracterizadas por tecnologias interativas que auxiliam o usuário na interação com sistemas operacionais. Sua característica natural se dá pela maneira de interação e não só pela interface em si. As maneiras naturais de interação são divididas em interações com o olhar, com gestos, com toques e com voz. A NUI abordada nesta pesquisa é a interação baseada em toque, mais especificamente o multitoque. No entanto, não basta apenas que hajam NUIs desenvolvidas, é necessário garantir que elas sejam verdadeiramente úteis ao usuário. Para garantir que um *software* seja utilizável, um certo nível de qualidade deve ser atingido. Esta qualidade pode ser alcançada através de ferramentas que avaliem os conceitos de Usabilidade e eXperiência do Usuário (User eXperience - UX) referentes a um sistema. Partindo deste princípio, a pesquisa aqui apresentada buscou entender quais são as tecnologias utilizadas para esta avaliação, especificamente nas interações baseadas em multitoque. Como toda área em desenvolvimento, é comum que haja conceitos e características na fronteira do conhecimento que não estejam totalmente consolidados ou construídos. Através de um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), foram identificadas três principais lacunas: a falta significativa de tecnologias que avaliem os conceitos de Usabilidade e UX conjuntamente, a falta significativa de tecnologias que sejam projetadas especificamente para atender a interação baseada em multitoque e suas especificidades, e a quantidade reduzida de tecnologias que avaliam aspectos qualitativos e quantitativos conjuntamente. A partir destas informações, uma seleção de aspectos de Usabilidade e UX, assim como questões a eles ligados foram usadas para a criação e desenvolvimento de uma tecnologia que preencha estas lacunas, surgindo então a *User eXperience and Usability Multi-touch Evaluation Questionnaire* (UXUMEQ). A UXUMEQ é composta por um questionário que reúne os aspectos mais relevantes tanto de Usabilidade e UX quanto para o contexto multitoque, satisfazendo assim a avaliação dos dois conceitos conjuntamente. Reúne também os meios para coletar dados quantitativos e qualitativos. Além do MSL, são apresentados também dois estudos, um de viabilidade com estudantes e outro qualitativo com especialistas, que foram utilizados para o refinamento da UXUMEQ. Os resultados evidenciaram pontos positivos e uma boa aceitação dos usuários no que se refere à facilidade de uso e utilidade. Estes estudos também forneceram pontos de melhoria, como a eliminação de ambiguidades, mudanças na estrutura, adição e junção de questões. A principal contribuição deste trabalho é sintetizar em um único instrumento os aspectos mais relevantes utilizados para avaliação de usabilidade e UX em interfaces multitoque. O profissional teria um grande esforço para encontrar os aspectos mais adequados para esse contexto. A UXUMEQ pode evitar que o avaliador necessite de mais de uma tecnologia para esse fim. Os avaliadores também podem economizar o tempo que gastariam procurando tecnologias adequadas. Além disso, o MSL forneceu uma maior probabilidade de que os aspectos mais usados e retornados do contexto multitoque estejam contidos em UXUMEQ.

Palavras-chave: Multitoque. Usabilidade. UX. Tecnologias de avaliação.

## ABSTRACT

Research in the area of Human-Computer Interaction (HCI) indicates that the most effective and modern ways of interacting with the systems that surround us are Natural User Interfaces, called NUIs. NUIs are characterized by interactive technologies that help the user interact with operating systems. Its natural characteristic is due to the way of interaction and not just the interface itself. The natural ways of interacting are divided into interactions with gaze, gestures, touches and voice. The NUI addressed in this research is touch-based interaction, more specifically multi-touch. However, it is not enough to just have NUIs developed, it is necessary to ensure that they are truly useful to the user. To ensure that a software is usable, a certain level of quality must be achieved. This quality can be achieved through tools that evaluate the concepts of Usability and User eXperience (UX) related to a system. Based on this principle, the research presented here sought to understand which technologies are used for this evaluation, specifically in interactions based on multi-touch. Like any developing area, it is common to have concepts and characteristics at the frontier of knowledge that are not fully consolidated or constructed. Through a Systematic Mapping Study (SMS), three main gaps were identified: the significant lack of technologies that evaluate the concepts of Usability and UX together, the significant lack of technologies that are specifically designed to meet multi-touch-based interaction and its specificities, and the reduced number of technologies that evaluate qualitative and quantitative aspects together. Based on this information, a selection of Usability and UX aspects, as well as questions related to them, were used to create and develop a technology that fills these gaps, resulting in the *User eXperience and Usability Multi-touch Evaluation Questionnaire* (UXUMEQ). UXUMEQ is composed of a questionnaire that brings together the most relevant aspects of both Usability and UX and for the multi-touch context, thus satisfying the assessment of both concepts together. It also brings together the means to collect quantitative and qualitative data. In addition to the SMS, two studies are also presented, one of feasibility with students and another qualitative with experts, which were used to refine UXUMEQ. The results highlighted positive points and good user acceptance in terms of ease of use and usefulness. These studies also provided points for improvement, such as eliminating ambiguities, changes in structure, adding and joining questions. The main contribution of this work is to synthesize in a single instrument the most relevant aspects used to evaluate Usability and UX in multi-touch interfaces. The professional would have to make a great effort to find the most appropriate aspects for this context. UXUMEQ can prevent the evaluator from needing more than one technology for this purpose. Evaluators can also save time they would otherwise spend searching for suitable technologies. Additionally, the SMS provided a greater probability that the most used and returned aspects of the multi-touch context are contained in UXUMEQ.

Keywords: Multi-touch. Usability. UX. Evaluation technologies.

## LISTA DE FIGURAS

1.1	Fluxograma do passo-a-passo da metodologia . . . . .	16
2.1	Tipos de interação usadas nas NUIs: (a) Olhar. (b) Voz. (c) multitoque. (d) Gestos.	19
3.1	Processo de filtragem dos artigos retornados no MSL . . . . .	25
3.2	Visão temporal dos anos de publicação dos artigos . . . . .	26
3.3	Tecnologias encontradas no MSL. . . . .	27
3.4	Foram encontrados vinte métodos diferentes de coleta de dados. . . . .	33
3.5	Gestos multitoque. (a) arrastar, (b) pinça, (c) toque, (d) tocar e arrastar, (e) rotação.	37
3.6	Os valores médios dos pares de palavras. De particular interesse são os valores extremos, mostrando quais características são particularmente críticas ou particularmente bem resolvidas. . . . .	43
3.7	O pino vermelho mostra que há uma precisão de seleção de pontos muito ampla..	44
3.8	Gráfico gerado após avaliação da escala de classificação. . . . .	44
3.9	Métricas e cálculos feitos com base nos resultados do PANAS fornecidos pela PsyTests. . . . .	45
3.10	Pontuações e gráfico feitos com base nos resultados do PANAS fornecidos pela NovoPsych. . . . .	46
3.11	Três tipos de gráficos gerados em uma das predefinições do SUS Analysis Toolkit.	47
4.1	Planilha utilizada para organizar e selecionar as questões para compor a UXUMEQ	53
5.1	Resumo da análise quantitativa das tecnologias UXUMEQ e SUS+INTUI . . . . .	68
5.2	<i>Boxplot</i> de eficiência. . . . .	71
5.3	<i>Boxplot</i> de eficácia. . . . .	72
5.4	Resultados do questionário de aceitação da tecnologia pelos usuários. . . . .	73
5.5	Exemplo de pergunta reduzida . . . . .	75
5.6	Questão sobre mecanismos de controle com adição de exemplos . . . . .	75
5.7	Categoria de erros após as modificações apresentadas neste estudo . . . . .	76
6.1	Cabeçalho da UXUMEQ antes das modificações providas por este estudo . . . . .	85
6.2	Cabeçalho da UXUMEQ depois das modificações providas por este estudo. . . . .	86
6.3	A parte "sucesso em alcançar objetivos" foi adicionada para tornar a questão mais compreensível. . . . .	87
6.4	Novas sentenças adicionadas à UXUMEQ . . . . .	88
6.5	Perguntas sobre facilidade de aprendizado e facilidade de lembrar, antes e depois de atender às sugestões . . . . .	89

6.6	Perguntas modificadas para se tornarem a nova pergunta 10 sobre imersão . . . .	90
6.7	Questões de carga de trabalho antes das mudanças. . . . .	91
6.8	Questões de carga de trabalho depois das mudanças . . . . .	91

## LISTA DE TABELAS

3.1	Objetivo do MSL. . . . .	22
3.2	Termos e <i>string</i> de busca usados na pesquisa. . . . .	23
3.3	Relação dos artigos retornados e selecionados . . . . .	25
3.4	Resumo das descobertas das SQs. . . . .	27
3.4	Resumo das descobertas das SQs. . . . .	28
3.5	Aspectos de Usabilidade. . . . .	30
3.6	Aspectos de UX. . . . .	31
3.7	Questionários criados para o estudo encontrados em MSL. . . . .	39
3.8	Questionários catalogados no <i>benchmark</i> . . . . .	40
3.9	Resultado do <i>benchmark</i> . . . . .	40
3.10	Resultado do <i>benchmark</i> . . . . .	42
4.1	Tecnologias encontradas no MSL que avaliaram uma interação baseada em multitoque. . . . .	50
4.1	Tecnologias encontradas no MSL que avaliaram uma interação baseada em multitoque. . . . .	51
4.1	Tecnologias encontradas no MSL que avaliaram uma interação baseada em multitoque. . . . .	52
4.2	Aspectos, questões e referências utilizadas na construção da UXUMEQ. . . . .	56
4.2	Aspectos, questões e referências utilizadas na construção da UXUMEQ. . . . .	57
4.2	Aspectos, questões e referências utilizadas na construção da UXUMEQ. . . . .	58
5.1	Objetivo do estudo de viabilidade. . . . .	66
5.2	Sumário de resultados dos participantes. . . . .	69
5.3	Sumário de resultados dos participantes. . . . .	70
6.1	Caracterização de especialistas. . . . .	80

## LISTA DE ACRÔNIMOS

DINF	Departamento de Informática
PPGINF	Programa de Pós-Graduação em Informática
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UXUMEQ	<i>User eXperience and Usability Multi-touch Evaluation Questionnaire</i>
NUI	<i>Natural User Interface</i>
UX	<i>User eXperience</i>
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura
IHC	Interação Humano-Computador
SUS	System Usability Scale
PENS	Player Experience and Need Satisfaction
PANAS	Positive And Negative Affect Scale
INTUI	Inuitive Interaction
NASA-TLX	NASA Task Load Index
TAM	Technology Acceptance Model
MEC-SPQ	Measurements, Effects and Conditions of Space Presence Questionnaire
IMI	Intrinsic Motivation Inventory
UMUX	Usability Metrics for User eXperience

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	MOTIVAÇÃO	13
1.2	PROBLEMA	14
1.3	OBJETIVOS	15
1.3.1	Objetivos específicos:	15
1.4	METODOLOGIA	15
1.5	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	16
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TRABALHOS RELACIONADOS</b>	<b>18</b>
2.1	INTERFACES NATURAIS DO USUÁRIO	18
2.2	INTERFACES MULTITOQUE	18
2.3	USABILIDADE E EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	19
2.4	TRABALHOS RELACIONADOS	20
2.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
<b>3</b>	<b>MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA</b>	<b>22</b>
3.1	OBJETIVO	22
3.2	QUESTÕES DE PESQUISA	22
3.3	FONTES DE DADOS	23
3.4	<i>STRING</i> DE BUSCA	23
3.5	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	24
3.6	SELEÇÃO DE PUBLICAÇÕES	24
3.7	EXTRAÇÃO DE DADOS	25
3.8	ANÁLISE DOS DADOS	26
3.9	RESULTADOS	26
3.9.1	SQ1. Critério de qualidade	28
3.9.2	SQ2. Aspectos de Usabilidade e UX	29
3.9.3	SQ3. Especificidade da tecnologia de avaliação	31
3.9.4	SQ4. Base da tecnologia de avaliação	32
3.9.5	SQ5. Método de coleta de dados	32
3.9.6	SQ6. Características das tecnologias de avaliação	32
3.9.7	SQ7. Tipo de análise	33
3.9.8	SQ8. Função do sistema multitoque	33
3.9.9	SQ9. Categoria do sistema multitoque	34
3.9.10	SQ10. Grupo de usuários do sistema multitoque	34
3.9.11	SQ11. Número de dedos usados	34

3.9.12	SQ12. Gesto usado . . . . .	34
3.9.13	SQ13-SQ15. Avaliação empírica da tecnologia de avaliação . . . . .	35
3.9.14	SQ16-SQ18. Avaliação empírica da tecnologia multitoque . . . . .	35
3.10	DISCUSSÃO SOBRE O MSL . . . . .	35
3.11	AMEAÇAS À VALIDADE DO MSL . . . . .	38
3.12	<i>BENCHMARK</i> . . . . .	38
3.13	CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .	47
<b>4</b>	<b>PROPOSTA DA UXUMEQ.</b> . . . . .	<b>49</b>
4.1	INTRODUÇÃO . . . . .	49
4.2	ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS DE AVALIAÇÃO ENCONTRADAS NO MSL	49
4.3	PROPOSTA INICIAL DA UXUMEQ . . . . .	55
4.4	<i>TEMPLATE</i> DA VERSÃO INICIAL DA UXUMEQ . . . . .	58
<b>5</b>	<b>ESTUDO DE VIABILIDADE</b> . . . . .	<b>65</b>
5.1	OBJETIVO . . . . .	65
5.2	HIPÓTESES . . . . .	65
5.3	CONTEXTO . . . . .	66
5.4	SELEÇÃO DE VARIÁVEIS . . . . .	66
5.5	SELEÇÃO DE PARTICIPANTES . . . . .	66
5.6	DESENHO EXPERIMENTAL . . . . .	67
5.7	INSTRUMENTOS . . . . .	67
5.8	PREPARAÇÃO . . . . .	67
5.9	EXECUÇÃO . . . . .	68
5.10	DISCRIMINAÇÃO . . . . .	68
5.11	RESULTADOS QUANTITATIVOS . . . . .	68
5.12	ANÁLISE DE ACEITAÇÃO DO USUÁRIO . . . . .	71
5.13	RESULTADOS QUALITATIVOS . . . . .	73
5.13.1	Elogios . . . . .	73
5.13.2	Sugestões . . . . .	74
5.13.3	Problemas hedônicos . . . . .	76
5.13.4	Problemas pragmáticos . . . . .	77
5.14	AMEAÇAS À VALIDADE . . . . .	77
5.15	CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .	78
<b>6</b>	<b>AVALIAÇÃO COM ESPECIALISTAS</b> . . . . .	<b>79</b>
6.1	ANÁLISE QUALITATIVA . . . . .	79
6.1.1	Sugestões de melhoria . . . . .	80

6.2	ANÁLISE POSTERIOR . . . . .	84
6.3	MELHORIAS NA UXUMEQ . . . . .	84
6.3.1	Cabeçalho . . . . .	84
6.3.2	Melhorias Estruturais . . . . .	87
6.3.3	Novas sentenças . . . . .	87
6.3.4	Sentenças modificadas . . . . .	89
6.3.5	Melhorias nos Campos Qualitativos . . . . .	90
6.3.6	Melhorias teóricas . . . . .	92
6.4	DISCUSSÃO . . . . .	92
6.5	AMEAÇAS À VALIDADE . . . . .	93
6.5.1	Considerações finais . . . . .	94
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS . . . . .</b>	<b>95</b>
7.1	CONTRIBUIÇÕES . . . . .	95
7.2	PERSPECTIVAS FUTURAS. . . . .	96
7.3	PUBLICAÇÕES . . . . .	96
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>97</b>
	<b>APÊNDICE A – TEMPLATE DE EXTRAÇÃO . . . . .</b>	<b>105</b>
	<b>APÊNDICE B – TCLE . . . . .</b>	<b>106</b>
	<b>APÊNDICE C – INSTRUÇÕES DO EXPERIMENTO . . . . .</b>	<b>109</b>
	<b>APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO . . . . .</b>	<b>110</b>
	<b>APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO SUS E INTUI . . . . .</b>	<b>111</b>
	<b>APÊNDICE F – PLANILHA DE DISCREPÂNCIAS DO UXUMEQ. . . . .</b>	<b>115</b>
	<b>APÊNDICE G – PLANILHA DE DISCREPÂNCIAS DO SUS+INTUI. . . . .</b>	<b>116</b>
	<b>APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO TAM - UXUMEQ. . . . .</b>	<b>117</b>
	<b>APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO TAM - SUS+INTUI . . . . .</b>	<b>120</b>
	<b>APÊNDICE J – QUESTÕES DA ENTREVISTA SEMI ESTRUTURADA COM ESPECIALISTAS . . . . .</b>	<b>124</b>
	<b>APÊNDICE K – UXUMEQ V3. . . . .</b>	<b>125</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a motivação da pesquisa, assim como o problema levantado para a mesma, além dos objetivos propostos e a metodologia aplicada durante o processo de investigação e análise científica. Também apresenta uma breve explicação sobre a organização dessa dissertação de mestrado.

## 1.1 MOTIVAÇÃO

A popularização de dispositivos com interfaces multitoque, principalmente representados pelos *smartphones*, tem se tornado notória nos anos recentes. As vendas globais de *smartphones* em 2007 foram de 122 milhões de unidades, enquanto em 2021 houve a venda de 1,4 bilhão, de acordo com Statista Research Department (2022). Este aumento nas vendas tende a se manter ano após ano, visto que o mercado global de *smartphones* movimentou US\$ 378,29 bilhões em 2020, e as projeções indicam um movimento futuro de US\$ 493,13 bilhões em 2026, segundo os dados de Market Data Forecast (2022).

Tendo tamanha importância, um sistema multitoque deve alcançar um nível de qualidade que o torne útil, fácil de usar e seja agradável aos usuários. Uma maneira de verificar se tais padrões estão sendo atingidos é através da avaliação de Usabilidade e Experiência do Usuário (User eXperience - UX) (Madan e Kumar, 2012). A avaliação de Usabilidade e UX permite aos pesquisadores e desenvolvedores terem uma noção mais completa dos pontos positivos e negativos do sistema, permitindo que estes sejam melhorados e corrigidos. Este tema de pesquisa tem sido de interesse da área de Interação Humano-Computador (IHC), onde se percebe pesquisas com diversos contextos e perfis de usuários inclusos, como usuários idosos (Dodd et al., 2017) e crianças (Nacher e Jaen, 2015), assim como estudos secundários para melhor compreensão dos tipos de toques utilizados em interfaces multitoque (Fleh et al., 2018).

Diversos autores definem diferentes conceitos para Usabilidade e UX. Alguns tratam a Usabilidade como um aspecto contido em UX, enquanto outros tratam como sendo aspectos igualmente relevantes e independentes. Nesta dissertação, o conceito de Usabilidade levado em consideração é o apresentado na ISO/IEC 25010 (2011), que declara que Usabilidade é "a medida em que um sistema, produto ou serviço pode ser usado por usuários especificados para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso especificado". De igual maneira, a definição de UX adotada nesta dissertação também segue esta ISO, que afirma que UX são "as percepções e respostas do usuário que resultam do uso e/ou do uso antecipado de um sistema, produto ou serviço". Esta ISO também possui uma nota que diz que "a experiência do usuário inclui todas as emoções, crenças, preferências, percepções, respostas físicas e psicológicas, comportamentos e realizações do usuário que ocorrem antes, durante e após o uso". A definição usada nessa dissertação segue o sentido dado por Hassenzahl et al. (2004), onde UX "pode ser percebida como hedônica porque fornece estímulo por seu caráter de desafio e novidade, ou identificação ao comunicar valores pessoais importantes a outras pessoas relevantes". Já a Usabilidade, um subconjunto das qualidades de UX, pode ser percebida como pragmática porque "estão conectados à necessidade dos usuários de atingir objetivos comportamentais. Acima de tudo, o cumprimento de metas requer utilidade e usabilidade. Nesse sentido, um produto que permite o cumprimento eficaz e eficiente de metas é percebido como pragmático". Assim, a Usabilidade é considerada como o conjunto de qualidades pragmáticas contida em UX, que por sua vez também inclui qualidades hedônicas.

Existem muitas tecnologias para se avaliar Usabilidade e UX, como *frameworks*, modelos, questionários, métodos, entre outros (Santos et al., 2012). Um dos meios mais conhecidos para avaliação de Usabilidade é o questionário *System Usability Scale* (SUS) (Brooke, 1996), com foco na satisfação do usuário, enquanto o *User Experience Questionnaire* (UEQ) (Laugwitz et al., 2008) avalia a UX a partir de aspectos como motivação e interesse. No entanto, as tecnologias de avaliação costumam ser genéricas, ou seja, não foram projetadas levando em conta as especificidades de algum tipo de interação, neste caso, o contexto multitoque. O lado positivo, que é a alta variação na aplicabilidade das tecnologias, permite que uma mesma tecnologia seja usada em contextos, experiências e produtos diferentes sem que haja necessidade de modificação. No entanto, alguns casos necessitam de um melhor direcionamento na avaliação para que se tenha em consideração aspectos mais específicos do *software* que está sendo avaliado. Dentre esses aspectos mais específicos estão os gestos multitoque, o número de dedos usados, o esforço e cansaço dos dedos e mãos, entre outros. Desta maneira, foi percebida a necessidade de procurar maneiras de avaliar Usabilidade e UX direcionadas ao contexto de interfaces multitoque.

## 1.2 PROBLEMA

Embora muito populares, os sistemas multitoque carecem de ferramentas de avaliação específicas para o contexto. Guerino e Valentim (2020) demonstraram por meio de um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) que apenas 11,76% das tecnologias de avaliação de Usabilidade e/ou UX de Interfaces Naturais do Usuário (Natural User Interface - NUIs) avaliam multitoque. Destas, nenhuma é específica para esse contexto. O cenário torna-se preocupante ao perceber que ferramentas genéricas podem não extrair o resultado mais verossímil possível. Blake (2011) expõe a preocupação da influência de tecnologias de avaliação genéricas sobre interações que não sejam tão convencionais ao usuário. No contexto de *touchscreens*, os toques mais comuns são os toques únicos, tornando o multitoque uma interação menos convencional.

A preocupação com a Usabilidade e UX em interfaces multitoque é compartilhada por outros autores, e pode tomar várias formas e direções. Forlines et al. (2007) demonstra que a falta de precisão ao detectar toques ou gestos é um ponto que pode prejudicar de maneira significativa a experiência do usuário. A falta de *feedback* mecânico é algo que também deve ser levado em consideração, pela capacidade de gerar reações negativas em comparação com outros dispositivos como *mouse* e teclado (Buxton et al., 2007). Além destes aspectos, outro problema que pode interferir na Usabilidade e/ou UX é a falta de padronização de gestos, que pode exigir que usuários aprendam diferentes gestos em diferentes aplicações para executar a mesma tarefa (Liang et al., 2011).

Além disso, neste contexto, temos a relação entre os conceitos de Usabilidade e UX, pois não há um consenso se deveriam ser trabalhados em conjunto ou separados, visto que muitos autores utilizam termos conhecidos por serem ligados à Usabilidade como pertencentes ao campo da UX e vice-versa. Nielsen (1994) define a Usabilidade como um componente de aceitabilidade do sistema, aceitabilidade essa atingida quando a aplicação satisfaz as exigências dos usuários. Por sua vez, a UX tem seu foco no *design* e no objetivo de melhorar o sentimento e percepção dos usuários ao usar o produto (Hassenzahl e Tractinsky, 2006). Nesta pesquisa foi considerado necessário o estudo e entendimento de ambos os conceitos com relação à qualidade do sistema multitoque.

Ao buscar na literatura, não foram identificadas tecnologias que utilizassem os conceitos de Usabilidade e UX conjuntamente para o contexto multitoque e que fornecessem informações sobre sua construção e estrutura. Assim, percebeu-se a necessidade de propor uma tecnologia de avaliação de Usabilidade e UX exclusiva para os sistemas multitoque, para que seja possível

uma avaliação mais completa que leve em conta as especificidades desse contexto. Para isso, a questão principal dessa pesquisa foi "Como avaliar em conjunto a Usabilidade e a UX de um sistema multitoque?".

### 1.3 OBJETIVOS

O objetivo principal desta pesquisa é facilitar e melhorar a avaliação de sistemas multitoque, através da proposição de uma tecnologia de avaliação de Usabilidade e UX para interfaces multitoque. Essa tecnologia leva em conta os conceitos de Usabilidade e UX de maneira conjunta de forma a potencializar a avaliação sobre as percepções dos usuários relacionadas à Usabilidade e/ou UX.

#### 1.3.1 Objetivos específicos:

- Criar um corpo de conhecimento sobre as tecnologias que estão sendo utilizadas para avaliar Usabilidade e/ou UX em interfaces multitoque;
- Propor uma tecnologia de avaliação de Usabilidade e UX que considere a especificidade do contexto de interfaces multitoque;
- Avaliar e aprimorar a tecnologia proposta por meio de estudos, coletando evidências empíricas do desempenho da tecnologia no contexto de interfaces multitoque.

### 1.4 METODOLOGIA

Em busca de construir um caminho baseado em evidências, a metodologia que mais representa a proposta da pesquisa é apresentada por Mafra e Travassos (2006) e permite utilizar e sintetizar os conhecimentos tanto de estudos primários quanto secundários. Os estudos primários servem para testes de hipóteses diretamente, enquanto os secundários auxiliam em um melhor entendimento sobre uma determinada área de pesquisa.

O estudo de Mafra e Travassos (2006) é um estudo que expande a metodologia proposta por Shull et al. (2001), que expõe estudos de viabilidade, de observação e de caso para realizar a avaliação de uma tecnologia desde sua proposição até sua transferência para ser aplicada na indústria. Esta expansão se dá através da demonstração das vantagens de se realizar um estudo secundário antes dos estudos primários. Estas vantagens podem ser sintetizadas em conhecer melhor a área em foco e ter mais informações para a própria proposição, reduzindo assim os riscos intrínsecos associados à definição de uma tecnologia.

O estudo secundário realizado para basear esta pesquisa foi um MSL, com o objetivo de entender melhor as lacunas de conhecimento existentes na avaliação de Usabilidade e UX de interfaces multitoque. Este MSL representa uma maneira de construir um caminho baseado em evidências, formando assim um corpo de conhecimento mais sólido que permite a compreensão de noções que antes não eram tão claras. Kitchenham e Charters (2007) demonstram que MSLs podem ser utilizados para identificar, interpretar e avaliar todas as pesquisas relevantes de uma determinada área de interesse. A proposta desta pesquisa foi então avaliada através de dois estudos primários e experimentais. Estudos primários são meios que permitem o teste de hipóteses e identificação de problemas em propostas (Shull et al., 2001). As etapas da metodologia desta dissertação são apresentadas à seguir.

- Mapeamento Sistemático da Literatura para Tecnologias de Avaliação de Usabilidade e UX em Interfaces multitoque: nesta etapa, foi realizado um estudo secundário

para caracterizar e coletar informações sobre as tecnologias utilizadas para avaliar a Usabilidade e UX de interfaces multitoque;

- Proposição da *UX and Usability Multi-Touch Evaluation Questionnaire (UXUMEQ)*: esta etapa foi composta por selecionar e reunir os recursos mais relevantes encontrados nas tecnologias retornadas no MSL para a construção do UXUMEQ;
- Estudo de viabilidade: nesta etapa, busca-se construir um corpo de conhecimento sobre a tecnologia, através da verificação de sua viabilidade, ou seja, se é justificável a continuidade do desenvolvimento da tecnologia e da pesquisa. Os participantes do estudo foram estudantes das classes de IHC e Qualidade de *Software*. Além disso, o conhecimento obtido nesta etapa forneceu uma base para o refinamento da tecnologia e hipóteses sobre sua aplicação para serem exploradas em estudos posteriores;
- Estudo qualitativo: Com a realização do estudo anterior, obteve-se resultados necessários para que a UXUMEQ passasse por um refinamento e uma nova versão fosse gerada, e então um estudo qualitativo foi realizado com o objetivo de identificar a validade do conteúdo da UXUMEQ, assim como possíveis novas melhorias. Os participantes do experimento foram especialistas em IHC e/ou Engenharia de Software (ES).

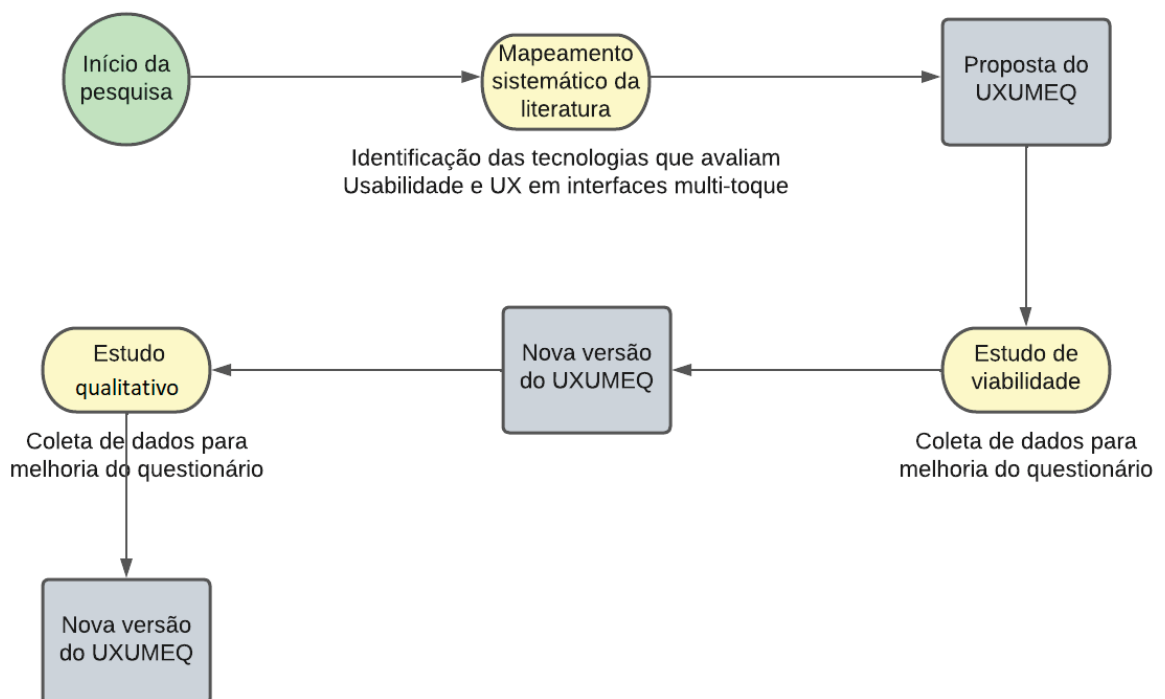


Figura 1.1: Fluxograma do passo-a-passo da metodologia

## 1.5 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

- **Capítulo 2 - Fundamentação teórica e trabalhos relacionados:** definições de sistemas multitoque, Usabilidade e UX que foram usados como base para esta pesquisa;

- **Capítulo 3 - Mapeamento Sistemático da Literatura:** explicação do planejamento, execução e resultados de um estudo secundário realizado para identificar as tecnologias de avaliação de Usabilidade e UX que são usadas para avaliar interfaces com interação baseada em multitoque;
- **Capítulo 4 - Proposta do UXUMEQ:** Descrição da formulação e construção do UXUMEQ e sua proposta. Explicação e exposição de um estudo exploratório com o objetivo de verificar a viabilidade da ferramenta e melhorias a serem feitas;
- **Capítulo 5 - Estudo de viabilidade:** Este capítulo apresenta um estudo de viabilidade, com público alvo, hipóteses, instrumentos utilizados, resultados e possíveis ameaças à validade;
- **Capítulo 6 - Estudo com especialistas:** Este capítulo apresenta um estudo qualitativo com especialistas, para a validação do conteúdo da UXUMEQ e coleta de percepções para seu aprimoramento;
- **Capítulo 7 - Considerações finais e perspectivas futuras:** Síntese do trabalho realizado até o momento e apresentação de perspectivas futuras.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica para o estudo apresentado, incluindo conceitos de interfaces multitoque, Usabilidade e UX, e alguns trabalhos relacionados.

### 2.1 INTERFACES NATURAIS DO USUÁRIO

Pesquisas abrangendo a área de NUIs tem sido conduzidas desde a década de 1990 (Glonek e Pietruszka, 2012). As NUIs caracterizam tecnologias interativas que auxiliam na comunicação com sistemas operacionais (Wigdor e Wixon, 2011). A propriedade natural então não se refere à interface, mas sim à maneira de interação dos usuários e os seus sentimentos ao longo da experiência. Segundo (Wigdor e Wixon, 2011), uma interface natural do usuário com um bom *design* deve ser desenvolvida com o objetivo de ser percebida como uma extensão dos sentidos do usuário.

Dentre as maneiras de interação das quais este tipo de interface pode se beneficiar, Vetere et al. (2014) e Fernandez et al. (2016) destacam gestos, olhar, voz e multitoque. Os gestos são movimentos corporais que podem ser detectados por sistemas para a interação desejada. Sua popularização ficou marcada pelo lançamento de dispositivos como o *Kinect*<sup>1</sup>, sendo principalmente utilizados para jogos e manipulação em 3D. Os sistemas baseados em olhar são representados pelas tecnologias de *Eye Trackers*, onde ocorre o rastreamento do olhar para realizar interações. Tecnologias como estas tem sido usadas em casos de pessoas com variados níveis de paralisia, como Stephen Hawking. A interação baseada em voz tem se popularizado através de assistentes de voz e dispositivos como a *Alexa*<sup>2</sup>, que pode fazer tarefas variadas, desde criar uma lista de compras, até controlar uma casa inteligente. O multitoque é uma das maneiras mais comuns de NUIs, estando presente na maioria dos *smartphones* atuais. Há vários exemplos de usos rotineiros, como o gesto de pinça ao aplicar o *zoom* em aplicações de mapas ou a utilização de dois ou mais dedos em jogos *mobile*. Alguns exemplos destes usos podem ser vistos na Figura 2.1.

### 2.2 INTERFACES MULTITOQUE

A interação com dispositivos eletrônicos vem mudando desde o seu surgimento. Uma maneira intuitiva de interagir com esses dispositivos, como *smartphones*, *tablets*, *tabletop*, é a manipulação direta (Shneiderman, 1981). Em 1981, Shneiderman (1981) introduziu pela primeira vez o termo manipulação direta para descrever a ideia de interação com a Interface Gráfica do Usuário (GUI) usando um ponteiro através de um *mouse*. Hoje, com a invenção da tela sensível ao toque, podemos apenas colocar os dedos na tela para interagir com ela (Damaraju et al., 2013). Nessas telas, uma parte significativa da interação pode ser classificada como multitoque, onde mais de um toque é reconhecido simultaneamente no sistema. Como qualquer dispositivo eletrônico, correções e melhorias nos sistemas multitoque devem ser feitas ao longo do tempo para evoluir e fazer melhor uso deles.

Pelo lado da indústria, há números que demonstram o crescimento contínuo do uso de *smartphones*, principais representantes das interfaces multitoque. As vendas no ano de 2007 foram de 122 milhões de unidades, enquanto em 2021 as vendas alcançaram 1,4 bilhões de

<sup>1</sup><https://docs.microsoft.com/pt-br/windows/apps/design/devices/kinect-for-windows>

<sup>2</sup><https://developer.amazon.com/pt-BR/alexa>

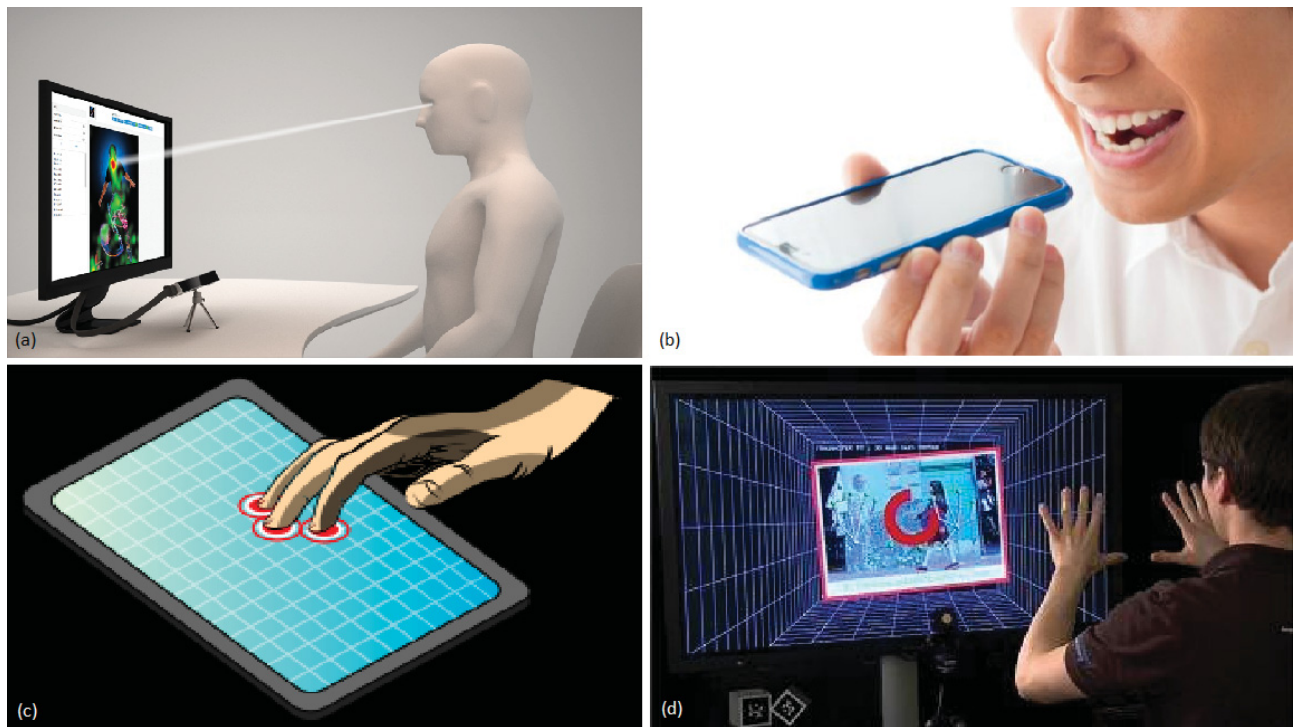


Figura 2.1: Tipos de interação usadas nas NUIs: (a) Olhar. (b) Voz. (c) multitoque. (d) Gestos.

unidades, movimentando mais de US\$ 350 bilhões, segundo Statista Research Department (2022). E as previsões demonstram que este movimento deve chegar aos US\$ 493,13 bilhões em 2026, segundo os dados de Market Data Forecast (2022).

Esta área de estudo também desperta o interesse de pesquisadores de IHC e ES. Existem diversos estudos que exploram a implementação de interfaces multitoque quando direcionado à diversos grupos específicos, como crianças (Zaharias et al., 2013), motoristas (Pfeiffer et al., 2010), estudantes (Fu et al., 2010), editores (Damaraju et al., 2013), entre outros. Qualquer sistema, assim como os que utilizam interfaces multitoque, deve atingir um determinado padrão de qualidade para que possam ser úteis ao usuário. Neste sentido, avaliações de Usabilidade e UX podem fornecer o subsídio necessário para que esta qualidade seja alcançada.

### 2.3 USABILIDADE E EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

Há divergência entre autores sobre as dependências entre os conceitos de Usabilidade e UX, assim como suas definições. No entanto, Hassenzahl et al. (2004) demonstra que existem dois tipos de atributos percebidos pelos usuários no uso de um sistema, a qualidade pragmática e a qualidade hedônica. A qualidade pragmática tem seu foco em metas comportamentais dos usuários, enquanto a qualidade hedônica tende a focar nos sentimentos que a interação provoca nos usuários. Além destas definições, a Usabilidade é bem definida pela ISO 9241-210 (2019), que declara que Usabilidade é “o grau em que um produto ou sistema pode ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso especificado”. A UX é definida pela ISO 9241-210 (2019), sendo as “percepções e respostas da pessoa que resultam do uso e/ou uso prévio de um produto, sistema ou serviço”.

Com Hassenzahl (2004) dividindo os atributos percebidos pelo usuário durante a interação em dois conjuntos, pragmáticos e hedônicos, e com as definições feitas pelas ISOs citadas, nesta pesquisa a Usabilidade será utilizada como sendo associada aos aspectos pragmáticos

de tais interações, enquanto a UX será utilizada como sendo associada tanto aos aspectos pragmáticos quanto hedônicos dessas interações.

## 2.4 TRABALHOS RELACIONADOS

A Usabilidade é um conceito importante para se levar em conta ao escolher que tipo de interface usar. Gürlük et al. (2014) apresenta uma pesquisa na qual interações baseadas em *mouse* e multitoque são comparadas. Esta comparação se dá no contexto de desenvolvimento de uma linguagem de interação multitoque para controladores de tráfego aéreo. Para esta comparação, foram utilizadas quatro tecnologias, sendo elas o SUS (Brooke, 1996) para avaliação da Usabilidade, os métodos *Think Aloud* e entrevista para avaliação da Usabilidade e carga de trabalho, e o questionário NASA-Task Load index (NASA-TLX) (Hart, 1986) para avaliação da carga de trabalho. Os resultados obtidos demonstram que a pontuação obtida para a Usabilidade da interface multitoque foi mais alta do que a interface baseada em interação com o *mouse*. Para o aspecto de carga de trabalho, não foram encontrados resultados significativamente diferentes para afirmar que houve uma redução desta carga.

Outro estudo comparativo foi conduzido por Watson et al. (2013), onde interações baseadas em *mouse* e multitoque foram avaliadas. O experimento utilizou um jogo de caça de animais, onde os participantes podiam atirar com o *mouse* ou tocar na tela para tentar acertar os animais. No total 5 tecnologias de avaliação foram utilizadas para descobrir quais as diferenças entre as interações. Dentre elas, destaca-se o questionário *Intrinsic Motivation Inventory* (IMI) (Ryan e Deci, 2000) que foi utilizado para medir a diversão dos participantes, conceito intrínseco à UX. Os resultados obtidos demonstraram que a interação baseada em toque melhorou a UX dos usuários em relação a vários aspectos como diversão, engajamento, vontade e competência. Também foi demonstrado que esta melhora não se deu ao custo de desempenho, mas sim que o desempenho também melhorou.

Alguns estudos secundários abordam avaliação de Usabilidade e UX sobre interface de toque. Por exemplo, Fleh et al. (2018) realizou um MSL sobre classificação de reconhecimento de gestos de toque social, isto é, gestos feitos na sociedade para interagir com humanos, animais e objetos. Dos 938 artigos identificados, após três filtros, 49 foram extraídos. Este estudo teve quatro questões principais relacionadas à identificação de métodos e algoritmos, principais fatores que afetam os resultados do estudo, sensores e interfaces utilizados e melhoria dos resultados da pesquisa. Em sua *string* de busca, foram utilizados termos como precisão, desempenho e eficiência, que são conhecidos como aspectos de Usabilidade. Muitas facetas foram usadas para criar uma distribuição de filtros dos artigos, incluindo métodos de classificação, tipo de pesquisa, superfície de toque, reconhecimento de toque e tipo de sensor. Os resultados obtidos através da superfície de toque mostram que o tipo de toque mais utilizado é o braço de manequim, enquanto o reconhecimento de toque de faceta explica o reconhecimento de gestos que a maioria dos estudos utiliza.

Em Dodd et al. (2017) foi feita uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para entender o estado da arte sobre o desenvolvimento de interfaces para usuários idosos. A preocupação da UX com este grupo específico é expressa através das questões centrais do estudo, que tratam dos desafios vivenciados pelos usuários idosos ao utilizar uma interface e as respectivas soluções para esses desafios. Aspectos como intuitividade e atenção são abordados. Intuitividade é um dos aspectos considerados da UX por alguns pesquisadores (Schürmann et al., 2015) e Usabilidade por outros (Liang et al., 2011). Este estudo mostra que cada artigo analisado traz uma proposta de solução para os desafios enfrentados. Assim, os autores mapeiam e agrupam as soluções para cada desafio encontrado. Além disso, parte dos resultados indica que

houve uma melhora significativa no desempenho de idosos quando utilizam um dispositivo de entrada com interface de toque.

Alguns estudos secundários também foram identificados quando buscou-se um contexto específico de sistemas multitoque. Em Nayebi et al. (2012), os autores examinaram diversos estudos para identificar os principais desafios de Usabilidade no contexto móvel. Nessa pesquisa foi observado que os questionários e métodos elaborados para avaliação e mensuração da Usabilidade *mobile* não levam em consideração os recursos de interface do usuário, sendo um deles os gestos multitoque, como tocar e deslizar. Parte dos resultados mostra que não há pesquisas científicas com foco nos mais novos requisitos das interfaces de usuários móveis. Além disso, evidencia-se a necessidade de desenvolver um questionário como metodologia de estudo de campo ao considerar as novas necessidades de sistemas operacionais móveis.

Guerino e Valentim (2020) realizaram um MSL para identificar tecnologias de avaliação de Usabilidade e UX utilizadas por pesquisadores e desenvolvedores em *softwares* com NUIs. A busca foi realizada na Scopus, IEEEExplore, ACM Digital Library e Engineering Village. Seus achados mostram que 14 das 119 tecnologias encontradas avaliaram a Usabilidade e/ou UX de *softwares* que utilizaram interfaces baseadas em multitoque. Isso representa 11,76% das tecnologias encontradas. Além disso, nenhuma dessas 14 tecnologias é específica para o contexto multitoque.

## 2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns trabalhos avaliam Usabilidade e UX, enquanto outros interfaces multitoque, e outros ambos. No entanto, nenhum deles aborda as especificidades da Usabilidade e UX no contexto multitoque, lacuna que este trabalho pretende preencher com o MSL apresentado no capítulo a seguir.

### 3 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

O MSL é uma espécie de estudo secundário onde o objetivo é definir o estado da arte de um determinado tópico de pesquisa (Kitchenham e Charters, 2007). A escolha de realizar um MSL foi baseado na confiabilidade e organização das informações coletadas e sintetizadas por esse método, que pode ser usado no futuro para realizar outros MSLs. Este MSL seguiu as diretrizes propostas por Kitchenham e Charters (2007), onde o processo é dividido em três fases: planejamento, execução, e relatório. A fase de planejamento define o protocolo de mapeamento, perguntas de pesquisa, fontes confiáveis para encontrar os dados, uma *string* de busca, e critérios de inclusão/exclusão. A fase de execução abrange realizar pesquisas em fontes de dados previamente escolhidas e filtrar os artigos encontrados através de dois filtros. A partir desta seleção, os artigos filtrados têm seus dados extraídos e analisados. Por fim, na fase de relatórios, resultados são organizados e apresentados.

#### 3.1 OBJETIVO

O objetivo do MSL foi baseado no paradigma *Goal-Question-Metric* (GQM) (Basili e Rombach, 1988) e é descrito na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Objetivo do MSL.

<b>Analisar</b>	publicações científicas
<b>Com o propósito de</b>	categorizar
<b>Em relação a</b>	tecnologias que avaliam a Usabilidade e/ou UX em <i>softwares</i> que utilizam interação baseada em multitoque
<b>Do ponto de vista dos</b>	Pesquisadores de IHC
<b>No contexto de</b>	Fontes primárias disponíveis em ACM, Engineering Village e SCOPUS

#### 3.2 QUESTÕES DE PESQUISA

A principal questão de pesquisa do MSL é "Quais tecnologias são usadas para avaliar a Usabilidade e/ou UX de software que usa interação baseada em multitoque?" Para extrair outros aspectos que a questão principal não compreende, foram definidas 18 subquestões (SQs). Essas SQs abordam tópicos sobre os sistemas multitoque avaliados nos artigos, características, técnicas específicas das tecnologias de avaliação e avaliações empíricas realizadas. Essas SQs estão presentes no Apêndice A.

Tabela 3.2: Termos e *string* de busca usados na pesquisa.

População	(“multi-touch interface*” OR “multi-touch recognition” OR “multi-touch-based interaction” OR “multi-touch interaction” OR “multi-touch application” OR “multi-finger interaction” OR “multi-finger interface” OR “multi-finger application” OR “multi-finger recognition”)	AND
Intervenção	(“tool” OR “framework” OR “technique” OR “method” OR “model” OR “process” OR “guideline” OR “pattern” OR “metric” OR “approach” OR “inspection” OR “principle” OR “heuristic” OR “methodology” OR “mechanism” OR “questionnaire” OR “checklist”)	AND
Resultado	(“usability evaluation” OR “usability assessment” OR “ux evaluation” OR “ux assessment” OR “user experience evaluation” OR “user experience assessment” OR “user-centred evaluation”)	

### 3.3 FONTES DE DADOS

Escolhemos as fontes de dados *ACM Digital Library*<sup>1</sup>, *Engineering Village*<sup>2</sup> e *Scopus*<sup>3</sup> porque: (i) retornaram um número relevante de artigos; (ii) permitiram que a *string* de busca exata fosse usada; (iii) forneceram um mecanismo de busca eficiente, e (iv) são fontes conhecidas por conterem trabalhos relevantes na área de Ciência da Computação (Kitchenham e Charters, 2007).

### 3.4 STRING DE BUSCA

O critério PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context*) (Kitchenham e Charters, 2007) foi aplicado para obter as palavras-chave que seriam utilizadas na *string* de busca. Em nosso MSL, as palavras-chave para Contexto e Comparação não foram usadas na *string*, pois o objetivo do MSL não era comparar tecnologias de avaliação, mas caracterizá-las. Portanto, o PICOC foi definido da seguinte forma:

- (P)opulação: sistemas de interação baseados em multitoque;
- (I)ntervenção: tecnologias que avaliam Usabilidade e/ou UX utilizadas no processo de desenvolvimento de *software* que utiliza interação baseada em multitoque;
- (C)omparação: não aplicável;
- (O)resultado: avaliação da Usabilidade e/ou UX do sistema de interação multitoque;
- (C)ontexto: não aplicável;

A Tabela 3.2 mostra os termos em inglês que compõem a *string* de busca, que foi dividida a partir da definição de população, intervenção e resultado do critério PICOC.

<sup>1</sup><https://dl.acm.org/>

<sup>2</sup><https://www.engineeringvillage.com/home.url>

<sup>3</sup><https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>

### 3.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

- IC1. Publicações que apresentam tecnologias que avaliam Usabilidade e/ou UX no processo de desenvolvimento de *software* que utiliza interação multitoque;
- IC2. Publicações que descrevem estudos experimentais de tecnologias utilizadas para avaliar Usabilidade e/ou UX no processo de desenvolvimento de *software* que utiliza interação baseada em multitoque;
- EC1. As publicações que não atendem aos critérios acima não foram selecionadas;
- EC2. Não foram selecionadas publicações que não possuem conteúdo disponível para leitura e análise de dados (principalmente nos casos em que os estudos são pagos ou não disponibilizados pela biblioteca digital);
- EC3. Não foram selecionadas publicações que possuam idioma diferente do inglês e do português;
- EC4. As publicações que fazem parte da literatura cinzenta, como relatórios técnicos e trabalhos em andamento, não foram selecionadas;
- EC5. Publicações que já foram incluídas em outra biblioteca digital (duplicatas) não foram selecionadas.

### 3.6 SELEÇÃO DE PUBLICAÇÕES

A busca nas fontes de dados para identificar as publicações ocorreu em Julho de 2021. Três pesquisadores realizaram a seleção e extração dos dados apresentados no MSL. Kitchenham e Charters (2007) declaram que o uso de dois ou mais pesquisadores para reduzir o viés e manter a consistência da pesquisa é essencial. No primeiro filtro, o primeiro pesquisador avaliou todos os artigos devolvidos com base no título e resumo e definiu uma classificação de excluídos ou incluídos com base nos critérios de exclusão e inclusão. Em seguida, o segundo e o terceiro pesquisadores realizaram o primeiro filtro separadamente. Se fossem encontradas diferenças nas decisões de exclusão ou inclusão, os pesquisadores discutiam para resolvê-las. O artigo era aceito para leitura mais detalhada caso os pesquisadores não chegassem a uma conclusão com base no título e no resumo. Para uma rejeição da publicação, sempre era necessária uma justificativa.

No 2º e último filtro, o primeiro pesquisador leu e classificou todos os trabalhos aprovados no primeiro filtro e extraiu os dados. Em seguida, o segundo e terceiro pesquisadores verificaram os artigos e as justificativas para os excluídos e os artigos incluídos e suas extrações. Em seguida, a partir dos mesmos critérios de inclusão e exclusão, os pesquisadores selecionaram os artigos para extração dos dados. Da mesma forma, caso o artigo fosse excluído, era apresentada uma justificativa plausível. Esta justificativa plausível se deu através da explicação de porque o artigo se encaixava em um ou mais critérios de exclusão. Os critérios são claros e objetivos, no entanto, o entendimento dos pesquisadores sobre quando eles eram aplicáveis conflitou em momentos pontuais. Uma representação visual deste processo pode ser encontrada na Figura 3.1. Para realizar um MSL colaborativo, foi utilizada a ferramenta Porifera (Campos et al., 2022). O indicador Kappa para o primeiro filtro foi 0,6683 e para o segundo filtro 0,6993. Esses valores são referentes à amostra total de publicações, e ambos os valores são considerados bons segundo Altman (1990).

A Tabela 3.3 mostra que 622 artigos foram retornados após a aplicação da *string* de busca nas fontes de dados mencionadas. Do primeiro filtro, foram selecionados 155 artigos. No segundo

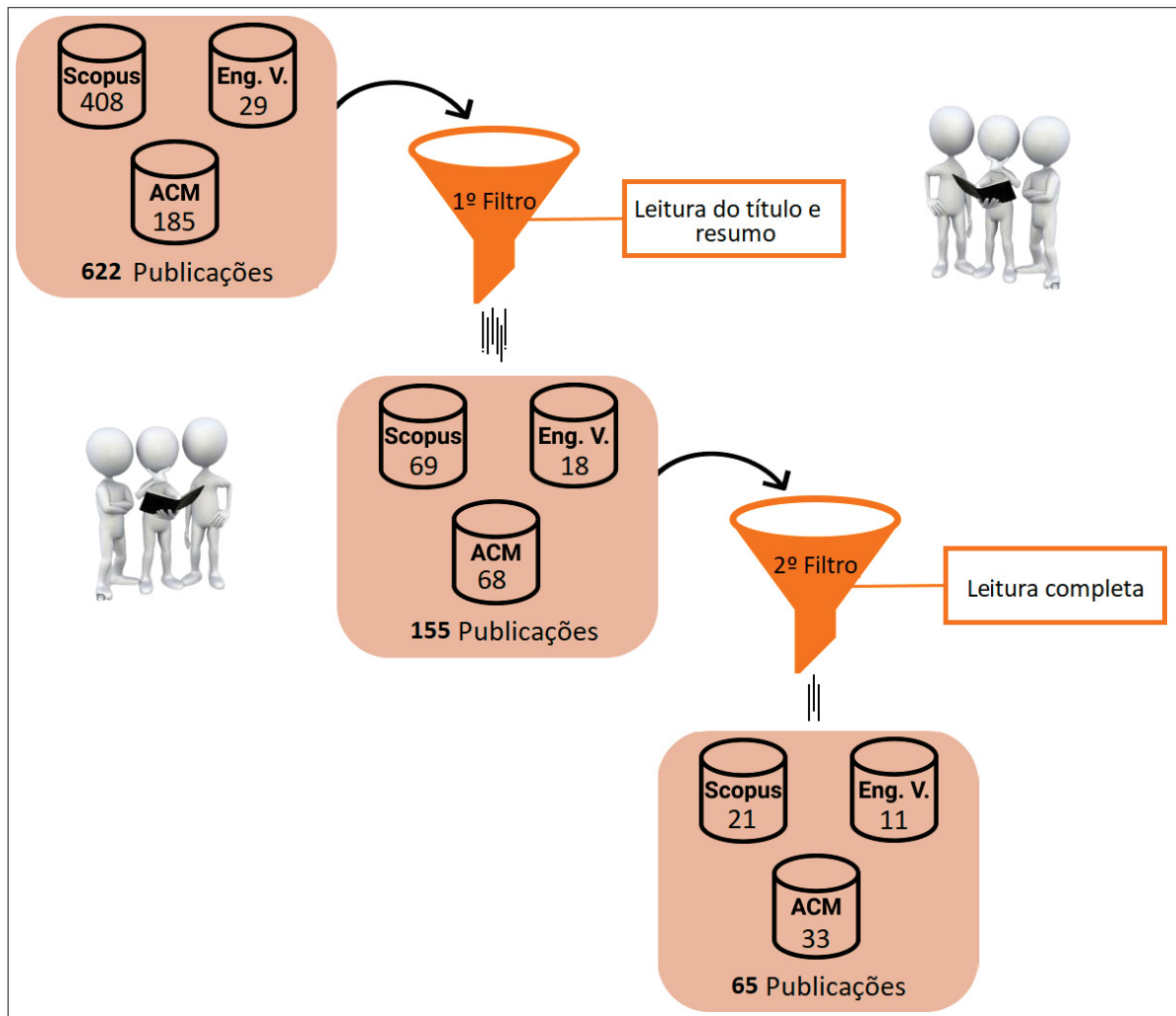


Figura 3.1: Processo de filtragem dos artigos retornados no MSL

filtro, foram selecionados e extraídos 65 artigos, cujas referências podem ser encontradas no relatório técnico disponível em: [https://figshare.com/articles/dataset/Technical\\_report/20001536](https://figshare.com/articles/dataset/Technical_report/20001536).

Tabela 3.3: Relação dos artigos retornados e selecionados

Fonte dos dados	Retornados	1º Filtro	2º Filtro
ACM Digital Library	185	68	33
Engineering Village	29	18	11
SCOPUS	408	69	21
<b>Total</b>	<b>622</b>	<b>155</b>	<b>65</b>

### 3.7 EXTRAÇÃO DE DADOS

A extração dos dados do nosso MSL foi baseada nas respostas de cada SQ (o *template* de extração pode ser achado no Apêndice A). Além das respostas das SQs, analisamos locais (conferências e periódicos) e ano de publicação. O relatório técnico contendo extrações, gráficos e outras informações está disponível no seguinte *link*:

[https://figshare.com/articles/dataset/Technical\\_report/20001536](https://figshare.com/articles/dataset/Technical_report/20001536).

### 3.8 ANÁLISE DOS DADOS

Os pesquisadores transcreveram todas as informações obtidas nas extrações para um documento no Microsoft Excel, o que ajudou a criar os gráficos mostrados na seção de resultados. Os artigos extraídos foram publicados entre os anos de 2008 e 2021. Vale ressaltar que os pesquisadores desse MSL não delimitaram intervalo de tempo para a busca dos artigos. A Figura 3.2 ilustra a visão temporal dos artigos analisados. O primeiro estudo foi registrado há 14 anos, com pico em 2013. Acredita-se que o pico observado em 2013 se deve à popularização dos *smartphones* e às novidades que a tecnologia multitoque trouxe.

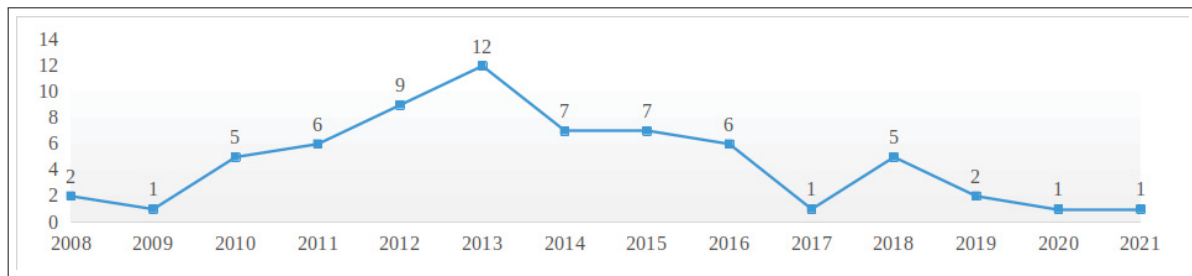


Figura 3.2: Visão temporal dos anos de publicação dos artigos

Apenas artigos aprovados por um processo de revisão por pares foram selecionados. Foi identificado um total de 25 diferentes conferências. A conferência com mais artigos analisados foi *ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, com 12 artigos. Foram analisadas publicações de 14 periódicos diferentes retornados na busca, sendo o *International Journal of Human-Computer Studies (IJHCS)* o periódico mais retornado, com 4 ocorrências. As demais conferências e revistas são apresentadas no relatório técnico.

### 3.9 RESULTADOS

Sobre a principal questão, "Quais tecnologias são usadas para avaliar a Usabilidade e UX de *software* que usa interação baseada em multitoque?", 29 diferentes tecnologias foram encontradas, com 123 ocorrências de uso. Essas tecnologias são apresentadas na Figura 3.3, com o número de ocorrências de cada uma delas. Elas foram selecionadas e classificadas com base nas descrições dos próprios autores. A tecnologia mais utilizada são os testes de Usabilidade criados para os estudos, com 31 ocorrências, seguido de questionários criados para o estudo com 29 ocorrências e o *System Usability Scale (SUS)* com 11 ocorrências. Um resumo quantitativo dessas descobertas pode ser encontrado na Tabela 3.4. Algumas SQs não foram apresentadas nesta tabela por terem respostas qualitativas muito longas.

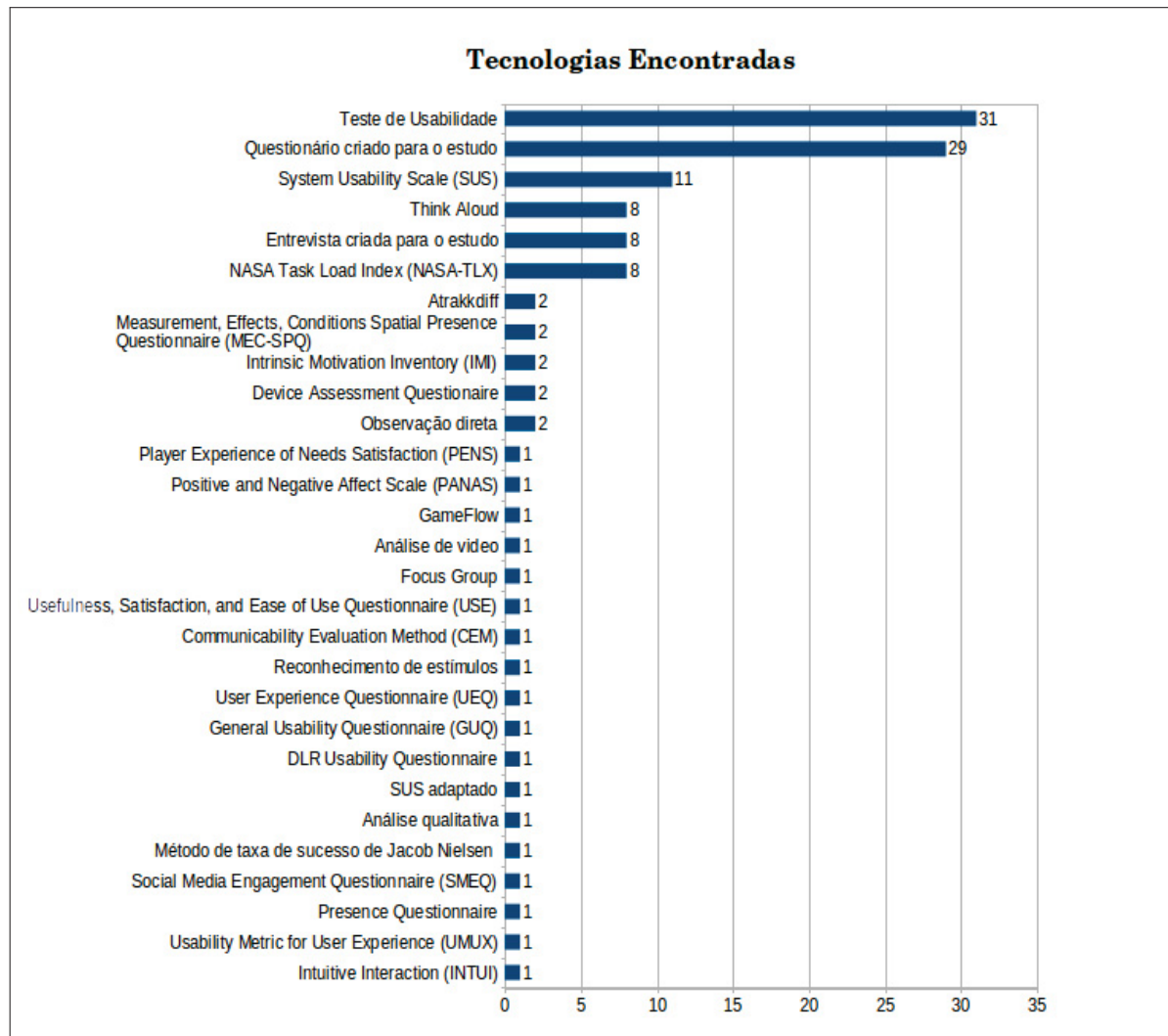


Figura 3.3: Tecnologias encontradas no MSL

Tabela 3.4: Resumo das descobertas das SQs

SQs da pesquisa	Possíveis respostas	Tecnologias	Porcentagem
<b>1. Qual o foco da tecnologia?</b>	Usabilidade	84	68,29
	UX	23	18,7
	Ambas	16	13,01
<b>3. A tecnologia de avaliação é específica para multitoque ou é genérica?</b>	Genérica	119	96,75
	Específica	4	3,25
<b>4. A tecnologia foi criada para o estudo ou é baseada em existente?</b>	Existente	44	35,77
	Criada	79	64,23
	Quantitativos	98	79,67
	Qualitativos	23	18,7

Tabela 3.4: Resumo das descobertas das SQs

<b>7. A tecnologia extrai dados SQs da pesquisa quantitativos ou qualitativos?</b>	<b>Possíveis respostas</b>	<b>Tecnologias</b>	<b>Porcentagem</b>
	Ambas	2	1,63
<b>10. O <i>software</i> multitoque foi criado para um grupo específico?</b>	Sim	14	21,21
	Não	52	78,79
<b>11. Com quantos dedos se dá a interação multitoque?</b>	2	53	50,96
	3	14	13,46
	4	9	8,65
	5	5	4,81
	6	2	1,92
	7	2	1,92
	8	2	1,92
	9	2	1,92
	10	3	2,88
	Mais de 2	12	11,54
<b>12. Quais os gestos usados na interação multitoque?</b>	Arrastar	37	33,94
	Pinça	31	28,44
	Rotação	18	16,51
	Toque	11	10,09
	Tocar e arrastar	4	3,67
	Gesto livre	1	0,92
	Não definido	7	6,42

### 3.9.1 SQ1. Critério de qualidade

Os resultados da SQ1 indicaram que 68,29% (n=84) das tecnologias focaram sua avaliação no critério Usabilidade. Por exemplo, em Giesler et al. (2014), os autores avaliaram a precisão, velocidade e dificuldade dos participantes ao interagirem com objetos 3D através de suas sombras. A tecnologia utilizada foi um questionário criado para o estudo, que continha quatro questões a serem respondidas por uma escala Likert de 5 pontos variando de "muito fácil" à "muito difícil".

Cerca de 18,7% (n=23) das tecnologias foram utilizadas para avaliar a UX de sistemas multitoque. Em Wang e Lindeman (2012), um questionário criado para o estudo foi utilizado para avaliar aspectos como diversão, enjôo e sensação de presença. Além disso, 13,01% (n=16)

das tecnologias identificadas foram utilizadas para avaliar Usabilidade e UX. Jacucci et al. (2010) usou a tecnologia Measurement, Effects, Conditions Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ) (Vorderer et al., 2004) para avaliar experiência, concentração, erros, pensamento ativo e espaço de imaginação.

### 3.9.2 SQ2. Aspectos de Usabilidade e UX

Os resultados na SQ2 identificaram 83 diferentes aspectos usados para avaliar Usabilidade e 76 diferentes aspectos para avaliar UX em sistemas multitoque. Para reduzir o viés dos pesquisadores, classificamos os aspectos de acordo com a definição e os termos fornecidos pelos autores dos artigos. Observamos que alguns aspectos, como eficiência e precisão, são considerados em alguns casos como um aspecto de Usabilidade e em outros como UX. Para evitar a classificação enviesada, os aspectos foram classificados de acordo com as definições dos próprios autores. Os aspectos de Usabilidade identificados são apresentados na Tabela 3.5. O aspecto de Usabilidade mais utilizado foi o desempenho, que foi utilizado 27 vezes. Em trabalho apresentado por Wagner et al. (2012), os autores calcularam o desempenho a partir do tempo gasto pelos participantes para tentar, reagir e realizar tarefas bimanuais em um *tablet*.

Tabela 3.5: Aspectos de Usabilidade.

performance (27)	Usabilidade geral (22)	facilidade de uso (20)
eficiência (13)	eficácia (11)	demanda mental (9)
frustração (8)	esforço (8)	demanda temporal (8)
demanda física (8)	intuitividade (7)	facilidade de aprendizado (7)
velocidade (5)	acurácia (5)	precisão (3)
compreensibilidade (2)	utilidade (2)	aprendibilidade (2)
familiaridade (2)	rapidez de uso (2)	carga de trabalho (2)
satisfação (2)	ajuda (1)	lembrar (1)
nível de zoom (1)	número de interações (1)	direto (1)
trabalhoso (1)	inútil (1)	útil (1)
complicado (1)	fácil (1)	conforto (1)
modo de execução da tarefa (1)	esforço mental de transição (1)	relação espacial (1)
transição suave (1)	frequência de uso (1)	necessidade (1)
aceitação do usuário (1)	senso de controle (1)	controle (1)
concentração (1)	objetivos (1)	equilíbrio entre habilidade/desafio (1)
espaço de imaginação (1)	pensamento ativo (1)	erro (1)
facilidade de classificação (1)	facilidade de seleção (1)	diversão de usar (1)
tangibilidade (1)	ergonomia (1)	confiabilidade de interação (1)
facilidade de lembrar (1)	simplicidade (1)	facilidade de operar sem olhar (1)
facilidade de execução (1)	recuperação de erros (1)	dificuldade (1)
demanda mental de operação (1)	desempenho de aprendizagem (1)	relevância (1)
postura (1)	classificação de individualização (1)	tolerância a erros (1)
conformidade das expectativas do usuário (1)	número de pousos (1)	classificação geral (1)
violação de separação (1)	taxa de adoção (1)	suavidade da operação (1)
suavidade da transição (1)	tempo de adaptação (1)	nível de integração (1)
força (1)	simultaneidade (1)	densidade (1)
fragmentação (1)	manipulação (1)	interação entre objetos flutuantes (1)

Os aspectos de UX identificados podem ser encontrados na Tabela 3.6. A UX geral foi o aspecto de UX mais identificado, mostrando que alguns autores avaliaram a UX de forma generalizada. Por exemplo, Leftheriotis (2013) usou vídeos e imagens dos usuários para avaliar a UX geral do usuário ao usar *software* para aumentar a segurança ao inserir senhas em público.

Tabela 3.6: Aspectos de UX.

UX geral (5)	atração (4)	conforto (3)
gozo (3)	estimulação (3)	tensão (2)
esforço (2)	preferência (2)	novidade (2)
identidade (2)	qualidade hedônica (2)	qualidade pragmática (2)
espaço imaginativo (1)	percepção de presença (1)	perturbado (1)
controle intuitivo (1)	imersão (1)	relacionamento (1)
autonomia (1)	competência (1)	perda de equilíbrio (1)
efeitos posteriores (1)	diversão (1)	náusea (1)
enjôo (1)	sensação de presença (1)	desagradável (1)
agradável (1)	qualidade da composição do sistema (1)	excitante (1)
fraco (1)	claro (1)	confuso (1)
ruim (1)	bom (1)	segurança (1)
competência percebida (1)	pressão (1)	afeto negativo (1)
afeto positivo (1)	importância (1)	interesse (1)
concentração (1)	facilidade de uso (1)	prazer (1)
experiência (1)	desconexão funcional (1)	percepção de fadiga (1)
desconexão cognitiva (1)	desconexão perceptiva (1)	conforto de estímulos (1)
força de estímulos (1)	relevância (1)	interferência física (1)
senso de colaboração (1)	percepção de não funcionalidade (1)	fluxo de funcionalidade (1)
reação dos participantes (1)	clareza (1)	perspicácia (1)
confiabilidade (1)	eficiência (1)	
consciência (1)	presença espacial (1)	atenção (1)
motivação (1)	precisão (1)	fatores de realidade (1)
distração (1)	sensibilidade (1)	fatores de controle (1)
sentimento geral (1)	intuição (1)	verbalização (1)
experiência mágica (1)	dificuldade percebida (1)	

### 3.9.3 SQ3. Especificidade da tecnologia de avaliação

Cerca de 96,75% (n=119) das tecnologias retornadas não são específicas para sistemas multitoque. Eles podem avaliar qualquer software para multitoque, sistemas *web* e interação por voz, entre outros. Uebbing-Rumke et al. (2014) utilizou o SUS (Brooke, 1996) para avaliar a

Usabilidade de um simulador de controle de tráfego aéreo. O SUS é uma tecnologia de avaliação utilizada em diferentes contextos e contém dez afirmações sobre Usabilidade que podem ser respondidas por uma escala Likert de 5 pontos.

Cerca de 3,25% (n=4) das tecnologias foram específicas para o contexto multitoque. Por exemplo, Martin-SanJose et al. (2017) desenvolveu um questionário com perguntas específicas sobre um sistema educacional desenvolvido para ajudar os alunos a entender e gerenciar dinheiro, moedas e cédulas. Algumas das perguntas foram "Aprendi melhor o sistema do euro completando exercícios individualmente com papel e lápis em vez de usar o *tabletop*" e "Realizei todas as atividades para aprender o sistema monetário em um grupo com o *tabletop*". Esse experimento teve duração de três semanas, com trabalho colaborativo e, ao final do período, os alunos responderam ao questionário que focava na motivação.

#### 3.9.4 SQ4. Base da tecnologia de avaliação

Os resultados da SQ4 revelaram que 35,77% (n=44) das tecnologias utilizadas são baseadas em uma já existente. Por exemplo, em Watson et al. (2013), os autores utilizaram a tecnologia *Player Experience of Needs Satisfaction* (PENS) (Ryan et al., 2006) para avaliar a Usabilidade de um jogo. O PENS avalia competência, autonomia, relacionamento, imersão e controle intuitivo por meio de uma escala Likert de 5 pontos.

Em contrapartida, 64,23% (n=79) das tecnologias foram criadas explicitamente para o estudo relatado no artigo. Por exemplo, em Kim et al. (2012), os autores criaram um questionário para avaliar um sistema desenvolvido para triagem de fotos. Este questionário continha questões sobre Usabilidade que foram respondidas por uma escala Likert de 5 pontos.

#### 3.9.5 SQ5. Método de coleta de dados

A SQ5 mostrou que foram identificados 20 métodos para coletar dados dos participantes. Foram verificados os seguintes métodos que são apresentados na Figura 3.4. O método de coleta mais utilizado é a escala Likert, utilizada em 62 ocasiões, onde os usuários responderam uma escala de concordância de acordo com o depoimento fornecido. Por exemplo, Tseng et al. (2018) usou uma escala Likert para coletar respostas de 6 afirmações que foram respondidas em 5 pontos. Além disso, foram verificados outros métodos utilizados várias vezes, como tempo gasto em tarefas, arquivos de *log* do sistema e perguntas abertas (análise qualitativa das respostas dos usuários). Em 8 artigos, não foi possível identificar o método de coleta de dados.

#### 3.9.6 SQ6. Características das tecnologias de avaliação

A SQ6 foi respondido com respostas abertas, variando de acordo com a tecnologia. Sobre a tecnologia mais utilizada (Testes de Usabilidade), a SQ6 extraiu os métodos utilizados e os dados coletados. Por exemplo, Nacher e Jaen (2015) registraram a porcentagem do número de repetições realizadas com sucesso, a taxa de erro e o tempo de conclusão em um arquivo de *log* para medir a precisão das crianças da pré-escola.

Sobre a segunda tecnologia de avaliação mais utilizada, os questionários criados para o estudo, a SQ6 extraiu todas as questões contidas no questionário. Por exemplo, em Echtler et al. (2009), os autores criaram um questionário com seis afirmações para avaliar o prazer, a perturbação, a percepção de presença e a eficiência de um jogo de Sudoku rodando em uma tela pública e dispositivos móveis transportados por usuários de passagem. Entre as declarações, podem ser citadas "Você foi perturbado pelas ações de outros jogadores quando jogou no *handheld*?" e "Quão presentes estavam os outros jogadores quando você jogou no *tabletop*?".

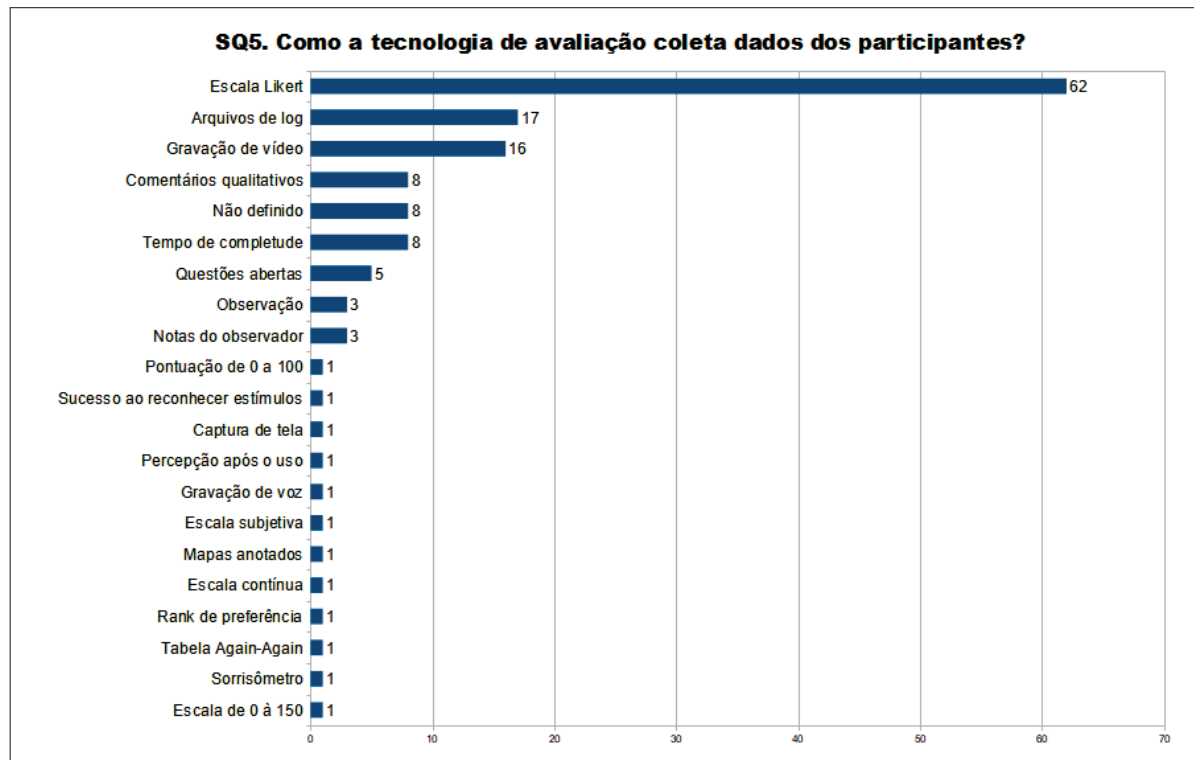


Figura 3.4: Foram encontrados vinte métodos diferentes de coleta de dados

A SQ6 extrai as características de cada tecnologia de avaliação, como medida do tempo para finalizar tarefas e fórmulas para calcular erros. Das tecnologias de questionário e entrevista, foram extraídas perguntas e depoimentos. Métodos e dados foram extraídos de tecnologias de análise. Das tecnologias de métricas e modelos, o cálculo foi extraído.

### 3.9.7 SQ7. Tipo de análise

Os resultados da SQ7 revelaram que 79,67% (n=98) das tecnologias avaliaram quantitativamente os sistemas multitoque. Martin-SanJose et al. (2017) realizaram uma análise quantitativa com base nas respostas obtidas com uma escala de Likert de 5 pontos. A escala variou de "nunca" a "sempre", o que responde a 14 questões referentes à motivação.

Aproximadamente 18,7% (n=23) das tecnologias avaliaram os dados qualitativamente. Renzi e Freitas (2014) analisaram a gravação de voz e vídeo do estudo para realizar uma análise qualitativa com base nos *insights* obtidos com o método Think Aloud (Lethbridge et al., 2005). O Think Aloud visa identificar possíveis pensamentos dos usuários com base no que eles dizem em voz alta durante o experimento.

Apenas 1,63% (n=2) das tecnologias avaliaram os dados quantitativamente e qualitativamente. No trabalho apresentado por Freitag et al. (2012), os autores criaram um questionário que continha questões a serem respondidas com uma escala Likert de 5 pontos, variando de "baixo" a "alto", com espaço para comentários abertos.

### 3.9.8 SQ8. Função do sistema multitoque

A SQ8 extrai dados subjetivos sobre sistemas multitoque e foi utilizada para capturar uma descrição das funcionalidades do *software* avaliado. Por exemplo, em Coram et al. (2013), os autores avaliaram um sistema para análise e visualização em astrodinâmica, apoiando a análise

de missões espaciais. Além disso, Fabroyir (2019) avaliou um sistema de mapas, onde a interação através do multitoque foi comparada com a interação do controle do jogo.

### 3.9.9 SQ9. Categoria do sistema multitoque

A SQ9 apresenta uma categorização dos sistemas identificados no SQ8. As categorias com o número de trabalhos foram: facilidades diárias (24), realidade virtual (11), diversão (7), mobilidade (3), segurança (3), educação (2), saúde (2), realidade aumentada (2), edição de imagens (1), mobilidade aeronáutica (1), música (1), interação e simulação 3D (1), criatividade (1), acessibilidade (1), visualização espacial (1), ambiente de navegação 3D (1), manipulação de objetos (1), redes sociais (1). Em um caso, a categoria não pôde ser definida.

Leftheriotis et al. (2015) abordaram diariamente instalações, onde avaliaram um sistema feito para identificar espécies vegetais. Sobre os sistemas de saúde, Madni et al. (2016) avaliaram duas técnicas diferentes de orientação para diagnóstico e monitoramento de imagens médicas na perspectiva do usuário. Fu et al. (2010) avaliaram um sistema educacional feito para a exploração de simulações de astrofísica 3D.

### 3.9.10 SQ10. Grupo de usuários do sistema multitoque

Os resultados da SQ10 revelaram que 78,79% (n=52) dos sistemas avaliados não foram criados para um grupo de pessoas. Em contrapartida, 21,21% (n=14) dos sistemas foram criados para atender alguns grupos. Os grupos e o número de sistemas multitoque criados para direcioná-los são Motoristas (2); Alunos (2); Cegos/Deficientes Visuais (1); Controladores de Tráfego Aéreo (1); Especialistas em Design (1); Médicos (1); Cientistas com especialidades em bioquímica (1); Especialistas em Astrodinâmica (1); Profissionais da Aeronáutica (1); Editores (1); Crianças (1); Designers de moda (1).

Os motoristas e alunos foram os grupos com maior segmentação de sistemas multitoque retornados. Por exemplo, em Colley et al. (2015), os autores avaliaram a Usabilidade e UX de um sistema multimídia de um carro.

### 3.9.11 SQ11. Número de dedos usados

Na SQ11 buscou-se identificar o número de dedos usados nos sistemas multitoque. O número de dedos e suas ocorrências são: 2 dedos (53), 3 dedos (14), 4 dedos (9), 5 dedos (5), 6 dedos (2), 7 dedos (2), 8 dedos (2), 9 dedos (2), 10 dedos (3). Em 12 artigos não foi possível identificar o número exato de dedos utilizados, mas com certeza foram mais de 2. Por exemplo, em Micire et al. (2011), os autores avaliaram uma interface que utilizava 10 dedos para pilotar um robô.

### 3.9.12 SQ12. Gesto usado

Na SQ12, foram identificados e classificados os gestos utilizados nos estudos. Por falta de uma classificação prévia, os gestos foram divididos em categorias genéricas que pudessem abranger as variedades de gestos encontradas. As categorias e as ocorrências em que foram utilizadas são: Arrastar (37), Pinça (31), Rotação (18), Toque (11), Tocar e Arrastar (4) e Gesto Livre (1). Em 7 casos não foi possível identificar os gestos. Por exemplo, em Pfeiffer et al. (2010), os participantes foram convidados a criar 19 gestos diferentes para interagir com um sistema de música e um sistema de navegação em um carro.

### 3.9.13 SQ13-SQ15. Avaliação empírica da tecnologia de avaliação

Sobre a SQ13, verificou-se se as tecnologias de avaliação passaram por uma avaliação empírica pelos autores, o que é um passo importante para verificar os limites e a qualidade da tecnologia. No entanto, nenhuma das tecnologias encontradas foi avaliada empiricamente, mesmo quando foram criadas para o estudo, no caso em que essa validação seria mais crucial (Shull et al., 2001). Em relação à SQ14 e SQ15, também não obteve-se resultados, pois não houve avaliação empírica.

### 3.9.14 SQ16-SQ18. Avaliação empírica da tecnologia multitoque

A SQ16 verificou se houve ou não avaliação empírica da interface multitoque apresentada nos artigos. Através da SQ16, pôde-se verificar que todas as interfaces baseadas em multitoque passaram por uma avaliação empírica. Em seguida, a SQ17 resumiu o experimento realizado em cada artigo para facilitar o entendimento, a análise e o trabalho futuro com base em cada extração. Por fim, a SQ18 coletou o número de participantes presentes em cada estudo. A quantidade de participantes é muito variada, podendo ir de 2 a 326. Por exemplo, Rodriguez-Conde e Campos (2020) realizaram um estudo de caso com 326 participantes para descobrir as diferenças entre interação através de multitoque e *desktop*.

## 3.10 DISCUSSÃO SOBRE O MSL

A análise através do MSL sobre tecnologias utilizadas para avaliar Usabilidade e/ou UX em sistemas multitoque revelou 29 tecnologias diferentes. Além disso, essas tecnologias tiveram 123 ocorrências totais ao contabilizar as tecnologias repetidas.

Identificou-se a falta de um padrão nas tecnologias utilizadas, com os autores preferindo criar suas tecnologias de avaliação. Essa identificação é evidenciada pelo elevado número de testes de Usabilidade e questionários criados para o estudo. É possível que os pesquisadores prefiram criar suas próprias tecnologias devido ao desconhecimento de outras existentes, ou possivelmente ao procurarem e não encontrarem alguma que se encaixe no contexto multitoque. No entanto, embora a criação de sua tecnologia permita que você aborde os problemas específicos do projeto, dificulta que a tecnologia seja reutilizada por outras pessoas. Além disso, todas as tecnologias criadas não passaram por avaliação empírica, o que pode ameaçar sua validade.

Sobre a SQ1, é notável o pequeno número de tecnologias que avaliam Usabilidade e UX juntas, como pode ser visto em Guerino e Valentim (2020), onde das 110 tecnologias encontradas que avaliam Usabilidade e UX em NUIs, apenas 2 as avaliam conjuntamente. A maioria das tecnologias avalia aspectos de Usabilidade. É possível que com o desenvolvimento e uso de tecnologias que focam em ambos aspectos, seja alcançada uma maior compreensão da qualidade de *software*.

Em relação à SQ2, fica evidente que os conceitos de UX e Usabilidade não são os mesmos entre os autores, pois aspectos como conforto e esforço são considerados UX por alguns autores e Usabilidade por outros. Seguindo os aspectos que compõem a Usabilidade, segundo a ISO/IEC 25010 (2011), foi identificado que dois dos três principais aspectos estão presentes nas avaliações de Usabilidade, que são eficácia e eficiência. Sobre a UX, os autores preferem avaliar a experiência geral do usuário em detrimento de outros aspectos específicos.

Na SQ3, é encontrada uma discrepância entre tecnologias específicas para avaliar interações multitoque e tecnologias genéricas. Embora as tecnologias genéricas tenham a vantagem de serem utilizadas em outros estudos, acredita-se que sua forma genérica de avaliação não cumpre bem seu papel no contexto multitoque. Para uma melhor compreensão e avaliação,

são necessárias formas de avaliar as especificidades do multitoque, ou seja, o número de dedos e gestos utilizados. A falta dessas formas específicas de avaliar esse contexto pode impactar negativamente o processo de avaliação e a qualidade desses sistemas. Esse impacto negativo pode ocorrer de diferentes maneiras. Forlines et al. (2007) demonstra que a falta de precisão na detecção de toques ou gestos é um ponto que pode prejudicar significativamente a experiência do usuário. Da mesma forma, a falta de *feedback* mecânico é algo que deve ser levado em consideração, devido à capacidade de gerar reações negativas em comparação com outros dispositivos como *mouse* e teclado (Buxton et al., 2007). Além desses aspectos, outro problema que pode interferir na Usabilidade e/ou UX é a falta de padronização de gestos, o que pode exigir que os usuários aprendam gestos diferentes em diferentes aplicativos para realizar a mesma tarefa (Liang et al., 2011). É possível que o fato de que não são encontradas tecnologias específicas para este cenário mesmo com estes impactos negativos relevantes denote uma falta de compreensão do nível da qualidade que pode ser alcançada através de uma tecnologia específica para o contexto.

Na SQ4, os resultados revelam que a maioria das tecnologias estão sendo criadas para o estudo, o que mostra uma falta de padronização entre essas tecnologias. Esse resultado corrobora com a análise apresentada na SQ3. Além disso, mesmo entre as tecnologias baseadas nas existentes, quase nenhuma considera as especificidades do contexto multitoque.

Com a SQ5, é possível afirmar que a escala Likert é o método de coleta mais utilizado. Ocorre 62 vezes, seguido de arquivos de *log* com 17 ocorrências, sendo os principais métodos para compor os dados quantitativos da SQ4. Os principais métodos de coleta de dados qualitativos são compostos por tecnologias que possuem observações, anotações e perguntas abertas. A avaliação de dados qualitativos tem importância significativa na melhoria da qualidade dos sistemas, permitindo identificar problemas de Usabilidade e UX em sistemas multitoque.

Em relação à SQ6, foram verificadas e coletadas as características das tecnologias de avaliação. Os questionários elaborados para os estudos mostram sua versatilidade, possibilitando a realização de qualquer número e natureza de perguntas, permitindo maior autonomia aos autores nesse processo. No entanto, percebe-se a necessidade e o trabalho dos próprios autores em criar um método de avaliação para um único estudo.

Sobre a SQ7, os resultados mostram que o tipo de análise mais utilizado é o quantitativo, sendo o qualitativo e ambos uma pequena parte do montante. Esse resultado demonstra que o autor prefere focar em números ao invés de aspectos subjetivos em análises qualitativas. Acredita-se que tecnologias de avaliação com foco em dados quantitativos e qualitativos podem trazer mais diversidade e pontos de vista sobre os temas pesquisados.

Na SQ8, observa-se que os sistemas multitoque desempenham diversas funções, desde a pilotagem do robô até a manipulação de proteínas. Essa variedade de funções se reflete na presença de áreas sociais, desde a acessibilidade até a exploração do espaço.

De acordo com a SQ9, pode-se observar que o objetivo primordial dos sistemas multitoque é facilitar o dia a dia do usuário. Essa facilidade pode ser exemplificada pela expansão do uso do multitoque em diversos dispositivos, como *smartphones*, *tablets*, *tabletops* e todos os tipos de telas. Os resultados também identificam sistemas multitoque em áreas como mobilidade, saúde, entretenimento, entre outras.

Observa-se que os sistemas multitoque não se restringem a instalações gerais, mas possuem uma motivação particular em alguns casos. Um exemplo de motivação pode ser um grupo de pessoas. A maioria dos sistemas multitoque analisados não são projetados para atender um grupo específico, mas os resultados da SQ10 mostram que alguns possuem uma direção de grupo. Além disso, foi observada uma ligação entre sistemas multitoque e acessibilidade, uma vez que alguns desses sistemas focam em pessoas com dificuldade em realizar interações convencionais, como crianças, cegos e idosos.

Sobre a SQ11, quase todos os sistemas avaliados utilizam 2 dedos para fazer a interação. Esse resultado era esperado, pois a maioria dos gestos multitoque conhecidos usa 2 dedos. No entanto, o uso de 3 dedos também é comum. Alguns estudos mostram o uso de 2 ou mais dedos no experimento, mas não deixam claro o número exato. A maioria das interações com mais de 3 dedos ocorreu em sistemas que permitem interação com 10 dedos. Algumas interações envolveram mais de uma pessoa interagindo ao mesmo tempo. Nessas ocasiões, foram analisadas apenas as características de interação de um único participante.

Na SQ12, os gestos utilizados nos estudos foram verificados. Os gestos foram divididos em seis grandes categorias (arrastar, pinça, rotacionar, tocar, tocar e arrastar, gesto livre), pois cada estudo pode utilizar um gesto específico que não é facilmente descrito. Estes gestos podem ser encontrados na Figura 3.5 Além disso, muitos estudos dão nomes diferentes ao mesmo gesto, misturando a funcionalidade do gesto com o próprio gesto. A partir disso, optou-se por agrupar esses gestos pela forma como são realizados materialmente. O arrasto é definido quando os dedos tocam a tela e vão em qualquer direção. A rotação ocorre quando dois ou mais dedos realizam um gesto circular, seja em torno de si mesmos ou em torno de um eixo comum aos dedos utilizados. Tocar e arrastar é definido pelo toque constante de um dedo enquanto outro dedo é arrastado pela tela. O toque é um simples toque na tela. A pinça ocorre quando há o movimento de afastar ou aproximar os dedos, gesto comumente utilizado para realizar a ação de *zoom*. O gesto livre ocorreu apenas uma vez, em um papel que permitia aos usuários criar qualquer gesto para a interação.

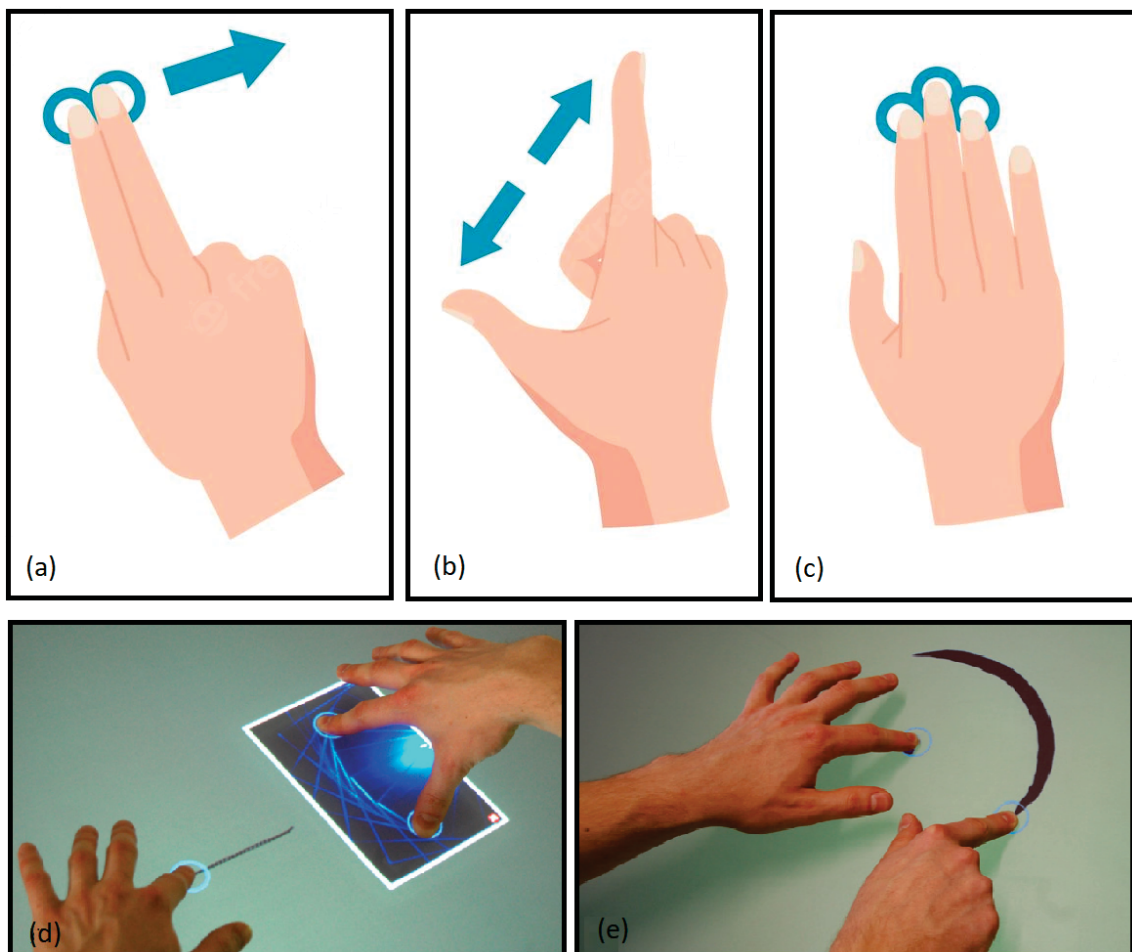


Figura 3.5: Gestos multitoque. (a) arrastar, (b) pinça, (c) toque, (d) tocar e arrastar, (e) rotação.

Em relação às SQs 13-15, todas as tecnologias são utilizadas sem serem submetidas a uma avaliação empírica. A falta de avaliação empírica é confirmada pelo alto uso de questionários criados para apenas um estudo. Além disso, de acordo com os resultados, nenhuma das tecnologias de avaliação passa pelo processo de empirismo. Esse processo busca aspectos como verificação de viabilidade e validação, etapas importantes para refinar a tecnologia e identificar problemas que possam interferir na qualidade da avaliação (Mafra et al., 2006).

As SQs 16-18 atendem a avaliação empírica das interfaces multitoque. Um resumo da descrição do experimento foi coletado, para permitir uma melhor compreensão do processo empírico ao qual os participantes foram submetidos. Este resumo difere de artigo para artigo e pode conter instruções fornecidas, tarefas executadas e descrições de ambiente. Também foi coletada a quantidade de participantes. O estudo com o menor número de participantes teve 2, enquanto o maior teve 326, e a maioria deles não ultrapassa 50 participantes.

### 3.11 AMEAÇAS À VALIDADE DO MSL

É mostrado por Ampatzoglou et al. (2019) a necessidade e importância de reduzir os riscos à validade dos estudos secundários. Por isso, algumas estratégias foram aplicadas para reduzir o impacto das ameaças. O protocolo bem consolidado feito por Kitchenham e Charters (2007) foi seguido. Como a *string* de pesquisa é parte determinante dos resultados exibidos, os especialistas na área revisaram cuidadosamente seus termos, e a própria *string* passou por uma quantidade significativa de testes para ser refinada.

Três pesquisadores fizeram parte desse projeto, ajudando a reduzir outra ameaça, o viés autoral. Essa participação ocorreu no processo de revisão do protocolo, seleção dos artigos, extração e análise dos dados. O primeiro pesquisador leu todos os títulos e resumos e classificou os artigos do primeiro filtro. O segundo e terceiro pesquisadores também leram todos os títulos e resumos. Uma discussão entre os três pesquisadores foi realizada para cada artigo que não concordou com a inclusão/exclusão. Em seguida, o primeiro pesquisador analisou e extraiu os dados dos artigos no segundo filtro. O segundo e terceiro pesquisadores revisaram as extrações. Diferenças na inclusão ou exclusão foram discutidas, e nenhum artigo foi excluído sem uma justificativa plausível.

Ameaças que não puderam ser controladas podem ter influenciado os resultados da pesquisa. Por exemplo, (i) informações insuficientes nos artigos a serem extraídas; (ii) definições e tratamentos não padronizados de termos; (iii) falta de detalhamento das tecnologias de avaliação ou sistemas multitoque. No entanto, acreditamos que o processo de revisão por pares reduziu o impacto dessas ameaças.

### 3.12 BENCHMARK

Após a realização do MSL e a publicação dos seus resultados no IHC (Filho et al., 2022), os autores foram convidados para estender essa publicação no Journal on Interaction Systems (JIS)<sup>4</sup>. Esta versão estendida contou com um *benchmark* envolvendo as tecnologias encontradas, para melhor caracterizá-las e analisá-las. Um *benchmark* é um método usado para medir, comparar, definir melhores práticas, implementar e melhorar um software ou produto (Anand e Kodali, 2008). No *benchmark* feito nessa pesquisa, foi feita a análise dos questionários retornados no MSL.

Alguns questionários não puderam ser incluídos na análise. O Questionário de Usabilidade Geral (Uebbing-Rumke et al., 2014) e o Questionário de Usabilidade DLR (Uebbing-

<sup>4</sup><https://doi.org/10.5753/jis.2023.3279>

Rumke et al., 2014) não foram incluídos no *benchmark* porque os autores não os deixaram disponíveis no artigo. Pela mesma razão, não foram selecionados os questionários elaborados especificamente para os estudos onde foram aplicados, podendo esses serem consultados na Tabela 3.7.

Tabela 3.7: Questionários criados para o estudo encontrados em MSL

(Colley et al., 2015) (Jetter et al., 2011)	(Giesler et al., 2014) (Zhang et al., 2020)	(Kim et al., 2012) (Wang e Lindeman, 2014)
(Ackad et al., 2010)	(Wang e Lindeman, 2012)	(Liang et al., 2011)
(Huerta et al., 2011) (Bertolo et al., 2013)	(Echtler et al., 2009) (Freitag et al., 2012)	(Ghomi et al., 2013) (Mossel et al., 2013)
(Lissermann et al., 2014)	(Telkenaroglu e Capin, 2013)	(Tuddenham et al., 2010)
(Olwal et al., 2008) (Wang e Lindeman, 2015)	(Chen et al., 2016) (Tseng et al., 2018)	(Kim e Lee, 2015) (Cascales-Martínez et al., 2016)
(Hsiao et al., 2014) (Zaharias et al., 2013)	(Bertolo et al., 2013) (Hachet et al., 2011)	(Ducasse et al., 2018) (Hachet et al., 2011)

No total foram catalogados 14 questionários (Tabela 3.8). Como pode ser visto na Tabela 3.9, identificou-se algumas características desses questionários, como o número de questões. O critério avaliado pelas tecnologias foi analisado nesses questionários e classificado como Usabilidade, UX ou ambos. As escalas, por sua vez, também se tornaram um aspecto analisado, pois sua presença foi percebida em todos os questionários. Observando as questões desses questionários, notou-se três tipos diferentes: questões extensas que podem formular uma linha de pensamento (resposta Sim - tem questão para cada aspecto), apenas aspectos que se contrapuseram em diferentes extremos de escalas (resposta Não - não possui questões para cada aspecto), e aspectos avaliados por termos isolados do Positive And Negative Affect Scale (PANAS) (Watson e Clark, 1994).

O número de questões encontradas varia de quatro (PENS e UMUX) a 45 (IMI). O número de perguntas implica quanta informação pode ser fornecida pelo usuário. Questionários que desejam extrair muita informação devem considerar que mais perguntas podem ser benéficas. No entanto, quando o objetivo do questionário é uma resposta rápida e não muito aprofundada sobre o que se deseja descobrir, poucas perguntas podem ajudar a tornar o processo mais tranquilo e rápido. A quantidade de perguntas também implica em quantos aspectos de Usabilidade e/ou UX podem ser avaliados.

O critério predominante visado pelos questionários é a UX, sendo 57,14% da amostra (n = 8), seguido da Usabilidade com 35,71% (n = 5). Apenas o MEC-SPQ busca avaliar Usabilidade e UX conjuntamente, representando 7,14% (n = 1) do grupo analisado. A avaliação conjunta de Usabilidade e UX permite verificar, simultaneamente, aspectos ligados a objetivos comportamentais e aqueles ligados a sentimentos dos usuários (Väättäjä et al., 2009). A avaliação de UX e Usabilidade de formas separadas, predominantes neste conjunto de questionários, pode indicar que uma análise completa do comportamento do usuário costuma ser realizada utilizando mais de uma tecnologia de avaliação.

Em relação às escalas utilizadas, 57,14% (n = 8) utilizam escalas de 7 pontos: Attrakdiff, IMI, INTUI, NASA-TLX, Presence Questionnaire, UEQ, UMUX e USE. Os questionários que

Tabela 3.8: Questionários catalogados no *benchmark*

Attrakdiff (Hassenzahl, 2004)	Device Assessment Questionnaire (DAQ) (ISO 9241-9, 2000)	Intrinsic Motivation Inventory (IMI) (Ryan e Deci, 2000)
Intuitive Interaction (INTUI) (Ullrich e Diefenbach, 2010)	Measurement, Effects and Conditions – Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ) (Vorderer et al., 2004)	NASA-Task Load Index (NASA-TLX) (Hart, 1986)
Positive And Negative Affect Scale (PANAS) (Watson e Clark, 1994)	Player Experience of Need Satisfaction (PENS) (Ryan et al., 2006)	Presence Questionnaire (Witmer e Singer, 1998)
Social Media Engagement Questionnaire (SMEQ) (Przybylski et al., 2013)	System Usability Scale (SUS) (Brooke, 1996)	User Experience Questionnaire (UEQ) (Laugwitz et al., 2008)
Usability Metrics for User eXperience (UMUX) (Finstad, 2010)	Usefulness, Satisfaction and Ease of Use Questionnaire (USE) (Lund, 2001)	

Tabela 3.9: Resultado do *benchmark*

Questionários	Quantidade de Questões	Crítérios	Escalas	Questões para cada aspecto
AttrakDiff	28	UX	7 pontos	Não
DAQ	13	Usabilidade	5 pontos	Sim
IMI	45	UX	7 pontos	Sim
INTUI	17	UX	7 pontos	Sim
MEC-SPQ	20	Ambos	5 pontos	Sim
NASA-TLX	6	Usabilidade	7 pontos	Sim
PANAS	20	UX	5 pontos	Não
PENS	4	UX	2-3 pontos	Não
Questionário de Presença	29	UX	7 pontos	Sim
SMEQ	5	UX	8 pontos	Sim
SUS	10	Usabilidade	5 pontos	Sim
UEQ	26	UX	7 pontos	Não
UMUX	4	Usabilidade	7 pontos	Sim
USE	30	Usabilidade	7 pontos	Sim

utilizam escalas de 5 pontos são DAQ, MEC-SPQ, PANAS e SUS, correspondendo a 28,57% (n = 4) da amostra. O SMEQ utiliza uma escala de 8 pontos, que é 7,14% (n = 1) da amostra. O SMEQ avalia quantos dias da semana o usuário utiliza as redes sociais. Como a semana tem sete dias, o ponto extra corresponde à opção “Não uso redes sociais”. O PENS utiliza uma escala variável de 2 a 3 pontos, sendo 7,14% (n = 1) das ocorrências. O PENS possui essa escala variável porque algumas de suas questões dão a opção de atribuir uma ou duas estrelas, enquanto outras dão uma nota de uma a três.

Discutir o número de pontos usados em uma tecnologia de avaliação pode orientar um pesquisador a usar um número otimizado de perguntas para o contexto. Chyung et al. (2017) faz uma análise que mostra que o motivo mais importante na escolha do número de pontos é a presença de um ponto médio. Um ponto médio em uma escala pode permitir que o usuário escolha uma resposta minimamente aceitável assim que for encontrada, em vez de se esforçar para encontrar uma resposta ótima (Matell e Jacoby, 1971). O nome "comportamento satisfatório" é dado a esse fenômeno. Dessa forma, quando os pesquisadores tiverem que minimizar o uso incorreto do ponto médio, é aconselhável omitir esse ponto ou aumentar a sensibilidade da escala. Existem algumas outras situações em que a omissão do ponto médio é recomendada. São eles: quando os respondentes se sentem confortáveis com o tópico da pesquisa, oferecendo uma opção "não sei"; quando estão sob intensa pressão de desejo social (Johns, 2005); e quando têm pouco ou nenhum envolvimento com o tema (Weems e Onwuegbuzie, 2001). No entanto, há situações em que os pesquisadores podem ter resultados menos enviesados ao aplicar o ponto médio da escala. Em tópicos vagos, uma opinião neutra pode ser desejada (Johns, 2005); um ponto neutro pode melhorar a confiança instrumental ao medir características psicológicas (Adelson e McCoach, 2010); algumas medidas podem ser tomadas para diminuir o uso errôneo do ponto neutro, melhorando a clareza dos itens do questionário (Kulas e Stachowski, 2013).

O método de coleta de dados foi contabilizado, assim como o número de aspectos avaliados pelos questionários. Também foi verificado se os questionários possuíam versões automatizadas que pudessem facilitar a coleta e análise das respostas. Uma melhor visualização dessas informações pode ser encontrada na Tabela 3.10.

O tipo de escala utilizada varia. Cerca de 42,86% (n = 6) utilizam uma escala de diferencial semântico, onde há uma oposição entre os significados de cada extremidade da escala. Eles são AttrakDiff, DAQ, IMI, INTUI, NASA-TLX e UEQ. Já nas escalas Likert simples, onde cada extremo da escala indica total concordância ou discordância com a questão, temos 50% de uso (n = 7), sendo eles MEC-SPQ, PANAS, PENS, Presence Questionnaire, SUS, UMUX e USE. Em apenas um caso (n = 1), representando 7,14% das ocorrências, temos o SMEQ que utilizou os dias da semana como medida, não se enquadrando nos padrões acima mencionados. Usar perguntas ou apenas contrapor aspectos pode implicar em vantagens e desvantagens. Perguntas extensas podem explicar melhor para o participante o significado da pergunta, levando-o a dar uma resposta mais precisa. Porém, se o pesquisador deseja abordar muitas questões, pode cansar o usuário, levando-o a escolher um ponto para finalizá-lo mais rapidamente. Desse ponto de vista, usar apenas aspectos opostos em questionários extensos pode ser uma vantagem. Esses pensamentos levam a crer que o pesquisador deve escolher um formato que melhor se adapte ao contexto em que o questionário será aplicado.

O número de aspectos avaliados pelos questionários varia muito, sendo o maior 56 e o menor 1. O questionário que avalia apenas um aspecto é o SMEQ, tendo como alvo a frequência de uso de redes sociais. Todos os questionários que utilizam uma escala de diferencial semântico apresentam dois aspectos, um em cada extremidade da escala; portanto, o número de questões costuma ser a metade do número de aspectos avaliados. Essa abordagem é baseada na percepção de que os conceitos e seus antônimos não podem ser combinados em um único conceito para

Tabela 3.10: Resultado do *benchmark*

Questionários	Métodos de Coleta	Aspectos Avaliados	Automatizada?
AttrakDiff	Escala Semântica Diferencial	28-56	Sim
DAQ	Escala Semântica Diferencial	9	Não
IMI	Escala Semântica Diferencial	11	Não
INTUI	Escala Semântica Diferencial	4	Não
MEC-SPQ	Escala Likert	7	Não
NASA-TLX	Escala Semântica Diferencial	6	Sim
PANAS	Escala Likert	20	Sim
PENS	Escala Likert	5	Não
Questionário de Presença	Escala Likert	4	Não
SMEQ	Quantidade de dias usando mídias sociais por semana	1	Não
SUS	Escala Likert	4	Sim
UEQ	Escala Semântica Diferencial	26-52	Sim
UMUX	Escala Likert	4	Não
USE	Likert Scale	4	Sim

aplicar a cada questão. Essa abordagem ocorre porque foi observado que diferentes autores podem interpretar alguns conceitos de maneira diferente. É interessante notar que 5 dos 14 questionários avaliam quatro aspectos diferentes, sendo o maior grupo com igual número de aspectos deste referencial. Porém, apenas o UMUX possui quatro questões, uma para cada aspecto. Os demais têm de 10 a 30 questões, divididas em quatro grupos, cada um focando no aspecto que deseja avaliar. Essa observação nos leva a crer que é fundamental, quando se busca avaliar plenamente um aspecto, formular mais de uma pergunta sobre ele.

Dos 14 questionários, 42,86% ( $n = 6$ ) possuem versão automatizadas. São eles: Attrakdiff<sup>5</sup>, NASA-TLX<sup>6</sup>, PANAS<sup>7</sup>, SUS<sup>8</sup>, UEQ<sup>9</sup> e USE<sup>10</sup>. Attrakdiff tem uma ferramenta *online* disponível em inglês e alemão. Oferece duas versões, uma completa e outra mais curta. Os seus estilos de avaliação podem ser denominados como a avaliação individual, comparação entre A e B, e comparação entre antes e depois. Seu foco principal é avaliar a atratividade dos produtos. A criação do formulário *online* permite personalizar várias informações, como o nome do produto e o tipo de produto que está sendo avaliado, como dispositivos médicos ou sistemas logísticos. Permite a criação do formulário para ser distribuído anonimamente, ou caso o avaliador tenha os *e-mails* dos participantes, permite que o convite seja enviado diretamente por *e-mail*. Neste ponto de configuração, a ferramenta fornece informações sobre o projeto criado, a possibilidade de modificar a data para que o formulário expire em algum momento e informações sobre o teste dos participantes. A possibilidade de exportar os resultados em uma tabela Excel é fornecida no final da seção de resultados. Também gera alguns gráficos para avaliar o comportamento dos participantes que podem ser facilmente exportados. Foi feito um

<sup>5</sup><https://www.attrakdiff.de/index-en.htmltab-einzelausw>

<sup>6</sup><https://nasa-tlx.firebaseio.com>

<sup>7</sup><https://psytests.org/emo/panasen.html>

<sup>8</sup><https://uiuxtrend.com/sus-calculator/>

<sup>9</sup><https://www.ueq-online.org>

<sup>10</sup><https://garyperلمان.com/quest/quest.cgi?form=USE>

teste, e as imagens exportadas podem ser vistas na Figura 3.6. Esta ferramenta *online* é fácil de aplicar; é intuitiva e pode ser muito útil na avaliação dos aspectos propostos.

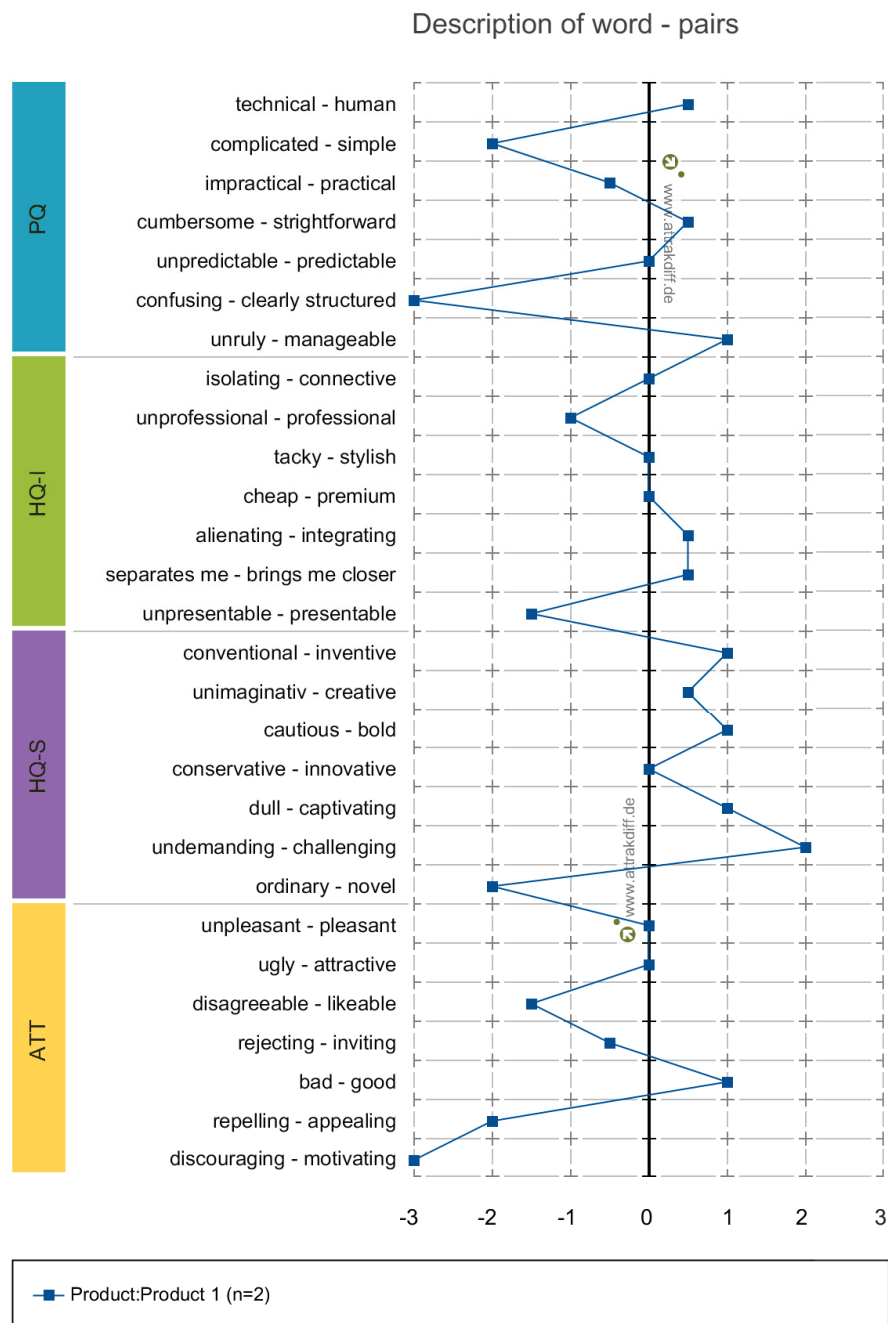


Figura 3.6: Os valores médios dos pares de palavras. De particular interesse são os valores extremos, mostrando quais características são particularmente críticas ou particularmente bem resolvidas.

A versão automatizada do NASA-TLX está oficialmente disponível no site governamental dos EUA<sup>11</sup>. Propõe avaliar seis aspectos para poder mensurar a carga de trabalho de uma determinada atividade. Sua disponibilidade automatizada é limitada a dispositivos Apple, como iPhone, iPad, iPod e Mac. O aplicativo apresenta uma série de 21 passos, sendo os primeiros 15, sistemas de pares de palavras, onde a cada par, o usuário deve escolher o aspecto mais relevante em relação à carga de trabalho na tarefa executada recentemente. Em seguida, são apresentadas

<sup>11</sup><https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/tlx/>

as seis questões principais nas versões papel e lápis. Essa versão usa uma escala Likert de 7 pontos, mas a versão automatizada oferece uma gama de escolhas muito mais precisas, como pode ser visto na Figura 3.7. Depois disso, o usuário pode acessar o histórico do aplicativo. Cada nova avaliação gera dois gráficos, um para a avaliação do sistema de pares de palavras e outro para a escala de avaliação, como pode ser visto na Figura 3.8. Para a abordagem pareada, são atribuídos pesos aos seis aspectos avaliados. No entanto, o aplicativo não esclarece como essa ponderação é feita. Quanto à abordagem de escala de classificação, o aplicativo apresenta dados sobre pesos, classificação, um ajuste combinando pesos multiplicados por classificações e uma classificação ponderada geral. A utilização do *app* parece ter o objetivo de uma abordagem mais pessoal uma vez que não oferece a possibilidade de recolher dados e avaliar como várias pessoas avaliam uma tarefa após a sua conclusão. Não havia opções para compartilhar os resultados, o que poderia render uma nova versão para uso mais amplo dessa ferramenta.

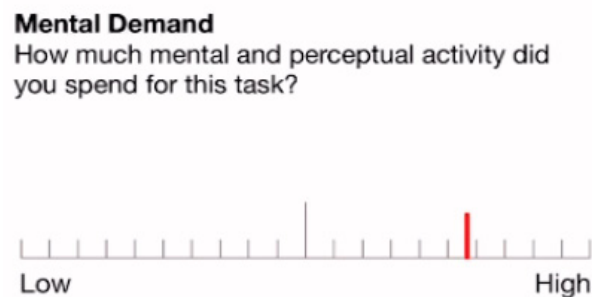


Figura 3.7: O pino vermelho mostra que há uma precisão de seleção de pontos muito ampla.

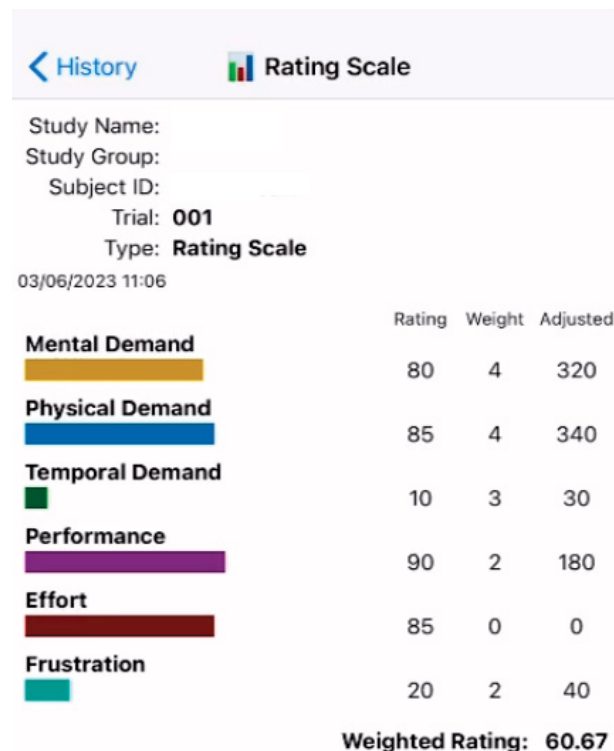


Figura 3.8: Gráfico gerado após avaliação da escala de classificação.

Quanto ao PANAS, foram encontradas duas versões *online*. Não foram encontradas informações que confirmem se algumas das ferramentas *online* foram feitas pelos autores do

questionário original. O PANAS procura medir os efeitos positivos e negativos sentidos na semana passada. O pesquisador pode orientar o objeto desses efeitos. A versão fornecida por psytests.org<sup>12</sup> fornece alguns cálculos sobre as 20 questões que podem ser vistos na Figura 3.9. O site é descrito da seguinte forma: "PsyTests.org é um site de uso gratuito dedicado a fornecer aos profissionais de psicologia, estudantes e ao público em geral acesso a ferramentas de avaliação psicológica validadas academicamente com uma interface simples e pontuação automatizada". A outra versão *online* encontrada foi fornecida pelo site novopsych.com.au/<sup>13</sup> e a descrição do site é "A missão da NovoPsych é ajudar os serviços de saúde mental a usar a ciência psicométrica para melhorar os resultados do cliente". Os resultados desta versão só podem ser recebidos por *e-mail*. O documento gerado fornece as informações básicas do paciente, além de exibir um gráfico sobre os afetos positivos e negativos que podem ser vistos na Figura 3.10 e dar as instruções para interpretá-lo. Ambas as versões têm as mesmas perguntas e escalas. Percebe-se em ambas as versões que foram feitas para o contato individual entre pacientes e profissionais de saúde mental. Essa percepção se deve à intenção percebida dos questionários de serem avaliações individuais. Nenhuma das ferramentas permite a formação de cálculos ou gráficos com informações de mais de um indivíduo. Portanto, uma sugestão para trabalhos futuros seria implementar uma ferramenta capaz de avaliar os resultados de grupos de indivíduos para entender como esses grupos se sentem e percebem os aspectos abordados pelo questionário.

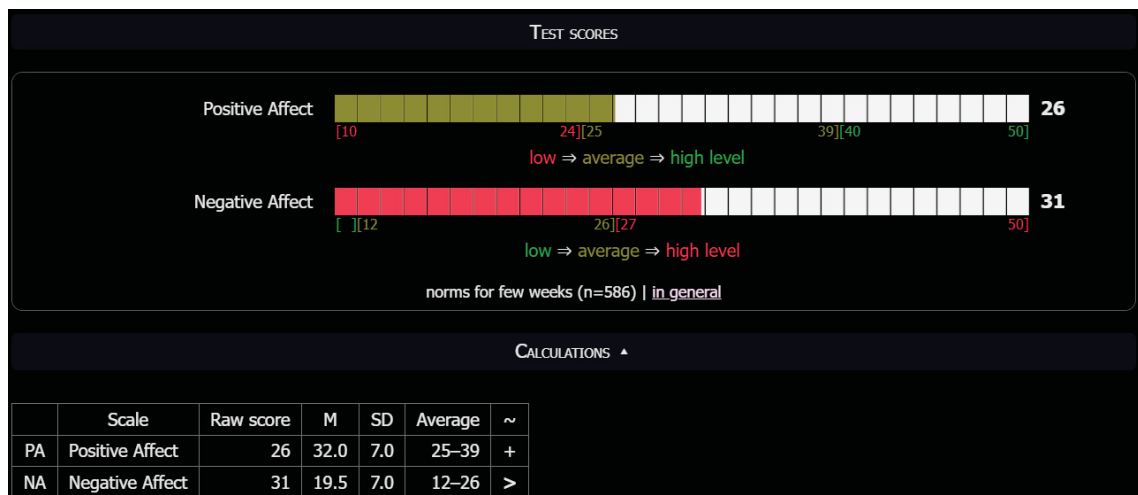


Figura 3.9: Métricas e cálculos feitos com base nos resultados do PANAS fornecidos pela PsyTests.

<sup>12</sup><https://psytests.org/emo/panasen.html>

<sup>13</sup><https://novopsych.com.au/assessments/formulation/positive-and-negative-affect-schedule-panas/>

Results		
	Score (10-50)	Normative Percentile
Positive Affect	26	47.6
Negative Affect	32	99.9

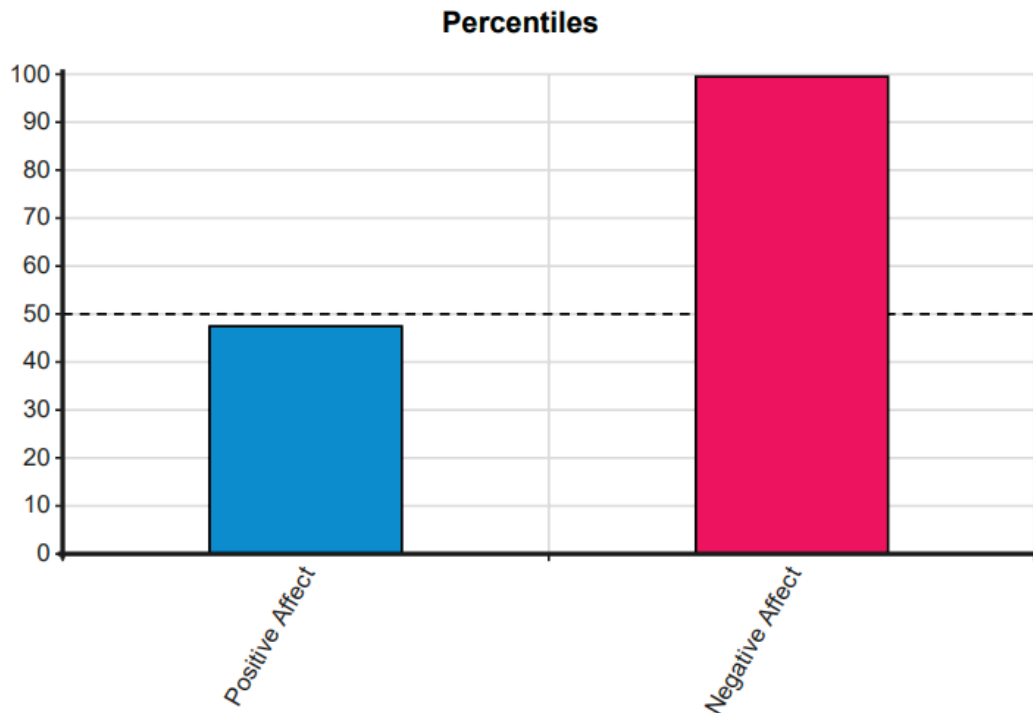


Figura 3.10: Pontuações e gráfico feitos com base nos resultados do PANAS fornecidos pela NovoPsych.

O SUS é um dos questionários mais conhecidos para avaliação de Usabilidade. Surpreendentemente, nenhuma versão *online* automatizada gratuita de implantação, distribuição e coleta de resultados foi encontrada. O site .gov<sup>14</sup> apresenta um modelo em PDF que pode ser baixado. Para a análise dos resultados, encontramos diversas ferramentas, sendo a mais notável apresentada por Blattgerste et al. (2022)<sup>15</sup>. É um projeto de código aberto que propõe um *kit* de ferramentas de análise do SUS. Ele permite que os dados de entrada sejam analisados manualmente ou por meio de arquivos CSV. As opções para fazer uma análise de variável única ou múltipla também são apresentadas. Como resultado, apresenta quatro opções de pré-configurações, cada uma gerando diferentes variedades de gráficos. Uma delas é apresentada na Figura 3.11. A análise feita por este projeto é completa, e a integração com uma forma automatizada de distribuir o questionário e coletar suas respostas pode resultar em uma versão *online* do SUS mais completa e definitiva.

O UEQ é um dos questionários mais conhecidos sobre avaliação de UX. Atende a mais de 30 idiomas e é disponibilizado no site oficial<sup>16</sup>. Os idealizadores do projeto também disponibilizam versões abreviadas do UEQ e planilhas Excel bem completas e automatizadas para gerar os mais diversos resultados gráficos e estatísticos. A mesma sugestão para as ferramentas encontradas para o SUS pode ser feita para a UEQ. Aqui está a falta de maneiras automatizadas

<sup>14</sup><https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>

<sup>15</sup><https://mixality.de/sus-analysis-toolkit/>

<sup>16</sup><https://www.ueq-online.org>

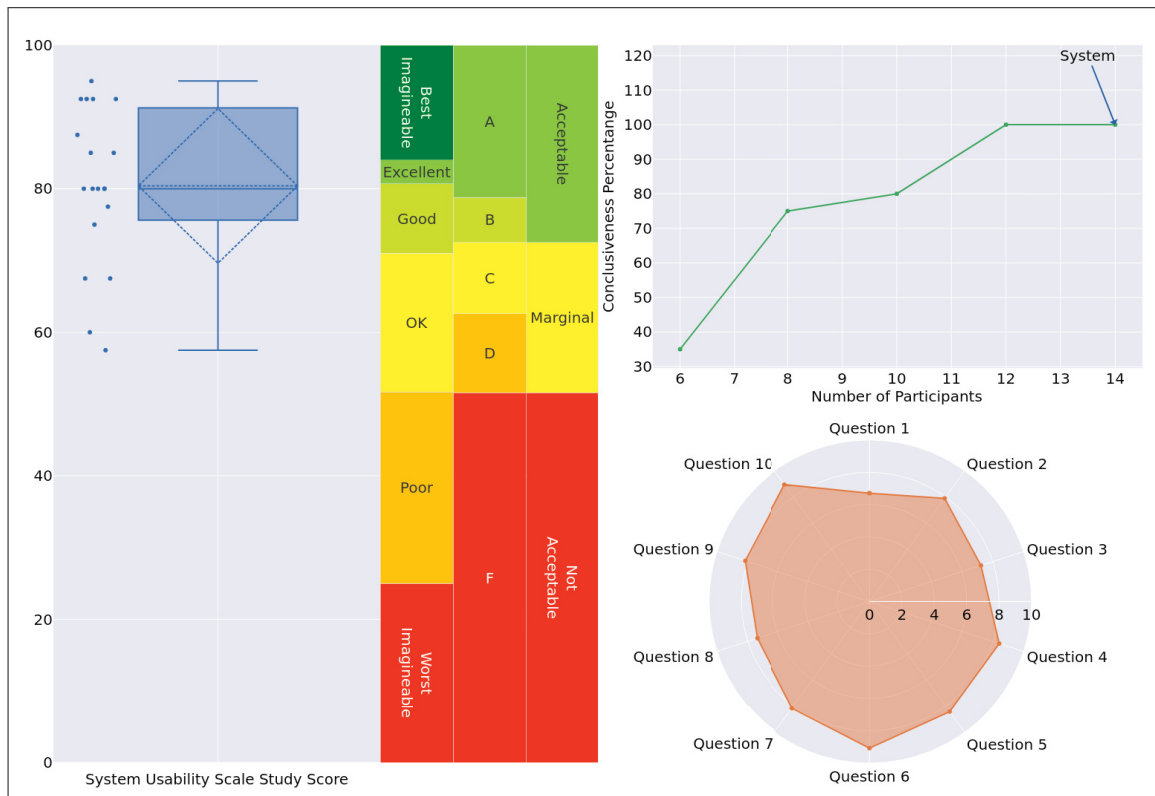


Figura 3.11: Três tipos de gráficos gerados em uma das predefinições do SUS Analysis Toolkit.

de coletar as respostas dos participantes aos questionários e aplicá-las diretamente às ferramentas de análise.

Apenas uma versão do USE<sup>17</sup> foi encontrada. É uma ferramenta que contém as perguntas e opções para marcá-las e enviar as respostas por *e-mail*. No teste feito para este *benchmark*, as respostas foram para a caixa de *spam*. Um recurso de adicionar um comentário em qualquer um dos itens é apresentado. Os aspectos avaliados pelo USE são recorrentes na literatura analisada. Assim, outras tecnologias que já avaliam esses aspectos podem fazê-lo de forma diferente ou melhor ou mais difundida. Outra possibilidade é que esse questionário não fosse muito conhecido e difundido até então.

### 3.13 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos 622 artigos retornados no MSL, 65 passaram pelo primeiro e segundo filtros e tiveram seus dados extraídos. Por meio dessa extração, 29 tecnologias diferentes foram identificadas, e suas características foram analisadas e classificadas pelas SQs apresentadas anteriormente. Os resultados apresentaram o comportamento dos autores na criação de suas tecnologias e métricas de avaliação, a maioria sendo questionários e arquivos de *log*. Essas tecnologias não passam por nenhum processo de avaliação ou validação empírica. Além disso, percebeu-se que muitas avaliações focam apenas em Usabilidade. A análise realizada também revelou que a maioria das tecnologias são genéricas, não considerando as especificidades multitoque. Além disso, a maioria faz apenas análises quantitativas, desconsiderando pensamentos subjetivos que possam contribuir para a qualidade do sistema. As descobertas de sistemas multitoque revelam seu uso

<sup>17</sup><https://garyperlman.com/quest/quest.cgi?form=USE>

para auxiliar o dia a dia das pessoas, que não dispensam seu uso em contextos específicos como acessibilidade e saúde.

O resumo dos resultados pode ser dividido nas seguintes lacunas: (i) poucas tecnologias de avaliação para sistemas multitoque que avaliam UX e Usabilidade conjuntamente; (ii) ausência de avaliação empírica e processo de validação sobre as tecnologias de avaliação; (iii) uso de tecnologias genéricas de avaliação não consideram as especificidades multitoque; (iv) a maioria das tecnologias de avaliação tem foco apenas na análise quantitativa; (v) aspectos de Usabilidade e UX não são bem definidos no contexto do multitoque, sendo alguns deles tratados como ambos.

Um *benchmark* foi então realizado para fornecer um estudo aprofundado de questionários de avaliação de UX e Usabilidade utilizados em contexto multitoque e identificados no MSL. É notável a necessidade de sistemas completos que integrem todas as etapas necessárias para conduzir pesquisas com grupos de pessoas. As tecnologias de avaliação de Usabilidade e UX encontradas e analisadas não costumam abranger distribuição, coleta e análise de dados na mesma ferramenta, mesmo para os questionários mais conhecidos, como o SUS. Questionários como o NASA-TLX não cobrem a distribuição e síntese de resultados de mais de uma pessoa na mesma aplicação. Essa falta do mesmo processo com início, meio e fim representados em uma única tecnologia pode indicar que a área de avaliação de Usabilidade e UX é muito nichada, não valendo a pena o esforço para implementar tal ferramenta. A falta de referências e outras análises sobre estas ferramentas indica que esta carência impediu a percepção da inexistência de ferramentas mais completas.

## 4 PROPOSTA DA UXUMEQ

Este capítulo apresenta a proposta de uma tecnologia que visa avaliar a Usabilidade e UX de interfaces multitoque, chamada *User eXperience and Usability Multi-touch Evaluation Questionnaire* - (UXUMEQ). A metodologia e o processo de criação da mesma também são apresentados.

### 4.1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento desta proposta foi baseado na percepção das lacunas observadas com os resultados encontrados no MSL, apresentado no Capítulo 3. A maioria das tecnologias não é específica para o contexto do multitoque, podendo assim serem usadas de maneira genérica para avaliar vários contextos diferentes. Mesmo não sendo específicas para o contexto multitoque, essas tecnologias foram utilizadas para avaliar interações multitoque, e tendo sido usadas para este contexto por outros autores, considerou-se viável e coerente obter os aspectos e meios mais usados para a composição da tecnologia aqui apresentada. Este uso de tecnologias genéricas pode ser percebido no constante uso do SUS, por autores como Gürlük et al. (2014), Uebbing-Rumke et al. (2014) e Merrad et al. (2022). O grande número de tecnologias criadas para os estudos específicos também pode indicar que as tecnologias já existentes não foram capazes de prover os recursos necessários para o tipo de avaliação mais específica que os estudos necessitavam.

Através dos resultados do MSL, também pode-se observar uma preocupação em avaliar a Usabilidade e a UX das interfaces, seja através destes conceitos ou de aspectos a eles ligados. No entanto, existe um baixo número de tecnologias que avaliam os dois conceitos conjuntamente. Logo, um maior esforço e trabalho é necessário por parte do pesquisador que decidir avaliar os dois conceitos em um mesmo estudo, pois será necessário o uso de duas tecnologias diferentes, como acontece em Wang e Lindeman (2014), onde a Usabilidade é avaliada através do questionário NASA-TLX, enquanto a UX é avaliada pelo PENS, PANAS e IMI.

O alto número de diferentes aspectos que são relacionados à Usabilidade e UX também demonstra que ao pretender avaliar alguns destes aspectos, na maior parte dos casos, o pesquisador precisará utilizar mais de uma tecnologia para fazer a avaliação dos mesmos, como acontece com Jacucci et al. (2010), onde MEC-SPQ foi utilizado para avaliar ambos, Gameflow foi usado para avaliar Usabilidade e IMI foi usado para avaliar a UX. Desta maneira, seria proveitoso que houvesse uma tecnologia de avaliação para o contexto de interfaces multitoque que reunisse os conceitos de Usabilidade e UX, bem como os aspectos a eles ligados.

### 4.2 ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS DE AVALIAÇÃO ENCONTRADAS NO MSL

Uma análise das tecnologias encontradas no MSL que avaliam Usabilidade e/ou UX de interfaces multitoque foi feita para identificar quais tecnologias poderiam contribuir para a construção dessa proposta. Para esta análise, os aspectos identificados no MSL foram reunidos pelo número de vezes que ocorreram, e deu-se prioridade por construir o formulário utilizando os aspectos mais utilizados nos estudos e citados na literatura. Muitos aspectos não foram utilizados por serem específicos demais para os trabalhos nos quais aparecem. Densidade, fragmentação e violação de separação são alguns exemplos. Alguns outros aspectos que não tiveram uma significância numérica foram considerados também, com base no conhecimento prévio dos pesquisadores sobre o impacto desses aspectos na área de IHC. O critério de corte definido não

foi baseado apenas no aspecto quantitativo, mas também na importância do aspecto perante o conhecimento dos pesquisadores em IHC. Tolerância a erros é um aspecto formulado com base em apenas uma aparição nos dados obtidos com o MSL, mas que é conhecido por ser muito relevante na Usabilidade e UX (Nielsen, 2005).

A Tabela 4.1 reúne um resumo das tecnologias que foram consideradas coerentes com a proposta e que foram utilizadas para a construção da tecnologia que será apresentada adiante.

Tabela 4.1: Tecnologias encontradas no MSL que avaliaram uma interação baseada em multitoque

Tecnologia	Descrição
<i>System Usability Scale</i> - SUS (Brooke, 1996)	O SUS é uma tecnologia para medir a usabilidade de produtos/serviços. É um questionário de 10 itens que é respondido por meio de uma escala Likert de 5 pontos, onde 1 representa “discordo fortemente” e 5 representa “concordo fortemente”. Mesmo não sendo específica para a interação baseada em multitoque, é uma tecnologia consolidada na avaliação de usabilidade e muito utilizada na literatura para avaliar a eficiência, eficácia e satisfação do usuário. Desta maneira, o SUS foi considerado útil para a formulação desta proposta.
<i>NASA TASK LOAD INDEX</i> - NASA-TLX (Hart, 1986)	NASA-TLX uma ferramenta subjetiva de avaliação de carga de trabalho que permite aos usuários realizar avaliações subjetivas de carga de trabalho em operadores trabalhando com vários sistemas de interface homem-máquina. Os aspectos que são avaliados por essa ferramenta são demanda mental, demanda física, demanda temporal, performance, esforço e frustração, aspectos que foram considerados pertinentes para a construção desta proposta.
<i>Device Assesment Questionnaire</i> (ISO 9241-9, 2000)	É um questionário formulado a partir de algumas definições da ISO 9241-9 (2000), e consiste em uma escala Likert de 1 a 5 pontos para avaliar diversos aspectos ergonômicos para trabalho em escritório de dispositivos de entrada que não sejam teclados. Dado que os gestos multitoque demandam esforço e movimentos de mãos e dedos, este questionário foi considerado relevante para a construção da proposta.
<i>Usability Metrics for User Experience</i> - UMUX (Finstad, 2010)	UMUX é um questionário de 4 afirmações medidas por uma escala Likert de 7 pontos feito para avaliar a percepção subjetiva de Usabilidade que o usuário tem de uma aplicação. Seu objetivo é ter respostas similares com o SUS, e é baseado na definição de Usabilidade provida pela ISO 9241-11 (1998). Como o UMUX objetiva ter resultados semelhantes ao SUS, considerou-se pertinente usar essa tecnologia como base para a proposta.

Tabela 4.1: Tecnologias encontradas no MSL que avaliaram uma interação baseada em multitoque

Tecnologia	Descrição
<i>Usefulness, Satisfaction and Ease of Use</i> - USE (Lund, 2001)	O questionário USE avalia 3 principais dimensões de Usabilidade, sendo elas utilidade, satisfação e facilidade de uso, através de 30 questões medidas em uma escala Likert de 7 pontos. Sendo utilizada por autores para avaliar o contexto multitoque e apresentando aspectos consolidados de Usabilidade, essa tecnologia foi utilizada para construir a proposta atual.
Questionário autoral (Tseng et al., 2018)	Este questionário foi construído para avaliar a facilidade de uso e agilidade de uma interface de manipulação 3D através de 6 afirmações e uma escala Likert de 5 pontos para avaliar a percepção dos usuários sobre elas. Suas características como avaliação de movimentos como translação, rotação e mudanças de escala foram decisivas para ajudar a formular essa proposta.
Questionário autoral (Mossel et al., 2013)	Este questionário é composto de 9 questões que avaliam velocidade, precisão, facilidade de uso e intuitividade de 4 técnicas de interação, através de uma escala Likert de 7 pontos. Por conter vários aspectos de Usabilidade sendo avaliados, juntamente com gestos e movimentos que são comuns no multitoque, este questionário foi considerado adequado para essa proposta.
<i>User Experience Questionnaire</i> - UEQ (Laugwitz et al., 2008)	O questionário UEQ mede tanto aspectos de Usabilidade quanto de UX, através de uma escala Likert de 7 pontos. Estes aspectos são atratividade, perspicácia, eficiência, dependabilidade, estimulação e novidade. Ele não foi pensado para o contexto multitoque, podendo ser usado para medir Usabilidade e UX genericamente. Sendo uma das tecnologias mais conhecidas na literatura que avaliam UX, considerou-se de suma importância utilizá-la para basear a proposta atual.
<i>Intuitive Interaction</i> - INTUI (Ullrich e Diefenbach, 2010)	INTUI é um questionário feito para avaliar a interação intuitiva do usuário com um produto. Os aspectos avaliados são esforço, verbalização, intuição e experiência mágica. Esta avaliação se dá por meio de afirmações contrapostas, como: Durante o uso do produto... ...deu muito trabalho para alcançar meu objetivo vs. ...Eu alcancei meu objetivo sem esforço. A coleta da avaliação é realizada através de uma escala Likert de 7 pontos. É uma tecnologia genérica que foi usada em um experimento onde o objetivo era avaliar a intuição dos usuários ao utilizarem gestos multitoque com nenhuma, pouca e muita instrução sobre os mesmos. Avaliando aspectos bem conhecidos da UX, considerou-se pertinente incluí-la no corpo de conhecimento que baseia a tecnologia proposta.

Tabela 4.1: Tecnologias encontradas no MSL que avaliaram uma interação baseada em multitoque

Tecnologia	Descrição
<i>Presence Questionnaire</i> (Witmer e Singer, 1998)	O <i>Presence Questionnaire</i> avalia fatores de controle, sensibilidade, distração e fatores de realidade, através de 32 questões e uma escala Likert de 7 pontos. Estes fatores foram avaliados em um teste onde usuários deveriam usar duas versões de um aplicativo com interação multitoque. Os aspectos avaliados pelo <i>Presence Questionnaire</i> foram considerados importantes para ajudar a basear parte da tecnologia proposta.
<i>Measurement, Effects, Conditions – Spatial Presence Questionnaire</i> (MEC-SPQ) (Vorderer et al., 2004)	O MEC-SPQ é uma tecnologia desenvolvida para medir atenção e senso de presença espacial dos usuários na interação com sistemas. Um dos artigos retornados pelo MSL continha sua aplicação parcial para descobrir as diferenças entre interação com <i>mouse</i> e multitoque na manipulação de proteínas 3D. Esta aplicação se deu por meio de 8 diferentes sentenças cujas respostas foram coletadas por uma escala Likert de 5 pontos. Os aspectos abordados pela tecnologia foram considerados fundamentais para a construção de uma tecnologia que busca avaliar a UX em interfaces multitoque.
<i>Intrinsic Motivation Inventory</i> (IMI) (Ryan e Deci, 2000)	IMI é um dispositivo de medição multidimensional destinado a avaliar a experiência subjetiva dos participantes relacionada a uma atividade-alvo em experimentos de laboratório. Interesse e prazer é o foco que dá nome à ferramenta, mas existem mais aspectos por ela avaliados, como importância, competência, tensão, esforço, utilidade, entre outros. A grande quantidade de aspectos medidos pela ferramenta foi considerada útil para a construção da tecnologia proposta neste trabalho.
<i>Questionário Autoral</i> (Giesler et al., 2014)	Este questionário foi aplicado após os usuários experimentarem duas técnicas diferentes para interagir com objetos virtuais. Através de uma escala Likert de 5 pontos, eles classificaram qual técnica consideraram mais prazerosa, difícil, veloz e precisa. A variada gama de aspectos bem conhecidos tanto da UX quanto da Usabilidade tornou esse questionário útil para a construção da presente proposta.

As tecnologias da Tabela 4.1 foram selecionadas pelos pesquisadores por serem consideradas apropriadas para fundamentar a proposta, pois envolve pelo menos um dos aspectos de qualidade, Usabilidade e/ou UX, além de alguns deles serem específicos para multitoque. Muitas outras tecnologias foram retornadas no MSL, no entanto não foram incluídas como base da proposta por não apresentarem as questões utilizadas, por terem aspectos considerados muito específicos para o estudo de origem, ou por terem aspectos que pouco ou nada tangenciam a interação baseada em multitoque.

As tecnologias nas quais os aspectos mais utilizados apareceram foram então organizadas em uma planilha e avaliadas, para que as questões ali presentes fossem revisadas e utilizadas como base para a formulação das questões da UXUMEQ. Esta avaliação foi dada através da organização em planilha (Figura 4.1), onde as linhas indicavam o aspecto tratado, e as colunas indicavam o questionário que continha perguntas sobre esse aspecto. Por exemplo, o questionário NASA-TLX (Hart, 1986) traz a pergunta "Quão bem-sucedido você foi em realizar o que você foi solicitado a fazer?" para o aspecto de desempenho. Essa planilha facilitou a leitura de questões das tecnologias relacionadas e a formulação da UXUMEQ. Durante a formulação das questões da UXUMEQ, as questões das tecnologias identificadas no MSL foram adaptadas para o contexto multitoque, já que em sua versão original elas eram genéricas. Os aspectos selecionados foram:

Categorias iniciais	Descrição do item de construção	NASA-TLX	Device Assessment Questionnaire	Usefulness, Satisfaction and Ease of Use (USE)
Performance	Você considera que a sua performance no desempenho da tarefa proposta no sistema multi-toque foi boa ou ruim?	"How successful were you in accomplishing what you were asked to do?"	Apontar com precisão; Velocidade de operação; 041	-
Facilidade de uso	Foi fácil utilizar o sistema multi-toque? Ou seja, você alcançou seu objetivo sem grandes dificuldades?			lo. Tanto os usuários ocasionais quanto os regulares gostariam. Consigo me recuperar de erros de forma rápida e fácil. Posso usá-lo com sucesso todas as vezes.

Figura 4.1: Planilha utilizada para organizar e selecionar as questões para compor a UXUMEQ

- *Performance*: Refere-se ao grau de sucesso alcançado pelo usuário no uso do sistema. Este sucesso pode ter métricas como tempo de completude (Hart e Staveland, 1988) e sucesso ao alcançar objetivos (Nacher e Jaen, 2015).
- *Facilidade de uso*: Refere-se à facilidade geral com que os usuários conseguem interagir com o sistema proposto. O uso deste aspecto tal qual essa descrição pode ser visto em questionários como o USE (Lund, 2001).
- *Eficácia*: A eficácia é a "precisão e completude com que os usuários atingem os objetivos especificados"(ISO/IEC 25010, 2011).
- *Eficiência*: A definição formal deste aspecto é apresentado pela ISO 9241-11 (1998), que afirma que a eficiência é definida pelos "recursos gastos em relação à precisão e completude com que os usuários atingem as metas".
- *Carga de trabalho*: Este aspecto é uma síntese de outros fatores, como esforços mentais, físicos e temporais exigidos por uma determinada tarefa, como apresentado no questionário NASA-TLX (Hart, 1986), assim como o cansaço de partes específicas do corpo, característica essa contemplada pelo *Device Assesment Questionnaire* (ISO 9241-9, 2000).

- *Facilidade de aprendizado*: A facilidade de aprendizado pode ser entendida como a velocidade com a qual o usuário aprende algo, e o nível de dificuldade para tal. Na ISO/IEC 25010 (2011), esse aspecto é chamado de aprendibilidade e é definido como "grau em que um produto ou sistema pode ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos de aprender a usar o produto ou sistema com eficácia, eficiência, satisfação e livre de riscos em um contexto de uso".
- *Facilidade de lembrar*: Este aspecto tange o grau de facilidade que o usuário possui ao tentar lembrar como utilizar a interface em um momento posterior ao seu uso. É um aspecto considerado importante para entender o nível de complexidade de uma interface multitoque e se esse nível deve ser ajustado. O questionário USE (Lund, 2001) foi o principal local onde a avaliação deste aspecto foi identificada.
- *Tempo de resposta*: Engloba também a velocidade das operações executadas em interfaces multitoque. A importância deste aspecto é evidenciada pela sua presença em questionários autorais como em Mossel et al. (2013), além de estar presente no *Device Assesment Questionnaire* (ISO 9241-9, 2000).
- *Satisfação*: Satisfação é definida pela ISO (ISO/IEC 25010, 2011) como o "grau em que as necessidades do usuário são satisfeitas quando um produto ou sistema é usado em um contexto de uso específico". É o aspecto responsável por atender às necessidades do usuário e é um dos 3 aspectos nos quais se baseia o SUS (Brooke, 1996).
- *Utilidade*: Este aspecto é definido pela ISO (ISO/IEC 25010, 2011) como o "grau em que um usuário está satisfeito com sua percepção de realização de metas pragmáticas, incluindo os resultados de uso e as consequências do uso", e é representado em várias constatações do questionário USE (Lund, 2001), como "É útil", "Me ajuda a ser mais eficaz", "Atende minhas necessidades", "Economiza tempo quando o uso", entre outras.
- *Tolerância a erros*: Tolerância a erros é um aspecto importante e conhecido dentro da área de IHC, e essa importância é ressaltada nas 10 heurísticas de Nielsen (Nielsen, 2005). O aspecto de lidar com erros foi extraído no MSL e foi encontrado na tecnologia MEQ-SPQ (Vorderer et al., 2004).
- *Sentimento geral*: Esse aspecto sintetiza a opinião do usuário sobre seu sentimento geral na experiência ao utilizar o sistema multitoque. Uma tecnologia que aborda este aspecto é o UEQ (Laugwitz et al., 2008), através do aspecto Atratividade, que avalia a percepção geral do usuário.
- *Diversão*: A diversão é o aspecto responsável pelas percepções de prazer e envolvimento do usuário ao utilizar o sistema. Questões que tem como objetivo medir esse aspecto podem ser encontradas no UEQ (Laugwitz et al., 2008), com a pergunta "É excitante e motivador usar o produto? É divertido de usar?" e em questionários autorais, como o apresentado por Giesler et al. (2014), com a pergunta "Classifique qual das técnicas é a mais prazerosa de usar".
- *Conforto*: O conforto é definido pela ISO (ISO/IEC 25010, 2011) como "grau em que o usuário está satisfeito com o conforto físico". E no contexto desta pesquisa, seguindo a ISO, o conforto será tratado como restrito ao seu aspecto físico.

- *Novidade*: O aspecto de novidade lida com a impressão do usuário sobre o que difere a interface de outras que ele já possa ter utilizado. Este é um dos aspectos abordados no UEQ (Laugwitz et al., 2008) com a questão "O design do produto é criativo? Atrai o interesse dos usuários?".
- *Intuição*: Este aspecto avalia a naturalidade da interação do usuário com o sistema, buscando descobrir se essa interação precisa ser pensada e premeditada ou se o usuário pode lidar com o sistema sem precisar elaborar mentalmente o próximo passo. O questionário INTUI (Ullrich e Diefenbach, 2010) tem um grande foco neste aspecto, apresentando questões como "Durante o uso do produto... eu agi deliberadamente vs. ...Eu agi por impulso" para definir quão intuitiva foi determinada interação.
- *Tensão*: O aspecto de tensão busca compreender os níveis de tensão, pressão, nervosismo e ansiedade do usuário ao interagir com o sistema multitoque. O questionário IMI (Ryan e Deci, 2000) apresenta questões como "Eu não me senti nervoso ao fazer isso" e "Eu me senti pressionado ao fazer isso".
- *Controle*: Ao analisar as tecnologias retornadas, percebeu-se a preocupação com o *feedback* do usuário em relação aos mecanismos de controle desenvolvidos e disponibilizados. Tecnologias como o *Presence Questionnaire* (Witmer e Singer, 1998) dedicam questões como "Quão perturbador era o mecanismo de controle?" para tentar entender melhor os sentimentos que os controles provocam.
- *Imersão*: A imersão é o aspecto que avalia o quão imerso e fazendo parte da experiência o usuário se sente. "Senti que fazia parte do ambiente na apresentação" é uma das questões apresentadas pelo MEQ-SPQ (Vorderer et al., 2004) que buscam descobrir de diferentes maneiras qual a sensação do usuário perante a interação multitoque.
- *Concentração*: Este aspecto busca compreender o grau de concentração do usuário ao utilizar a interface multitoque e qual é o objeto desta concentração. O *Presence Questionnaire* (Witmer e Singer, 1998) apresenta questões como "Quão bem você poderia se concentrar nas tarefas atribuídas ou atividades necessárias e não nos mecanismos usados para realizar essas tarefas ou atividades?" para avaliar a concentração.
- *Distração*: A distração é o aspecto que busca descobrir quais fatores são responsáveis pela distração do usuário ao interagir com o sistema multitoque, e como eles podem se manifestar. O questionário IMI (Ryan e Deci, 2000) apresenta afirmações como "Esta atividade não prendeu minha atenção" para avaliar a distração dos usuários.

### 4.3 PROPOSTA INICIAL DA UXUMEQ

A *User eXperience and Usability Multi-touch Evaluation Questionnaire* (UXUMEQ) é uma tecnologia construída para avaliar a UX e a Usabilidade de sistemas que utilizam o multitoque para realizar interações. O objetivo desta tecnologia é extrair dados quantitativos e qualitativos dos diversos aspectos ligados à Usabilidade e UX, e pode ser usado para avaliação de sistemas multitoque ou para o estudo mais aprofundado dos aspectos apresentados.

A utilização da UXUMEQ é simples e direta. O avaliador deve solicitar que os usuários preencham o questionário após a interação com uma interface multitoque. Cada questão pode ser respondida de forma quantitativa e qualitativa. A maneira quantitativa se dá através de uma escala *Likert* de 5 pontos. A escolha desta escala foi baseada nos dados retornados pelo MSL,

apresentado no Capítulo 3, onde é evidenciado que a escala *Likert* é o meio de coleta de dados mais utilizado. E dentre as variações em quantidade de pontos apresentada pela mesma, a mais utilizada é a de 5 pontos. Cada questão possibilita que o usuário escolha uma pontuação de 1 a 5, onde 1 corresponde ao aspecto mais negativo da questão, e 5 ao mais positivo. Ao lado de cada extremo da escala, foi inserido algum artifício para diminuir as possíveis dúvidas que os usuários possam ter sobre o funcionamento do questionário. Por exemplo, na questão 4 o conceito de eficácia é abordado através da pergunta "Você considera que conseguiu alcançar seu objetivo utilizando a interface multitoque?". Para esta questão, é explicitado ao usuário que escolher a pontuação 1 é equivalente a não ter conseguido alcançar o objetivo, e a 5 é equivalente a ter conseguido alcançar o objetivo, restando as pontuações 2, 3 e 4 para o usuário definir as nuances entre ter ou não alcançado o objetivo.

A maneira qualitativa de resposta para cada pergunta é apresentada como um campo onde o usuário pode descrever os problemas que ele identificou em relação ao aspecto em questão. Observando os métodos de coleta de dados qualitativos encontrados pelo MSL, apresentado anteriormente, como entrevistas e observações dos usuários, definiu-se que dar a oportunidade para o usuário explicitar a sua experiência através da descrição dos problemas percebidos proverá os avaliadores com informações que podem ser utilizadas em métodos de análise qualitativa como *Grounded Theory* (Corbin e Strauss, 2014).

A UXUMEQ é composta por 27 questões, que são apresentadas a seguir juntamente com as referências às tecnologias que ajudaram a compor as mesmas.

Tabela 4.2: Aspectos, questões e referências utilizadas na construção da UXUMEQ.

Aspecto	Questão	Referências
<b>Performance</b>	1. Você considera que seu desempenho na tarefa do sistema multitoque foi bom ou ruim?	NASA-TLX (Hart, 1986); Device Assessment Questionnaire(ISO 9241-9, 2000).
<b>Facilidade de Uso</b>	2. Foi fácil utilizar o sistema multitoque? Ou seja, você alcançou seu objetivo sem grandes dificuldades?	SUS (Brooke, 1996); UMUX (Finstad, 2010); USE (Lund, 2001); Questionário autoral (Mossel et al., 2013); Questionário autoral (Tseng et al., 2018); Questionário autoral.
<b>Eficiência</b>	3. Você conseguiu alcançar seu objetivo ao realizar a tarefa proposta no sistema multitoque em um tempo que você considera viável?	UMUX (Finstad, 2010); USE (Lund, 2001).
<b>Eficácia</b>	4. Você considera que conseguiu alcançar seu objetivo utilizando a interface multitoque?	UMUX (Finstad, 2010).
	5. A execução da tarefa no sistema multitoque foi cansativa mentalmente?	NASA-TLX (Hart, 1986); Device Assessment Questionnaire(ISO 9241-9, 2000).
	6. A execução da tarefa no sistema multitoque foi cansativa fisicamente?	NASA-TLX (Hart, 1986); Device Assessment Questionnaire(ISO 9241-9, 2000).

Tabela 4.2: Aspectos, questões e referências utilizadas na construção da UXUMEQ.

<b>Aspecto</b>	<b>Questão</b>	<b>Referências</b>
<b>Esforço de trabalho</b>	7. A execução da tarefa no sistema multitoque foi cansativa para suas mãos e dedos?	NASA-TLX (Hart, 1986); Device Assessment Questionnaire(ISO 9241-9, 2000).
<b>Facilidade de aprendizado</b>	8. Foi fácil aprender a usar a interface multitoque?	USE (Lund, 2001).
<b>Facilidade de lembrar</b>	9. É fácil de lembrar a maneira de usar a interface multitoque?	USE (Lund, 2001).
<b>Tempo de resposta</b>	10. O tempo de resposta da interface após uma interação multitoque foi rápido?	Device Assessment Questionnaire(ISO 9241-9, 2000).
<b>Satisfação</b>	11. O quão satisfeito você está com a sua experiência utilizando a interface multitoque?	USE (Lund, 2001); UMUX (Finstad, 2010).
<b>Utilidade</b>	12. Esta interface multitoque lhe é útil?	USE (Lund, 2001).
	13. Esta interface multitoque te ajuda a ser mais produtivo? Ou seja, você acredita que esta interface te ajuda a terminar mais tarefas em menos tempo?	USE (Lund, 2001).
<b>Tolerância a erros</b>	14. A interface multitoque te ajudou a sair de uma situação de erro?	MEC-SPQ (Vorderer et al., 2004); Heurísticas de Nielsen (Nielsen, 2005).
<b>Sentimento geral</b>	15. Você gostou de usar a interface multitoque?	UEQ (Laugwitz et al., 2008).
<b>Diversão</b>	16. Você se divertiu ao usar a interface multitoque?	UEQ (Laugwitz et al., 2008); IMI (Ryan e Deci, 2000).
<b>Conforto</b>	17. Você se sentiu confortável ao utilizar a interface multitoque?	<i>Device Assessment Questionnaire</i> (ISO 9241-9, 2000).
<b>Inovação</b>	18. Você achou a interface multitoque inovadora?	UEQ (Laugwitz et al., 2008).
<b>Intuição</b>	19. Enquanto usava a interface multitoque, você sabia exatamente o que fazer de maneira natural?	INTUI (Ullrich e Diefenbach, 2010); (IMI) (Ryan e Deci, 2000).
	20. Enquanto usava a interface, você agiu inconscientemente, sem pensar nos passos que precisava seguir?	INTUI (Ullrich e Diefenbach, 2010); IMI (Ryan e Deci, 2000).
<b>Tensão</b>	21. Você se sentiu tenso ao realizar as tarefas na interface multitoque?	IMI (Ryan e Deci, 2000).
<b>Controle</b>	22. Quão natural você sentiu que foi controlar a interface?	<i>Presence Questionnaire</i> (Witmer e Singer, 1998); MEC-SPQ (Vorderer et al., 2004).
	23. Os mecanismos de controle prejudicaram o seu desempenho ao realizar a tarefa proposta?	<i>Presence Questionnaire</i> (Witmer e Singer, 1998); MEC-SPQ (Vorderer et al., 2004).

Tabela 4.2: Aspectos, questões e referências utilizadas na construção da UXUMEQ.

Aspecto	Questão	Referências
<b>Imersão</b>	24. Quão completamente todos os seus sentidos estavam envolvidos na interação com a interface multitoque?	<i>Presence Questionnaire</i> (Witmer e Singer, 1998); MEC-SPQ (Vorderer et al., 2004).
	25. O quanto você sentiu que fez parte do experimento, em contrapartida a se sentir um observador do experimento?	<i>Presence Questionnaire</i> (Witmer e Singer, 1998); MEC-SPQ (Vorderer et al., 2004).
<b>Concentração</b>	26. Quão bem você poderia se concentrar nas tarefas atribuídas ou atividades necessárias e não nos mecanismos usados para realizar essas tarefas ou atividades?	<i>Presence Questionnaire</i> (Witmer e Singer, 1998); MEC-SPQ (Vorderer et al., 2004); IMI (Ryan e Deci, 2000).
<b>Distração</b>	27. Quão automática foi a captura da sua atenção na interação com a interface multitoque?	<i>Presence Questionnaire</i> (Witmer e Singer, 1998); MEC-SPQ (Vorderer et al., 2004); IMI (Ryan e Deci, 2000).

As questões são divididas em questões que abordam a Usabilidade e a UX. As questões 1 à 14 abordam os aspectos identificados como pertencendo à Usabilidade, e as questões 15 à 27 abordam os aspectos identificados como percententes à UX.

O objetivo final deste questionário é proporcionar aos avaliadores de sistemas que utilizam a interação baseada em multitoque um meio de realizar uma avaliação mais direcionada aos critérios de Usabilidade e UX. Esta avaliação por sua vez deve destacar os pontos positivos e negativos para que as correções e melhorias necessárias no sistema sejam melhor entendidas e executadas. O processo de construção aqui apresentado foi publicado no Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)<sup>1</sup>.

#### 4.4 TEMPLATE DA VERSÃO INICIAL DA UXUMEQ

<sup>1</sup><https://doi.org/10.1145/3592813.3592920>

Questionário de avaliação de Usabilidade e UX em interfaces multi-toque (UXUMEQ)

Nome:

Por favor, preencha o questionário abaixo para avaliar a sua experiência na interação com o sistema multitoque. Sua resposta é importante e nos ajudará a propor melhorias por meio desta avaliação.

Cada questão contém uma escala de 5 pontos, com duas afirmações, uma à esquerda e uma à direita. Caso concorde totalmente com a afirmação à esquerda, assinale 1. Caso concorde totalmente com a afirmação à direita, assinale 5.

Nas questões abaixo assinale apenas uma resposta por questão.

Não há respostas certas ou erradas. O importante para nós é a sua opinião.

Caso considere que alguma questão não deveria ser assinalada, descreva no campo de descrição da questão o motivo.

USABILIDADE

Performance

1. Você considera que seu desempenho na tarefa do sistema multitoque foi bom ou ruim?

Muito ruim

Muito bom

1 2 3 4 5

Descreva os problemas de performance que você percebeu

Facilidade de uso

2. Foi fácil utilizar o sistema multitoque? Ou seja, você alcançou seu objetivo sem grandes dificuldades?

Muito difícil

Muito fácil

1 2 3 4 5

Descreva as dificuldades que você percebeu ao usar a interface multitoque

Eficiência

3. Você conseguiu alcançar seu objetivo ao realizar a tarefa proposta no sistema multitoque em um tempo que você considera viável?

Não

Sim

1 2 3 4 5

Descreva os fatores que lhe impediram de executar as tarefas em um tempo viável

### Eficácia

4. Você considera que conseguiu alcançar seu objetivo utilizando a interface multitoque?

Não consegui alcançar meu objetivo

Consegui alcançar meu objetivo

1 2 3 4 5

Descreva os obstáculos percebidos para alcançar seu objetivo

### Carga de trabalho

5. A execução da tarefa no sistema multitoque foi cansativa mentalmente?

Foi muito cansativa

Não foi nem um pouco cansativa

1 2 3 4 5

Descreva os fatores que lhe cansaram

6. A execução da tarefa no sistema multitoque foi cansativa fisicamente?

Foi muito cansativa

Não foi nem um pouco cansativa

1 2 3 4 5

Descreva os fatores que lhe cansaram

7. A execução da tarefa no sistema multitoque foi cansativa para suas mãos e dedos?

Foi muito cansativa

Não foi nem um pouco cansativa

1 2 3 4 5

Descreva os fatores que lhe cansaram

### Facilidade de aprendizado

8. Foi fácil aprender a usar a interface multitoque?

Foi muito difícil

Foi muito fácil

1 2 3 4 5

Descreva as dificuldades de aprendizado que você percebeu

### Facilidade de lembrar

9. É fácil de lembrar a maneira de usar a interface multitoque?

Não lembro nada

Me lembro de tudo

1 2 3 4 5

Descreva as dificuldades de lembrar a maneira de uso

**Tempo de resposta**

10. O tempo de resposta da interface após uma interação multitoque foi rápido?

Foi muito lento

Foi muito rápido

1 2 3 4 5

Descreva os problemas no tempo de resposta do sistema multitoque

**Satisfação**

11. O quão satisfeito você está com a sua experiência utilizando a interface multitoque?

Foi muito lento

Foi muito rápido

1 2 3 4 5

Descreva os problemas de satisfação com o sistema multitoque

**Utilidade**

12. Esta interface multitoque lhe é útil?

É muito inútil

É muito útil

1 2 3 4 5

Descreva os problemas de utilidade que você percebeu

13. Esta interface multitoque te ajuda a ser mais produtivo? Ou seja, você acredita que esta interface te ajuda a terminar mais tarefas em menos tempo?

Não me ajuda

Me ajuda muito

1 2 3 4 5

Descreva os problemas de produtividade que você percebeu

Tolerância a erros

14. A interface multitoque te ajudou a sair de uma situação de erro?

Não me ajudou nada

Me ajudou muito bem

1 2 3 4 5

Descreva as dificuldade que você enfrentou para sair de uma situação de erro

UX

Diversão

16. Você se divertiu ao usar a interface multitoque?

Não me diverti nada

Me diverti muito

1 2 3 4 5

Descreva os problemas que atrapalharam sua diversão

Conforto

17. Você se sentiu confortável ao utilizar a interface multitoque?

Foi muito desconfortável

Foi muito confortável

1 2 3 4 5

Descreva o que lhe deixou desconfortável

Inovação

18. Você achou a interface multitoque inovadora?

Nem um pouco inovador

Muito inovador

1 2 3 4 5

Descreva os problemas de inovação que você percebeu

Intuição

19. Enquanto usava a interface multitoque, você sabia exatamente o que fazer de maneira natural?

Nem um pouco

Muito

1 2 3 4 5

Descreva o que não lhe pareceu intuitivo



**Concentração**

26. Quão bem você poderia se concentrar nas tarefas atribuídas ou atividades necessárias e não nos mecanismos usados para realizar essas tarefas ou atividades?

Não me concentrei nada

Me concentrei muito

1 2 3 4 5

Descreva os problemas de concentração que você percebeu

**Distração**

27. Quão automática foi a captura da sua atenção na interação com a interface multitoque?

Nem um pouco automática

Muito automática

1 2 3 4 5

Descreva os problemas na captura da sua atenção

## 5 ESTUDO DE VIABILIDADE

Para avaliar a UXUMEQ foi seguida uma metodologia baseada em evidências sugerida por Shull et al. (2001). Nesse 1o estudo, foi analisada a viabilidade da versão inicial (v1) da UXUMEQ. Considerou-se pertinente realizar a comparação nesse estudo desse questionário com outros encontrados no MSL. Dentre os questionários identificados no MSL, deu-se prioridade para os que abordam Usabilidade e UX conjuntamente, e que não tenham sido criados para o estudo, pois na visão dos autores, questionários bem consolidados tem uma maior probabilidade de serem melhor fundamentados. No entanto, nenhum dos questionários que atendem a esses requisitos foram selecionados. Eles foram o MEC-SPQ (Vorderer et al., 2004) e o DAQ (ISO 9241-9, 2000). Embora o MEC-SPQ envolva aspectos da Usabilidade e UX, ele não foi escolhido por ser mais específico para medir a atenção e senso de presença espacial dos usuários na interação com sistemas. O DAQ também aborda aspectos de Usabilidade e UX, mas este não foi escolhido por apresentar apenas um aspecto de UX, chamado de conforto geral.

Assim, deu-se prioridade por encontrar dois questionários para compor o conjunto comparativo, um que avalie apenas a Usabilidade e outro a UX. Dentre os questionários que avaliam a Usabilidade especificamente, o SUS (Brooke, 1996) foi escolhido por ser o mais utilizado nos estudos do MSL, por ser muito utilizado em diversos outros estudos na literatura (Guerino e Valentim, 2020) e por ter sido usada como base para a construção da UXUMEQ. Estas justificativas indicam a vantagem que o SUS possui em relação às demais tecnologias de avaliação de Usabilidade.

Dentre os questionários que avaliam a UX, destacam-se o IMI (Ryan e Deci, 2000) (não foi escolhido por ter muitas questões, podendo cansar os participantes), PENS (Ryan et al., 2006) (específico para jogos), PANAS (Watson e Clark, 1994) (trata-se de um formato que remete mais a escalas do que questionários), e o Presence Questionnaire (Witmer e Singer, 1998), que foi considerado muito específico, abordando apenas um aspecto de UX, que é o senso de presença. Os questionários considerados mais adequados foram o INTUI (Ullrich e Diefenbach, 2010) e o UEQ (Laugwitz et al., 2008). Como a UXUMEQ possui 27 sentenças e o SUS 10 questões, escolheu-se o INTUI que possui 17 sentenças, tornando justa a quantidade de questões para fins de comparação (UXUMEQ = 27 vs. SUS + INTUI = 27 sentenças/questões).

### 5.1 OBJETIVO

O objetivo do estudo de viabilidade é baseado no paradigma *Goal-Question-Metric* (GQM) (Basili e Rombach, 1988) e pode ser encontrado na Tabela 5.1. O estudo de viabilidade será realizado com o intuito de compreender melhor a experiência de estudantes de IHC e Qualidade de Software (QS) ao utilizarem a UXUMEQ em comparação ao SUS (Brooke, 1996) mais o INTUI (Ullrich e Diefenbach, 2010).

### 5.2 HIPÓTESES

As hipóteses levantadas para a realização desse estudo são:

H01: Não há diferença entre a eficiência das tecnologias UXUMEQ e SUS+INTUI.

HA1: Há diferença entre a eficiência da tecnologia UXUMEQ em comparação a eficiência das tecnologias SUS+INTUI.

H02: Não há diferença entre a eficácia das tecnologias UXUMEQ e SUS+INTUI.

Tabela 5.1: Objetivo do estudo de viabilidade.

<b>Analisar</b>	UXUMEQ e SUS+INTUI
<b>Com o propósito de</b>	comparar
<b>Em relação à</b>	eficiência e eficácia
<b>Do ponto de vista dos</b>	pesquisadores de IHC e ES
<b>No contexto de</b>	uma avaliação de Usabilidade e UX de um sistema multitoque por alunos de graduação de IHC e QS

HA2: Há diferença entre a eficácia da tecnologia UXUMEQ em comparação a eficácia das tecnologias SUS+INTUI.

### 5.3 CONTEXTO

Realizamos o estudo de viabilidade com alunos de graduação da Universidade Federal do Paraná. Eles frequentavam as aulas de "Qualidade de Software"(QS) e "Interação Humano-Computador"(IHC). Este estudo foi aceito pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Paraná, sob o CAAE 64696822.7.0000.0102 e aprovação do projeto número 6.016.709.

### 5.4 SELEÇÃO DE VARIÁVEIS

A variável independente foi o tipo de tecnologia de avaliação de Usabilidade e UX (UXUMEQ e SUS+INTUI). As variáveis dependentes foram eficácia e eficiência. A eficácia foi a razão entre o número de defeitos detectados e o número total de defeitos existentes. A eficiência foi calculada como a razão entre os defeitos detectados e o tempo gasto no processo de avaliação. Esses conceitos foram baseados no trabalho de Fernandez et al. (2013).

### 5.5 SELEÇÃO DE PARTICIPANTES

Quarenta e sete participantes assinaram um formulário de consentimento e preencheram um formulário de caracterização medindo sua experiência em avaliação de Usabilidade e UX e sistemas multitoque. Entre eles, temos 44 homens e 3 mulheres. Os participantes convidados foram alunos do 4º período do curso de Ciência da Computação que estavam cursando a disciplina de IHC e alunos do 8º período do curso de Ciência da Computação que estavam cursando a disciplina de QS. Foi conveniente convidar para o estudo os alunos que estavam sendo introduzidos ou que já tinham tido uma introdução sobre os principais conceitos de IHC.

Para auxiliar na divisão de grupos de maneira justa e sem viés, foi solicitado que os estudantes respondessem a um questionário de caracterização. Esse questionário foi utilizado para categorizar os participantes como tendo nenhuma, baixa, média e alta experiência em avaliação de Usabilidade e UX, conforme definição abaixo:

- Alta Experiência - participantes que estiveram em mais de 5 avaliações de Usabilidade e/ou UX na indústria;
- Média Experiência - participantes que estiveram presentes entre 1 a 4 avaliações de Usabilidade e/ou UX na indústria;

- Baixa Experiência - participantes que estiveram em pelo menos uma avaliação de Usabilidade e/ou UX em sala de aula;
- Nenhuma Experiência - participantes que não tinham experiência com avaliação de Usabilidade e/ou UX ou que tenham conhecimento de algum conceito de Usabilidade e/ou UX adquiridos através de palestras/discursos, mas sem experiência prática.

Além disso, o questionário de caracterização foi utilizado para categorizar os participantes como tendo nenhuma, baixa, média e alta experiência com o uso de sistema multitoque, conforme definição abaixo:

- Alta Experiência - utilizam diariamente sistemas multitoque;
- Média Experiência - utilizam pelo menos 3 vezes na semana sistemas multitoque;
- Baixa Experiência - utilizam pelo menos uma vez por mês sistemas multitoque;
- Nenhuma Experiência - nunca utilizaram um sistema multitoque.

## 5.6 DESENHO EXPERIMENTAL

Os participantes foram divididos em dois grupos (o grupo da UXUMEQ e o grupo do SUS+INTUI), que avaliaram o mesmo aplicativo, Google Earth<sup>1</sup>, seguindo as mesmas instruções de uso. A atribuição do participante a cada grupo baseou-se na justa divisão pela experiência recolhida no questionário de caracterização. Essa divisão é caracterizada como um *design* entre grupos (*between-group*).

## 5.7 INSTRUMENTOS

Vários artefatos foram definidos para apoiar o estudo: formulários de consentimento (Apêndice B), instruções para a avaliação (Apêndice C), formulário de caracterização (Apêndice D), questionários UXUMEQ (subseção 4.3) e SUS+INTUI (Apêndice E), uma planilha para anotação das discrepâncias identificadas (possíveis defeitos) na UXUMEQ (Apêndice F) e no SUS+INTUI (G) e um questionário pós-avaliação para UXUMEQ (Apêndice H) e para SUS+INTUI (Apêndice I).

## 5.8 PREPARAÇÃO

Todos os participantes receberam um treinamento de duas horas sobre avaliação de Usabilidade e UX em sistemas multitoque, a fim de apresentar os conceitos básicos. Além disso, para cada grupo, foi feita uma apresentação sobre a tecnologia de avaliação que aquele grupo aplicará, por cerca de 20 minutos. Exemplos similares foram mostrados sobre como usar ambas tecnologias (UXUMEQ e SUS+INTUI).

---

<sup>1</sup><https://earth.google.com>

## 5.9 EXECUÇÃO

No início do estudo, um pesquisador era responsável por repassar as informações da avaliação aos participantes. Em seguida, foram divididos em dois grupos para cada técnica. Primeiramente, cada participante recebeu os artefatos descritos na Subseção 5.7. Em seguida, cada participante preencheu uma planilha com as discrepâncias encontradas durante a avaliação. Todos os participantes devolveram a planilha contendo as discrepâncias e o tempo total gasto na avaliação. Cada participante realizou a atividade de detecção de discrepâncias individualmente. Durante a atividade de detecção, os participantes não receberam nenhuma assistência dos pesquisadores envolvidos. Por fim, eles preencheram e entregaram o questionário pós-avaliação. Ao todo, 24 participantes utilizaram a tecnologia UXUMEQ e 23 utilizaram as tecnologias SUS+INTUI.

## 5.10 DISCRIMINAÇÃO

Após a execução, as listas de discrepâncias de todos os participantes foram integradas em uma única lista, alterando a referência do nome do participante para um código. Dois pesquisadores de ES revisaram esta lista. Essa equipe decidiu quais discrepâncias eram únicas e quais eram duplicadas (defeitos equivalentes apontados por mais de um participante). A equipe também decidiu quais discrepâncias eram falsos positivos ou defeitos reais.

## 5.11 RESULTADOS QUANTITATIVOS

Nas Tabelas 5.2 e 5.3, podemos ver o resumo dos resultados quantitativos por participante. Os participantes P01 a P16 pertencem à turma de IHC, sendo que P01 a P08 utilizaram SUS+INTUI e P09 a P16 utilizaram UXUMEQ. Os participantes P17 a P47 pertencem à turma de QS, sendo que P17 a P31 utilizaram SUS+INTUI, e P32 a P47 utilizaram UXUMEQ.

<b>Tecnologia</b>	<b>UXUMEQ</b>	<b>SUS+INTUI</b>
<b>Defeitos totais</b>	110	71
<b>Média de defeitos</b>	4.58	3.09
<b>Eficácia</b>	8.33%	5.61%
<b>Tempo médio (min)</b>	35.33	36.13
<b>Eficiência</b>	7.78	5.13
<b>Falsos positivos</b>	5	4

Figura 5.1: Resumo da análise quantitativa das tecnologias UXUMEQ e SUS+INTUI

Os participantes que utilizaram o SUS+INTUI conseguiram encontrar entre 1 e 7 defeitos, gastando cerca de 11 e 60 minutos (Tabelas 5.2 e 5.3). Por outro lado, os participantes que utilizaram a UXUMEQ gastaram entre 10 e 63 minutos; no entanto, eles encontraram entre 1 e 10 defeitos. No geral, as avaliações resultaram em 59 defeitos diferentes de Usabilidade e UX. Conforme mostrado na Figura 5.1, o grupo UXUMEQ teve uma eficácia de 8,33% e identificou 7,38 defeitos por hora (eficiência). Por outro lado, o grupo SUS+INTUI teve uma eficácia de 5,61% e identificou 5,13 defeitos por hora (eficiência). No geral, o grupo da UXUMEQ encontrou 5 falsos positivos, e o grupo SUS+INTUI encontrou 4 falsos positivos.

A análise estatística foi realizada por meio da ferramenta SPSS V. 29 com alfa de 0,05. Essa escolha de significância estatística foi motivada pelo pequeno tamanho da amostra. A Figura

Tabela 5.2: Sumário de resultados dos participantes.

<b>Part</b>	<b>EA</b>	<b>EMT</b>	<b>Disc</b>	<b>FP</b>	<b>Def</b>	<b>Tempo</b>	<b>Defeitos por hora</b>
<b>P01</b>	A	A	3	0	3	16	11.25
<b>P02</b>	A	A	7	0	7	46	9.13
<b>P03</b>	M	B	3	0	3	60	3
<b>P04</b>	M	A	3	0	3	60	3
<b>P05</b>	M	A	3	0	3	40	4.5
<b>P06</b>	M	A	2	0	2	45	2.67
<b>P07</b>	B	A	2	0	2	55	2.18
<b>P08</b>	B	A	1	0	1	30	2
<b>P09</b>	A	A	10	0	10	52	11.54
<b>P10</b>	M	A	2	0	2	63	1.9
<b>P11</b>	M	A	5	0	5	48	6.25
<b>P12</b>	M	A	6	0	6	35	10.29
<b>P13</b>	M	A	5	0	5	26	11.54
<b>P14</b>	M	A	3	0	3	49	3.67
<b>P15</b>	B	A	3	0	3	38	4.74
<b>P16</b>	N	A	8	0	8	32	15

**Part** - Participante; **EA** - Eperiência em Avaliação; **EMT** - Experiência em MultiToque; **Disc** - Discrepâncias; **FP** - Falso Positivos; **Def** - Defeitos; O tempo é representado em minutos; **A** - Alta; **M** - Média; **B** - Baixa; **N** - Nenhuma. Participantes em cinza pertencem ao grupo que utilizou UXUMEQ, participantes em branco pertencem ao grupo que utilizou SUS+INTUI.

Tabela 5.3: Sumário de resultados dos participantes.

<b>Part</b>	<b>EA</b>	<b>EMT</b>	<b>Disc</b>	<b>FP</b>	<b>Def</b>	<b>Tempo</b>	<b>Defeitos por hora</b>
<b>P17</b>	A	A	4	1	3	28	6.43
<b>P18</b>	M	M	2	0	2	11	10.91
<b>P19</b>	M	B	4	0	4	30	8
<b>P20</b>	B	A	3	1	2	40	3
<b>P21</b>	B	A	2	0	2	36	3.33
<b>P22</b>	B	M	2	0	2	36	3.33
<b>P23</b>	B	M	5	0	5	50	6
<b>P24</b>	B	B	3	0	3	28	6.43
<b>P25</b>	B	B	4	1	3	35	5.14
<b>P26</b>	B	N	1	0	1	25	2.4
<b>P27</b>	N	A	6	1	5	26	11.54
<b>P28</b>	N	A	3	0	3	38	4.74
<b>P29</b>	N	A	4	0	4	36	6.67
<b>P30</b>	N	A	1	0	1	20	3
<b>P31</b>	N	N	7	0	7	40	10.5
<b>P32</b>	A	A	1	0	1	39	1.54
<b>P33</b>	A	A	2	0	2	35	3.43
<b>P34</b>	B	A	3	2	1	10	6
<b>P35</b>	B	A	7	1	6	30	12
<b>P36</b>	B	A	6	0	6	48	7.5
<b>P37</b>	B	A	1	0	1	28	2.14
<b>P38</b>	B	A	2	0	2	37	3.24
<b>P39</b>	B	M	3	0	3	36	5
<b>P40</b>	B	M	7	0	7	20	21
<b>P41</b>	B	B	6	1	5	25	12
<b>P42</b>	N	A	5	0	5	24	12.5
<b>P43</b>	N	A	3	0	3	28	6.43
<b>P44</b>	N	A	9	0	9	35	15.43
<b>P45</b>	N	A	1	0	1	25	2.4
<b>P46</b>	N	B	10	1	9	40	13.5
<b>P47</b>	N	B	7	0	7	45	9.33

**Part** - Participante; **EA** - Eperiência em Avaliação; **EMT** - Experiência em MultiToque; **Disc** - Discrepâncias; **FP** - Falso Positivos; **Def** - Defeitos; O tempo é representado em minutos; **A** - Alta; **M** - Média; **B** - Baixa; **N** - Nenhuma. Participantes em cinza pertencem ao grupo que utilizou UXUMEQ, participantes em branco pertencem ao grupo que utilizou SUS+INTUI.

5.2 mostra que o grupo UXUMEQ foi mais eficiente que o grupo SUS+INTUI na avaliação da Usabilidade e UX do sistema multitoque. Além disso, a mediana do grupo UXUMEQ é maior do que a mediana do grupo SUS+INTUI. Quando comparamos as duas amostras por meio do teste t, encontramos diferenças significativas entre os dois grupos ( $p = 0,042$ ) quanto à eficiência. Esses resultados rejeitam a hipótese nula  $H_0$  que afirma que não há diferença no indicador de eficiência entre a UXUMEQ e o SUS+INTUI. Além disso, realizamos uma análise usando o teste t paramétrico de amostras independentes para eficiência porque o teste de normalidade de Shapiro-Wilk revelou que os dados analisados tinham uma distribuição normal.

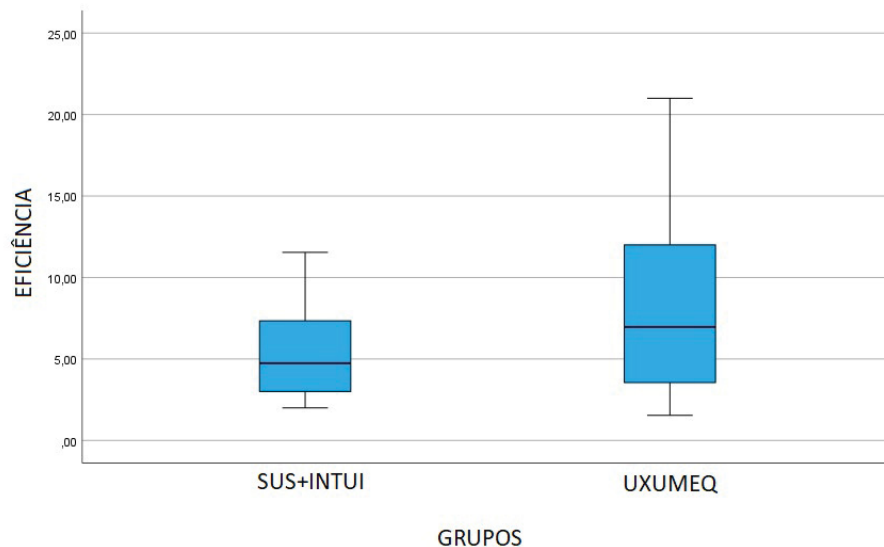


Figura 5.2: *Boxplot* de eficiência.

O gráfico *boxplot* com a distribuição da eficácia por técnica (ver Figura 5.3) mostra que o grupo UXUMEQ teve quase a mesma eficácia que o grupo SUS+INTUI. A mesma análise foi aplicada para determinar se havia diferença significativa comparando o indicador de eficácia das duas técnicas na detecção de defeitos de Usabilidade e UX em uma interface multitoque. O teste Mann e Whitney (1947) foi usado, já que os dados demonstraram uma distribuição não normal, e o mesmo confirmou que a eficácia da UXUMEQ não foi significativamente superior à do SUS+INTUI ( $p = 0,521$ ). Esses resultados sugerem que a técnica UXUMEQ's manteve uma eficácia similar ao SUS+INTUI neste estudo (apoiar a hipótese  $H_{A2}$ ).

## 5.12 ANÁLISE DE ACEITAÇÃO DO USUÁRIO

Foi analisado o questionário pós-avaliação utilizando o questionário *Technology Acceptance Model* (TAM)(Davis, 1989) preenchido pelos participantes. Este questionário foi construído para avaliar a aceitação geral da UXUMEQ. O TAM define três indicadores, sendo eles: (i) facilidade de uso percebida, definida como o grau em que uma pessoa acredita que usar uma tecnologia específica seria fácil, (ii) utilidade percebida, como o grau em que uma pessoa acredita que a tecnologia poderia melhorar seu desempenho no trabalho; e (iii) intenção de uso futuro, que avalia a intenção dos usuários de usar a tecnologia novamente no futuro. As respostas possíveis são: concordo totalmente (verde escuro), concordo parcialmente (verde claro), não concordo nem discordo (amarelo), discordo parcialmente (vermelho claro) e discordo totalmente (vermelho escuro).

As sentenças do indicador Facilidade de Uso são: F1 - Minha interação com o questionário UXUMEQ foi clara e compreensível; F2 - Interagir com o questionário UXUMEQ

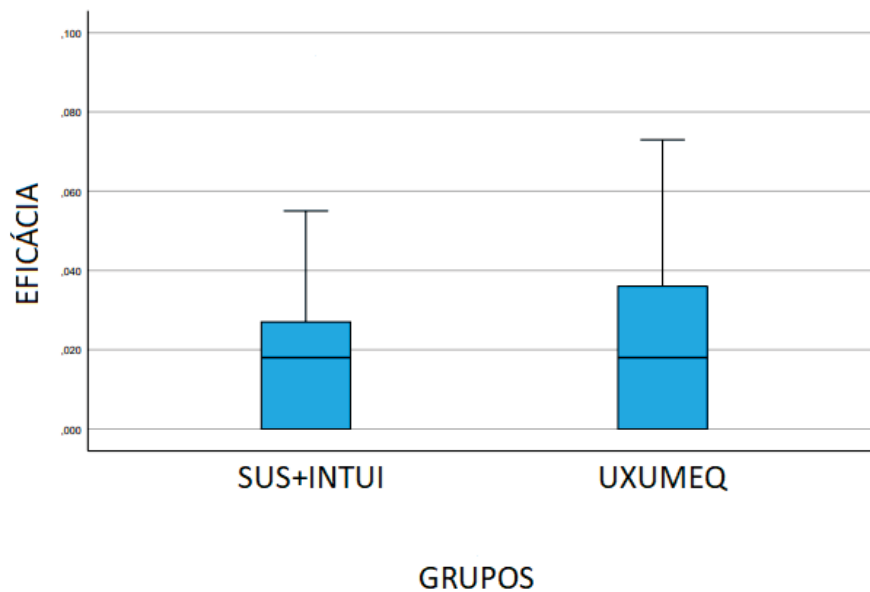


Figura 5.3: *Boxplot* de eficácia.

não exige muito do meu esforço mental; F3 - Considero o questionário UXUMEQ fácil de usar; e F4 - Considero fácil utilizar o questionário UXUMEQ para fazer o que eu quero que ele faça, avaliar a Usabilidade e a UX de um *app* multitoque. Já as sentenças do indicador Utilidade Percebida são: U1 - Usar o questionário UXUMEQ melhorou o meu desempenho na avaliação da Usabilidade e da UX de um *app* multitoque; U2 - Usar o questionário UXUMEQ permitiu aumentar minha produtividade na avaliação da Usabilidade e da UX de um *app* multitoque; U3 - Usar o questionário UXUMEQ aumentou minha eficácia na avaliação da Usabilidade e da UX de um *app* multitoque; U4 - Considero o questionário UXUMEQ útil para a avaliação da Usabilidade e da UX de um *app* multitoque. Por fim, as sentenças do indicador Intenção de Uso Futuro são: I1 - Supondo que eu tenho acesso ao questionário UXUMEQ, eu pretendo usá-lo; e I2 - Levando em conta que eu tenho acesso ao questionário UXUMEQ, eu prevejo que eu iria usá-lo.

A Figura 5.4 mostra que a maioria dos participantes concordou, total ou parcialmente, com as afirmações de facilidade de uso e utilidade. No entanto, quanto à utilidade, houve discordância total com a afirmação U1. O participante P10 apresentou comentários como “não senti muita utilidade no questionário” e “foi extremamente vago para mim”. P10 e P46 discordaram totalmente em U2. P46 afirmou que “alguns pontos podem ser redundantes” e “acredito que falte questões sobre erros catastróficos”.

Sobre o indicador de intenção de uso futuro, P34 foi o único a discordar totalmente das afirmativas I1 e I2. No entanto, este participante não declarou nenhum ponto negativo no campo para comentários. Pelo contrário, afirmou que “acredita que o questionário cumpre o seu objetivo”. Através da Figura 5.4, pode-se observar que a maioria dos participantes discordou das questões referentes à intenção de uso futuro. Acredita-se que essa falta de intenção de uso futuro se deva à especificidade do questionário, visto que a avaliação de Usabilidade e UX em contexto multitoque não é um campo de estudo convencional.



Figura 5.4: Resultados do questionário de aceitação da tecnologia pelos usuários.

### 5.13 RESULTADOS QUALITATIVOS

Como o questionário de pós-avaliação apresentava campos abertos para que os participantes sugerissem melhorias e apontassem dificuldades ou facilidades de uso, analisou-se esses dados qualitativamente. Foi utilizada um subconjunto das fases da Grounded Theory (GT) (Corbin e Strauss, 2014) para analisar esses dados, sendo a codificação aberta (1ª fase) e a codificação axial (2ª fase). A 1ª fase consistiu na criação de códigos representativos de conceitos relevantes para compreender a percepção dos participantes sobre a técnica e seu processo de aplicação. De posse dos códigos, eles foram relacionados entre si (2ª fase). Os procedimentos propostos pelo GT visam uma investigação mais profunda, analisando e comparando esses conceitos. O objetivo de sua utilização neste estudo foi compreender a percepção dos participantes sobre sua experiência com o uso da UXUMEQ. O GT propõe uma 3ª fase chamada codificação seletiva, pois nessa fase o intuito é criar uma teoria. Como esse estudo foi o primeiro da UXUMEQ e nosso objetivo era entender a percepção dos participantes para melhorá-la, essa fase não foi utilizada. No geral, com essa análise foram identificadas algumas categorias, como elogios, sugestões, problemas hedônicos e pragmáticos.

#### 5.13.1 Elogios

Os elogios estão agrupados em Cumprimento do propósito da UXUMEQ, Facilidade de uso, Aplicação da UXUMEQ, Suporte para iniciantes e Assertividade da UXUMEQ. O cumprimento da finalidade da UXUMEQ pode ser percebido pelas percepções de que a UXUMEQ faz o que foi feita para fazer (vide citação de P12); ajuda a encontrar erros (vide citação de P14); fornece a base para avaliar sistemas multitoque (vide citação de P38); ele pode ser usado como um guia para avaliação de Usabilidade (vide citação de P44). Isso demonstra que o objetivo que levou à criação da UXUMEQ foi alcançado e percebido durante sua utilização.

*"O questionário faz o que deveria". (P12)*

"(...) ajuda nos principais pontos da avaliação". (P14)

"(...) fornece aspectos gerais de como avaliar interfaces multitoque". (P38)

"Serve muito bem como um guia para fazer a avaliação de Usabilidade(...)". (P44)

A facilidade de uso da UXUMEQ foi percebida pelos participantes por meio da compreensão da simplicidade (vide citação de P38), organização (vide citação de P42) e intuitividade (vide citação de P43). Toda a estruturação do projeto foi pensada para facilitar a avaliação que seria feita, e esse *feedback* demonstra que esse objetivo também foi alcançado.

"(...) compreensão total nos itens (...)". (P38)

"As perguntas são claras e bem organizadas". (P42)

"O questionário é fácil e intuitivo de responder". (P43)

A UXUMEQ foi planejada para ser o mais fácil e simples possível. Alguns participantes notaram essa característica, descrevendo que UXUMEQ ajuda a perceber pontos como naturalidade e esforço da ação (vide citação de P15), e seu uso é rápido, tornando o processo menos cansativo do que o necessário (vide citação de P33). Esses comentários demonstram que a estrutura e o uso da UXUMEQ são bem adequados.

"Nos lembra de prestar atenção em pontos como a naturalidade das ações e a dificuldade/esforço necessário para executá-las.". (P15)

"É rápida (...)". (P33)

A facilidade de uso da UXUMEQ pode assumir várias formas, incluindo a facilidade de manipulação por iniciantes em avaliações de Usabilidade e UX em sistemas multitoque (vide a citação de P47). Essa percepção demonstra que a facilidade de uso da UXUMEQ pode ser aplicada até mesmo para pessoas que não possuem conhecimento profundo sobre o assunto.

"Um ponto positivo notável é que se não temos experiência com esse tipo de avaliação, além de um bom guia, nos deixa atentos a outros detalhes". (P47)

A precisão e o rigor que a UXUMEQ busca proporcionar podem ser notados pela objetividade que a envolve (vide citação de P41) e avaliação orientada por ela (vide citação de P34). Além disso, a razão dessa precisão pode ser considerada devido às suas questões (vide citação de P45). Essas informações sugerem que a UXUMEQ pode contribuir para uma avaliação precisa e objetiva.

"UXUMEQ é clara e objetiva (...)". (P41)

"É feita uma avaliação mais objetiva e orientada". (P34)

"O questionário contém as perguntas precisas para uma boa avaliação (...)". (P45)

### 5.13.2 Sugestões

Esta Subseção fornece informações sobre as sugestões feitas para melhorar a UXUMEQ.

Sugestões com foco nas questões levaram às primeiras modificações. Foi relatada a falta de uma questão para coletar o número de tentativas (vide citação de P11). Isso resultou na adição do campo de descrição "Descreva quantas tentativas foram necessárias para atingir cada objetivo" na questão relacionada à eficácia. Como cada avaliação pode ter quantas tarefas os moderadores da avaliação julgarem necessário, considerou-se que o avaliador deveria descrever a tarefa e o número de tentativas. Foi apresentado um sentimento geral sobre as questões serem muito longas (vide citação de P40) e/ou muito amplas (vide citação de P44). Procurou-se encurtar todas as questões que permitiram essa abreviação sem perder a essência do que se busca avaliar. A natureza dessas modificações pode ser melhor compreendida com um exemplo na Figura 5.5. Essas modificações foram aplicadas, removendo redundâncias e características implícitas das questões.

"Talvez adicione uma pergunta relacionada a quantas vezes o participante teve que tentar atingir um determinado objetivo". (P11)

"Torne as perguntas um pouco mais específicas e curtas". (P40)

"Torne algumas das questões de UX um pouco mais diretas". (P44)

ANTES						
13. Esta interface multi-toque te ajuda a ser mais produtivo? Ou seja, você acredita que esta interface te ajuda a terminar mais tarefas em menos tempo?						
Não me ajuda						Me ajuda muito
	1	2	3	4	5	
Descreva os problemas de produtividade que você percebeu						
DEPOIS						
13. Esta interface multi-toque te ajuda a ser mais produtivo, terminando mais tarefas em menos tempo?						
Não me ajuda						Me ajuda muito
	1	2	3	4	5	
Descreva os problemas de produtividade que você percebeu						

Figura 5.5: Exemplo de pergunta reduzida

Foi apresentada uma dificuldade quanto ao significado dos mecanismos de controle (vide citação de P42), e para facilitar o entendimento, alguns exemplos de mecanismos de controle foram adicionados à questão, que podem ser vistos na Figura 5.6.

"Explique o que são mecanismos de controle". (P42)

ANTES						
23. Os mecanismos de controle prejudicaram o seu desempenho ao realizar a tarefa proposta?						
Me prejudicaram muito						Não me prejudicaram nada
	1	2	3	4	5	
Descreva os problemas com os mecanismos de controle que você percebeu						
DEPOIS						
24. Os mecanismos de controle (como botões, links) prejudicaram o seu desempenho?						
Me prejudicaram muito						Não me prejudicaram nada
	1	2	3	4	5	
Descreva os problemas com os mecanismos de controle que você percebeu						

Figura 5.6: Questão sobre mecanismos de controle com adição de exemplos

Qualquer sistema pode apresentar erros graves que podem comprometer toda a interação. A necessidade de adicionar uma pergunta para verificar a ocorrência de tais erros foi apresentada (vide citação de P46) e resultou em uma nova pergunta: "Os erros que você presenciou foram catastróficos?". Já existia uma pergunta sobre tolerância a erros, e agora foi criada uma nova categoria, chamada Erros, contendo uma pergunta sobre tolerância a erros e outra sobre erros catastróficos. Essa nova categoria e suas respectivas questões são apresentadas na Figura 5.7.

"(...) acredito que falte questões relacionadas a erros catastróficos". (P46)

Erros						
14. A interface multi-toque te ajudou a resolver erros que ocorreram durante sua interação?						
Não me ajudou nada						Me ajudou muito bem
	1	2	3	4	5	
Descreva as dificuldades que você enfrentou para resolver erros na interação						
15. Os erros que você presenciou foram catastróficos?						
Muito catastróficos						Nada catastróficos
	1	2	3	4	5	
Descreva os erros catastróficos que você presenciou						

Figura 5.7: Categoria de erros após as modificações apresentadas neste estudo

### 5.13.3 Problemas hedônicos

Os principais problemas hedônicos são considerados como UX e o ambiente. Foi levantada a preocupação de que a UXUMEQ não considera o ambiente em que o respondente a está usando (vide citação de P09). Acrescentamos um novo item no cabeçalho que orienta o avaliador a realizar o questionário em um ambiente calmo e tranquilo, evitando interrupções.

*"(...) não considera o ambiente e humor do avaliador."* (P09).

Ainda sobre os problemas hedônicos, percebeu-se uma confusão na questão 24, referente à imersão, onde alguns participantes acharam confuso o significado de envolvimento (vide citação de P14) ou mesmo a questão como um todo (vide citação de P40). Para evitar futuros mal-entendidos, a questão foi modificada de "Quão completamente todos os seus sentidos estavam envolvidos na interação com a interface multitoque?" para "Quão completamente os seus sentidos de audição, visão e tato estavam envolvidos na interação com a interface multitoque?".

*"A questão 24 é confusa, pois não sei se é envolvimento no sentido de necessidade ou apreço pela interação"*. (P14)

*"Algumas questões como imersão e uso dos sentidos não estão muito claras (...)"*. (P40)

A mesma confusão foi notada quanto ao aspecto do erro (vide citação de P12). A pergunta foi então modificada de "A interface multitoque te ajudou a sair de uma situação de erro?" para "A interface multitoque te ajudou a resolver erros que ocorreram durante sua interação?", que pode ser considerado mais fácil de entender.

*"O que são erros? Meus erros? Do aplicativo? Deixe claro o que significam"*. (P12).

O funcionamento geral da UXUMEQ em relação à localização de problemas pode ser confundido sem uma explicação prévia (vide citação de P09). Para isso, foi adicionado um trecho no cabeçalho dizendo: "Para responder a UXUMEQ, você deve antes ter interagido com um sistema multitoque. Ele será o seu objeto de avaliação. Ao responder a UXUMEQ, considere como foi sua experiência ao interagir com o sistema multitoque, buscando refletir sobre dificuldades de uso e incômodos, pontos fortes e fracos do sistema". Outra confusão sobre o funcionamento da UXUMEQ era que não estava claro se ela deveria ser lida antes ou depois de interagir com o sistema multitoque (veja a citação P13). Este problema foi resolvido recomendando no cabeçalho que o usuário leia a UXUMEQ na ordem que lhe agrada.

*"A princípio, não ficou claro como responder ao questionário ajudaria a identificar problemas. Após uma breve explicação, ficou claro"*. (P09).

*"Não ficou claro se era melhor fazer as tarefas primeiro e depois responder ao questionário ou ler o questionário e procurar problemas de Usabilidade mais tarde". (P13).*

#### 5.13.4 Problemas pragmáticos

Os problemas pragmáticos estão relacionados ao funcionamento e aspectos práticos da UXUMÉQ. Por exemplo, notou-se que uma das questões apresentava uma inversão de escala (vide citação de P36) que foi corrigida. A percepção de que os gestos multitoque deveriam estar presentes na avaliação (vide citação de P35) resultou em um trecho do cabeçalho explicando que, quando um problema fosse encontrado, o gesto envolvido no problema também deveria ser relatado. No entanto, nem todos podem realizar gestos multitoque. Alguns problemas de mobilidade e/ou deficiência podem restringir essa interação (vide citação de P33). Um campo perguntando sobre as limitações do usuário foi inserido no cabeçalho para atenuar esse ponto.

*"O item 21 está invertido: enquanto todos os outros associam 1 a uma avaliação negativa (ruim) e 5 a uma avaliação positiva (boa), o item faz o contrário". (P36)*

*"Não diferencia entre diferentes gestos multitoque, como toque múltiplo, zoom de pinça, arrastar com vários dedos para cima/para baixo, (...)". (P35)*

*"O questionário não pergunta se você tem alguma condição que o impeça de usar o aplicativo". (P33)*

A visão de que UXUMÉQ pode ser vaga é percebida por meio de apontamentos como imprecisão em encontrar problemas (vide citação de P10) e dificuldade de entender a que se referiam as questões (vide citação de P12). Acreditamos que essa imprecisão foi abordada ao tratar a citação anterior sobre o encurtamento e a precisão aprimorada.

*"Foi extremamente vago para mim, com exceção de um problema que pude identificar sem o questionário, mas que ele também apontou". (P10)*

*"Algumas questões eram ambíguas, por não sabermos exatamente a que se referiam". (P12)*

#### 5.14 AMEAÇAS À VALIDADE

Todos os estudos apresentam ameaças que podem afetar a validade dos resultados. Nesta seção, essas ameaças são discutidas, categorizando-as usando a mesma abordagem de Wohlin et al. (2012): interna, externa, conclusão e constructo.

Sobre a validade interna, nesse estudo, considerou-se quatro ameaças principais que representam um risco para uma interpretação satisfatória dos resultados: (1) efeitos do treinamento, (2) medição do tempo, (3) classificação da experiência e (4) influência do moderador. Pode ser que tenha ocorrido efeito do treinamento se o treinamento na tecnologia UXUMÉQ for de qualidade inferior ao treinamento no SUS+INTUI. Controlou-se os efeitos do treinamento usando os mesmos exemplos de problemas que podem ser identificados por ambos os questionários. Considerando a medição do tempo, foi pedido aos participantes que fossem o mais precisos possível, e o moderador também conferiu o tempo anotado por cada participante antes de entregar sua planilha. A avaliação da experiência dos participantes foi baseada em sua autoclassificação. Eles foram classificados de acordo com o número e o tipo de experiências anteriores (na avaliação de Usabilidade e/ou UX e em uso de interfaces multitoque). Finalmente, para reduzir a ameaça da influência do moderador no resultado do estudo, uma equipe de especialistas realizou uma análise de discrepâncias. Essa equipe julgou se as discrepâncias eram defeitos de Usabilidade e/ou UX.

Em relação à validade externa, três questões foram consideradas: (1) os participantes eram estudantes de graduação; (2) o estudo foi realizado em ambiente acadêmico; e (3) era

necessário treinar os participantes. Em relação à questão 1, apenas alguns participantes tiveram experiência na indústria. De acordo com Carver et al. (2004), os alunos que não têm experiência na indústria podem ter habilidades semelhantes aos profissionais menos experientes. Em relação à questão 2, deve-se considerar a hipotética diferença nos resultados caso o estudo fosse realizado em outros ambientes. Por fim, em relação à questão 3, seria ideal que não fosse necessário nenhum treinamento para aplicar as tecnologias. No entanto, o pouco tempo gasto em treinamento permite que alguns participantes utilizem as tecnologias sem experiência anterior em Usabilidade e/ou avaliação de UX.

Sobre a validade de conclusão, nesse estudo o principal problema é o tamanho e a homogeneidade da amostra. O pequeno número de participantes não é o ideal do ponto de vista estatístico e, além disso, os participantes são todos alunos da mesma instituição. O tamanho da amostra é um problema conhecido nos estudos de IHC e ES (Conte et al., 2007) (Fernandez et al., 2012). Devido a esses fatos, há uma limitação nos resultados, que devem ser considerados como indicadores e não conclusivos. Quanto à validade do constructo, foram medidas a eficácia e eficiência, que são medidas utilizadas em estudos que investigam a detecção de defeitos em tecnologias (Fernandez et al., 2012).

### 5.15 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresentou um estudo de viabilidade para comparar as tecnologias de avaliação de Usabilidade e UX, SUS+INTUI e UXUMEQ, em termos de eficiência e eficácia. Este estudo de viabilidade foi aceito no XXXVII Simpósio Brasileiro em Engenharia de Software (SBES)<sup>2</sup>. Por meio da análise dos resultados quantitativos do estudo, verificamos que a UXUMEQ apresentou diferença estatisticamente significativa sobre o SUS+INTUI quanto à eficiência. O teste t confirmou esse resultado. No entanto, o mesmo não pode ser informado sobre a eficácia, que não apresentou diferença entre SUS+INTUI e UXUMEQ.

A partir da análise da percepção do usuário, a maioria dos participantes concordou com as afirmações referentes à facilidade de uso percebida e utilidade percebida da tecnologia UXUMEQ. Esses resultados mostram evidências de facilidade ao usar a UXUMEQ. A boa aceitação da UXUMEQ pelos participantes do estudo pode indicar que essa tecnologia também pode ser adequada para participantes com baixo conhecimento de avaliação de Usabilidade e/ou UX. Além disso, os participantes afirmaram que a UXUMEQ possui itens de verificação mais fáceis de entender e usar. A análise qualitativa possibilitou a identificação de dificuldades na utilização da UXUMEQ, como a incompreensão dos significados dos aspectos e confusão sobre o seu funcionamento. Esses resultados qualitativos levaram ao aprimoramento da UXUMEQ, gerando a v2 da mesma. Algumas das melhorias foram a adição, redução e refatoração de questões. A nova versão completa da UXUMEQ (v2) pode ser encontrada em um repositório no Figshare <sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup><https://doi.org/10.1145/3613372.3613393>

<sup>3</sup>[Versões da UXUMEQ](#)

## 6 AVALIAÇÃO COM ESPECIALISTAS

Nesse 2o estudo, buscou-se avaliar a v2 da UXUMEQ através de um estudo qualitativo com especialistas. O objetivo deste estudo, seguindo o paradigma Goal-Question-Metric (GQM) (Basili e Rombach, 1988), é avaliar a UXUMEQ, para melhorá-la, no que diz respeito à sua validade de conteúdo, do ponto de vista de especialistas em ES e IHC, no contexto de Usabilidade e avaliação de UX em sistemas multitoque. A questão de pesquisa a ser respondida nesse estudo é “O que os especialistas acreditam que pode/deve ser melhorado na UXUMEQ para que ela possa atingir seu objetivo, que é apoiar a avaliação de Usabilidade e UX em interfaces multitoque?”

Para o contexto deste estudo, o requisito mínimo para ser considerado especialista era possuir mestrado completo nas áreas de ES e/ou IHC. Este estudo foi aceito pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Paraná sob CAAE 64696822.7.0000.0102 e o número de aprovação do projeto é 6.016.709. O primeiro passo foi convidar especialistas para participarem por meio de *e-mails* contendo uma breve apresentação da pesquisa e uma contextualização do estudo. Onze especialistas em ES e/ou IHC do Brasil aceitaram o convite, seis homens e cinco mulheres.

Esses especialistas passaram por uma primeira reunião *online* onde a proposta do estudo foi apresentada na íntegra. Nessa reunião inicial, foi explicado que o papel dos especialistas seria avaliar cuidadosa e criticamente a UXUMEQ, procurando o maior número possível de defeitos e melhorias. Eles deveriam avaliá-la dentro de duas semanas. Ao final deste primeiro encontro, os especialistas receberam a UXUMEQ em arquivo digital .docx e formulários de consentimento e caracterização.

Os 11 especialistas preencheram e assinaram o termo de consentimento e caracterização. O formulário de caracterização foi utilizado para reunir a experiência por meio do número de projetos de avaliação de Usabilidade e/ou UX em contextos acadêmicos e industriais que o participante tinha. Outra caracterização foi feita para identificar a familiaridade dos especialistas com sistemas multitoque. A divisão era (a) nenhuma - quem não tem experiência no uso de sistema multitoque; (b) baixa - quem usa sistemas multitoque pelo menos uma vez por mês; (c) média - quem usa sistemas multitoque pelo menos três vezes por semana; (d) alta - quem usa sistemas multitoque diariamente. Essa caracterização pode ser melhor visualizada na Tabela 6.1.

Após duas semanas, foi realizada uma segunda reunião para entrevistar os especialistas e coletar percepções sobre a validade da UXUMEQ. Em seguida, realizou-se uma entrevista semiestruturada com nove perguntas roteirizadas (Apêndice J). Na entrevista, suas falas foram gravadas. Após isso, foram transcritas e importadas para o programa Atlas.ti.v9, onde se iniciou a codificação aberta, primeira fase do método Grounded Theory (Corbin e Strauss, 2014). Cada participante também fez anotações escritas na versão editável da UXUMEQ, que foram acrescentadas na codificação aberta. Após a codificação aberta, foi realizada também a codificação axial, onde emergiram categorias a partir da relação dos códigos. Esses dados foram então analisados e usados para evoluir a UXUMEQ.

### 6.1 ANÁLISE QUALITATIVA

As sugestões apresentadas pelos especialistas foram organizadas em nove categorias principais que serão abordadas nas subseções seguintes. Para facilitar o entendimento, as questões da UXUMEQ serão tratadas com códigos de Q1 à Q31. E os participantes também foram codificados de P01 a P11.

Tabela 6.1: Caracterização de especialistas.

Especialista	PAUXUA	PIUXUA	EXMT
<b>P01</b>	2	0	Alto
<b>P02</b>	1	0	Alto
<b>P03</b>	5	2	Alto
<b>P04</b>	20	10	Alto
<b>P05</b>	0	10	Alto
<b>P06</b>	4	1	Alto
<b>P07</b>	1	0	Alto
<b>P08</b>	5	20	Médio
<b>P09</b>	3	0	Alto
<b>P10</b>	15	8	Alto
<b>P11</b>	10	1	Alto
<b>PAUXUA</b> - quantidade de Projetos Acadêmicos de UX e Usabilidade Avaliados; <b>PIUXUA</b> - quantidade de Projetos Industriais de UX e Usabilidade Avaliados; <b>EXMT</b> - Experiência MultiToque;			

### 6.1.1 Sugestões de melhoria

#### 6.1.1.1 Sugestões de melhoria no cabeçalho

UXUMEQ possui um cabeçalho onde são fornecidas orientações e explicações sobre a tecnologia. Ao avaliar o cabeçalho, alguns especialistas perceberam a necessidade de substituir algumas palavras por outras mais adequadas (ver citações de P10 e P11 abaixo). Existe um campo no cabeçalho onde são verificadas possíveis limitações do usuário em relação à execução de gestos multitoque. P01 sugeriu adicionar exemplos de limitações (ver citação de P01 abaixo).

*"[Sugere-se substituir apenas "problema"por] possível ou potencial problema.".* (P10)

*"Substituir a palavra "buscando" por "procure" (...)".* (P11)

*"(...) também poderia haver alguns exemplos de limitações, sabe?".* (P01)

Em determinado ponto do cabeçalho é solicitado que quando for encontrado algum problema na interface avaliada, seja relatado o gesto envolvido com o problema. P08 (ver citação de P08a abaixo) sugeriu que o trecho "funcionalidade e gesto" fosse adicionado em vez de apenas "gesto". Foi feita uma sugestão de adicionar uma citação aos autores no cabeçalho (ver citação P03a abaixo). Como nem todas as questões podem ser relevantes para serem respondidas, a necessidade de modificar a instrução sobre deixar questões em branco foi notada por P03 e P08 (ver citação de P03b e P08b abaixo).

*"[Foi sugerido alterar apenas gesto para] funcionalidade E gesto".* (P08a)

*"Sugiro acrescentar uma citação aos criadores do questionário no instrumento(...)".* (P03a)

*"(...) sugiro reescrever "Caso queira deixar uma questão em branco, escreva o motivo para isso", ou então "Uma questão pode ser deixada em branco, mas para isso você deve dar uma justificativa por escrito no campo de descrição da questão"".* (P03b)

*"Não deve ter uma orientação pra deixar em branco? "Deixe-a em branco e descreva no campo de descrição da questão o motivo (P08b).".*

Nas explicações do cabeçalho, havia sugestão de modificar "você estava interagindo com o sistema"para "tentando usá-lo para interagir"(ver citação de P08a abaixo), com o objetivo de

evitar a suposição direta de que a interação realmente aconteceu. Outra sugestão foi padronizar os marcadores, que tinham uma formatação não uniforme (ver citação P08b abaixo). P08 também sugeriu que houvesse uma modificação de termos para deixar mais claro que as escalas são compostas por pares de opostos relativos (ver citação de P08c abaixo). Foi feita uma sugestão para reforçar que UXUMEQ pretende extrair a percepção de quem a está utilizando (ver citação de P02 abaixo). A mistura com o uso em primeira e terceira pessoa também foi apontada (ver citação de P03 abaixo).

*"[Foi sugerido trocar 'usando' por] 'tentando' usar para interagir". (P08a)*

*"[Foi sugerido] padronizar marcadores". (P08b)*

*"É importante mencionar que a resposta é composta por pares de opostos relativos às características do sistema ou à experiência de uso do sistema, no cabeçalho". (P08c)*

*"Vale a pena colocar um tópicozinho como esse (...) queremos avaliar a sua percepção, além de não ter certo ou errado, queremos muito saber a sua percepção.". (P02)*

*"Quem é o "nós" que aparece no instrumento? Do nada surge uma "primeira pessoa", quando o restante do questionário é abordado em terceira pessoa.". (P03)*

#### 6.1.1.2 Sugestões Estruturais Práticas

Esta categoria trata de alguns aspectos práticos da estrutura da UXUMEQ. Em relação à divisão entre aspectos de UX e Usabilidade, um especialista sugeriu que os aspectos de UX fossem apresentados antes dos aspectos de Usabilidade (ver citação P02 abaixo). Além disso, uma necessidade de adicionar exemplos nas questões para torná-las mais fáceis de compreender foi notada (ver citação de P01 abaixo).

*"(...) a gente tende a começar por coisas mais agradáveis, digamos. Então trazendo logo as questões de diversão, de sentimento e aí depois a gente vai pra parte de erros e tal, essas coisas. E aí já você já conseguiu deixar o usuário mais familiarizado, mais à vontade". (P02)*

*"(...) acho que com o melhor detalhamento, talvez com algum exemplo assim também pode ajudar, sabe?". (P01)*

#### 6.1.1.3 Sugestões de novas perguntas

Foi sugerida a adição de mais perguntas para verificar o desempenho do sistema multitoque em relação à três gestos multitoque específicos, como *flick*, gestos simultâneos e pinça (ver citações de P08a, P08b e P08c abaixo). Também foi feita uma sugestão para adicionar uma pergunta sobre a precisão do toque (ver citações de P08d abaixo). Além disso, foi feita uma sugestão de pergunta sobre a ajuda que o sistema poderia fornecer em relação aos gestos aceitos (ver citação de P08e abaixo).

*"Um flick (toque rápido com movimento em uma única direção) pode acionar uma rolagem até o final de uma lista". (P08a)*

*"O usuário pode combinar gestos simultâneos, como rotação e zoom (como na visualização de mapas) e estes devem ser interpretados adequadamente pela aplicação". (P08b)*

*"Tocar e mover dois dedos simultaneamente pode ser confundido com o gesto de zoom e fazer com que o navegador aumente/diminua a interface sem que esta seja a intenção do usuário". (P08c)*

*"Pode acontecer que o usuário não consiga especificar o elemento alvo do gesto. (...) O sistema deve ser capaz de prever esta intenção". (P08d)*

*"[Sugiro adicionar uma pergunta do tipo] "Para facilitar a compreensão dos gestos suportados e esperados pelo sistema, você considera que a interface é... obscura/informativa/explicativa. (P08e)*

#### 6.1.1.4 Sugestões de alterações em questões específicas

Foram recebidas diversas sugestões de mudança em algumas sentenças e pares de palavras opostas, como em Q5 (ver citação de P08a), Q6 (ver citação de P08b), Q8 (ver citação de P08c abaixo), Q9 (ver citação de P08d abaixo), Q13 (ver citação de P08e abaixo), Q15 (ver citação de P08f abaixo), Q16 (ver citação de P08g abaixo), Q17 (ver citação de P08h abaixo), Q18 (ver citação de P08i abaixo), Q19 (ver citação de P08j abaixo), Q21 (ver citação de P08k abaixo) juntamente com a sugestão de alteração da parte “você agiu sem pensar?” por “você precisava pensar?”, e Q23 (ver citação de P08l abaixo).

*"Realizar a tarefa no sistema multitoque foi mentalmente... cansativo/relaxante (agradável)". (P08a)*

*"Ver sugestão do item anterior (Q6)". (P08b)*

*"Você considera que aprender a usar a interface multitoque é uma tarefa... difícil/fácil". (P08c)*

*"[Sugiro mudar para] após um tempo sem usar esta interface multitoque, ao necessitar retomar seu uso, você considera que ela facilita ... a lembrança / o esquecimento". (P08d)*

*"[Sugiro alterar para] em relação à sua produtividade nas tarefas executadas, esse sistema multitoque... ajuda/prejudica". (P08e)*

*"(...) Sugiro reescrever algo como: "Erros encontrados durante a utilização do sistema multitoque podem ser considerados... graves/insignificantes. (P08f)*

*"Sugiro retirar os quantificadores e pensar em adjetivos que qualifiquem a experiência em geral. "Usar a interface multitoque foi uma experiência ...negativa/positiva. (P08g)*

*"[Sugiro mudar para] "com relação a diversão durante o uso da interface multitoque, foi ... Entediante/divertido. (P08h)*

*"Sugestão: adaptar a frase e retirar quantificadores das respostas". (P08i)*

*"Sugestão: adaptar a frase e retirar quantificadores das respostas". (P08j)*

*"[sugiro mudar para] Quanto à naturalidade dos gestos necessários para interagir com o sistema, eles podem ser considerados... contraintuitivos/intuitivos ou artificiais-forçados/naturais". (P08k)*

*"Talvez, se o foco for mensurar/avaliar a controlabilidade (controllability) eu tentaria algo como: "Sua relação com o sistema por meio da interação com a interface foi de sentir-se... no controle / desorientado ou incapaz de controlar" ". (P08l)*

Houveram sugestões pontuais para alteração dos pares de palavras presentes em diversas questões, como a Q4 por acessar o aspecto eficácia por meio da verificação dos objetivos alcançados. Foi sugerido o uso do par de palavras “nenhum” e “todos” na escala (ver citações de P08a abaixo), contrapondo-se à questão anterior que perguntava se o usuário havia atingido seus objetivos, com as opções binárias de “Consegui atingir meus objetivos” e “Não consegui atingir meus objetivos”. Em outras questões, também houve sugestões de retirada dos quantificadores, como Q10 (ver citação de P08b abaixo), Q11 (ver citação de P08c abaixo), Q12 (ver citações de P08d e P11 abaixo), Q21 (ver citação de P02 abaixo) e Q22 (ver citação de P08e abaixo).

*"(...) opções referem-se a uma escolha binária (...) use os termos Nenhum/Todos, por exemplo.". (P08a)*

*"(...) [sugiro] remover quantificadores dos opostos". (P08b)*

*"Sugestão: insatisfeito/satisfeito". (P08c)*

*"(...) [sugiro] remover quantificadores de opostos". (P08d)*

*"Por exemplo, é muito útil, é muito inútil. Eu diria que é útil, é inútil". (P11)*

*"Eu trocaria por 'você precisou pensar?'". (P02)*

*"Estar/sentir-se tenso é um termo (na minha opinião) de difícil interpretação. Sugiro reformular usando os adjetivos ansioso, preocupado, apreensivo, angustiado, nervoso, ou algo que mais se aproxime do desejo de medida, com o respectivo antônimo."* (P08e)

Foram sugeridas algumas junções entre questões, como entre Q6 e Q7 (ver citação de P01 abaixo) e entre Q25 e Q26 (ver citação de P08 abaixo). Além disso, foi sugerida uma junção entre categorias (ver citação de P06 abaixo).

*"Então eu estava um pouco inseguro se fazia sentido ter os dois, sabe? Porque fisicamente já abrange, sabe? Então acho que talvez você pudesse fazer apenas uma pergunta e depois colocar (...) por exemplo, mãos e dedos, sabe?"*. (P01)

*"Uma sugestão, unindo os itens 25 e 26 poderia ser: "O sentimento durante a experiência de uso do sistema foi de ... ser um observador/estar envolvido."* (P08)

*"concentração e distração acho que poderia ter sido apenas uma categoria ao invés de duas categorias separadas porque um é meio que o antônimo do outro"*. (P06)

Foram recebidas algumas sugestões sobre troca na ordem de questões, como Q3 e Q4 (ver citação de P11a abaixo) e Q14 e Q15 (ver citação de P11b abaixo).

*"Eu colocaria [Q3] depois da eficácia [Q4]"*. (P11)

*"Eu inverteria a ordem de Q14 e Q15 para torná-las mais coerente"*. (P11)

Outras sugestões pediam uma melhor especificação na Q5 e Q6 para que a diferença entre elas ficasse mais evidente (ver citação de P11 abaixo).

*"Então talvez especificando esta questão em uma forma que separe claramente a questão do que é a carga cognitiva (...)"*. (P11)

Também foi sugerido que fosse fornecida uma melhor definição para a Q6, questão que diz respeito ao cansaço físico geral (ver citação de P06 abaixo).

*"Talvez você quis dizer cansaço físico, não sei, dos olhos, então defina melhor, sabe?"*. (P06)

Também foram notadas algumas palavras equivocadas, como em Q4 (ver citações de P08 abaixo), Q25 (ver citação de P01 abaixo) e Q26 (ver citação de P03 abaixo).

*"Talvez modificar para verificar se os objetivos (plural) foram alcançados"*. (P08)

*"É um comentário mais básico. Achei estranho começar a pergunta com 'quão completamente'"*. (P01)

*"Sugiro retirar a palavra "experimento", mesmo que seja usada em um experimento"*. (P03)

#### 6.1.1.5 Sugestões de Campos Qualitativos

O campo de entrada para descrever os problemas encontrados referentes aos aspectos específicos a eles vinculados apresenta um texto que indica o que deve ser descrito nele. Um especialista notou que este campo pedia apenas pontos negativos, e sugeriu pedir aspectos negativos e positivos observados no sistema (ver citação de P02a abaixo). Além disso, foi também notado que os textos das questões de carga de trabalho eram os mesmos (ver citação de P02b abaixo). Outro especialista pediu para alterar o formato da frase de uma solicitação para uma pergunta (ver citação de P07 abaixo).

*"(...) [deve pedir] pontos positivos e negativos para ficar mais claro"*. (P02a)

*"[O texto no campo de entrada] é o mesmo para os três"*. (P02b)

*"Altere "Descreva..." para "Você percebeu...? Se sim, quais?"*. (P07)

### 6.1.1.6 Sugestões Teóricas

Algumas sugestões foram reunidas nesta categoria porque questionavam alguns aspectos teóricos da estrutura da UXUMÉQ. Uma relação com o User Experience Questionnaire (UEQ) (Laugwitz et al., 2008) foi notada e também foi sugerido verificar as instruções do UEQ sobre como descrevia a escala de diferencial semântico (ver citação de P08a abaixo). Foi feita uma sugestão quanto à necessidade de solicitar mais informações da interação com a interface multitoque, nos campos de entrada qualitativos (ver citação de P02 abaixo). Observou-se também que alguns diferenciais semânticos aludiam a respostas binárias (ver citação de P08b abaixo), o que vai contra a intenção de uma escala diferencial semântica. Além disso, um especialista observou que o formato da pergunta não seguiu o formato padrão das escalas de diferencial semântico, que se caracterizam como uma frase a ser completada com opção entre um par de palavras opostas, sendo então sugerido que as questões fossem reformuladas para se adequarem ao formato de sentença (ver citação de P10 abaixo).

*"Acho importante mencionar que a resposta é composta por pares de opostos relativos às características do sistema ou à experiência de utilização do sistema. Sugiro verificar como as instruções são dadas no UEQ". (P08a)*

*"Então acho que você tende a pedir apenas respostas para problemas. Não sei se isso é suficiente, ok? Eu pediria informações sobre isso, [como] "Descreva a situação. (P02)*

*"Aqui, os termos fazem alusão a uma resposta binária (sim/não), o que pode dificultar o entendimento e reduzir as chances de marcações intermediárias. Sugiro reescrever a frase e usar adjetivos relacionados ao tempo, como rápido/longo ou algo assim". (P08b)*

*"Precisariam ser melhor trabalhados nas afirmativas e não nas perguntas, ok?". (P10)*

## 6.2 ANÁLISE POSTERIOR

### 6.3 MELHORIAS NA UXUMÉQ

#### 6.3.1 Cabeçalho

Todas as sugestões e apontamentos apresentados na análise qualitativa sobre o cabeçalho foram realizadas. No cabeçalho, as alterações foram a especificação de quais eram as limitações mencionadas, acrescentando que se referiam às deficiências motoras e cognitivas. Também foi adicionada uma citação aos autores da UXUMÉQ. Foi acrescentado um reforço sobre deixar em branco questões consideradas não pertinentes, desde que apresentada justificativa. A versão do cabeçalho antes das melhorias é apresentada na Figura 6.1. O novo cabeçalho pode ser visto na Figura 6.2.

<b>Questionário de avaliação de Usabilidade e UX em interfaces multi-toque (UXUMEQ)</b>
Nome:
Você possui alguma limitação relacionada a gestos multi-toque? Se sim, quais?
<p>Observações:</p> <p>--A decisão de ler esse questionário da UXUMEQ antes ou depois de interagir com o sistema multi-toque fica a cargo do usuário.</p> <p>--Para responder a UXUMEQ, você deve antes ter interagido com um sistema multi-toque. Ele será o seu objeto de avaliação. Ao responder a UXUMEQ, considere como foi sua experiência ao interagir com o sistema multi-toque, buscando refletir sobre dificuldades de uso e incômodos, pontos fortes e fracos do sistema.</p> <p>-- Sugerimos que ao responder o questionário, você esteja em um ambiente calmo e com o mínimo de distrações possíveis.</p> <p>– Cada questão da UXUMEQ contém uma escala de 5 pontos, com duas afirmações, uma à esquerda e uma à direita. Caso concorde totalmente com a afirmação à esquerda, assinale 1. Caso concorde totalmente com a afirmação à direita, assinale 5.</p> <p>– Nas questões abaixo assinale apenas uma resposta por questão.</p> <p>– Não há respostas certas ou erradas. O importante para nós é a sua opinião.</p> <p>– Caso considere que alguma questão não deveria ser assinalada, descreva no campo de descrição da questão o motivo.</p> <p>-- Quando encontrar um problema de usabilidade e/ou UX, ao descrevê-lo no campo aberto, também informe qual gesto multi-toque você estava interagindo com o sistema, e informe se esse gesto se relaciona com o problema.</p>

Figura 6.1: Cabeçalho da UXUMEQ antes das modificações providas por este estudo

<b>Questionário de avaliação de Usabilidade e UX em sistemas multitoque (User eXperience and Usability Multi-touch Evaluation Questionnaire - UXUMEQ)</b>
Nome:
Você possui alguma limitação relacionada a gestos multitoque, tais como deficiência motora, deficiência cognitiva, entre outras? Se sim, quais?
<p><u>Observações:</u></p> <p>Sugere-se que para utilizar este questionário, deve-se seguir os passos abaixo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Leia a UXUMEQ completa;</li> <li>2. Interaja com ou teste um sistema multitoque;</li> <li>3. Releia a UXUMEQ caso considere necessário e a responda;</li> </ol> <p>– Ao responder a UXUMEQ, considere como foi sua experiência ao interagir com o sistema multitoque, procure refletir sobre dificuldades de uso e incômodos, pontos fortes e fracos do sistema.</p> <p>– Sugere-se que ao responder o questionário, você esteja em um ambiente calmo e com o mínimo de distrações possíveis.</p> <p>– Cada questão da UXUMEQ contém uma escala de 5 pontos, com pares de opostos relativos à sua experiência e ao sistema, uma à esquerda e uma à direita.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caso concorde totalmente com a afirmação à esquerda, assinale 1.</li> <li>- Caso concorde totalmente com a afirmação à direita, assinale 5.</li> </ul> <p>– Assinale apenas uma resposta por questão.</p> <p>– Não há respostas certas ou erradas. O importante para nós é a sua opinião e a sua percepção.</p> <p>– Uma questão pode ser deixada em branco, mas para isso por favor forneça uma justificativa por escrito no campo de descrição da questão.</p> <p>– Quando encontrar um possível problema de usabilidade e/ou experiência do usuário (User eXperience - UX), ao descrevê-lo no campo aberto, também informe qual funcionalidade e gesto multitoque você estava tentando usar para interagir com o sistema, e informe se esse gesto se relaciona com o problema.</p> <p><b>*Este questionário foi criado por Guilherme Eduardo Konopatzki Filho (guilherme.ekf@gmail.com), Guilherme Corredato Guerino (guilhermeguerinosi@gmail.com) e Natasha Malveira Costa Valentim (natasha@inf.ufpr.br)</b></p>

Figura 6.2: Cabeçalho da UXUMEQ depois das modificações providas por este estudo

### 6.3.2 Melhorias Estruturais

Uma melhoria na estrutura do questionário foi a colocação de sentenças de UX antes das sentenças de Usabilidade, com o objetivo de deixar o usuário mais confortável com perguntas mais agradáveis primeiro. Além disso, foram adicionados alguns exemplos em algumas questões para ajudar a compreendê-las, como a sentença 12 (como pode ser visto na Figura 6.3), onde foi adicionada a seguinte explicação para o desempenho “sucesso em alcançar objetivos”.

Desempenho						
12. Você considera que o seu desempenho (sucesso em alcançar objetivos) no sistema multitoque foi...						
bom						ruim
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao seu desempenho? Se sim, quais?						

Figura 6.3: A parte "sucesso em alcançar objetivos" foi adicionada para tornar a questão mais compreensível

### 6.3.3 Novas sentenças

Seis sentenças foram adicionadas à UXUMÉQ. Percebendo o propósito de abranger os principais gestos multitoque, além dos três gestos sugeridos por P08 para complementar esse objetivo (*flick*, gestos simultâneos e pinça), adicionamos uma quarta sentença referente ao gesto de arrastar (novas sentenças 27, 28, 29, 30). Além disso, foi adicionada uma quinta sentença (nova 14) para verificar a precisão do toque. Por fim, foi adicionada uma sexta sentença (nova 31) relativa à ajuda que o sistema proporciona relativamente aos gestos que aceita. Todas essas sentenças podem ser vistas na Figura 6.4.

Eficácia						
14. Você considera que o sistema multitoque reconheceu seus toques de forma...						
precisa						equivocada
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao reconhecimento dos toques? Se sim, quais?						
Gestos Multitoque						
27. O sistema multitoque reconheceu seu gesto de flick (toque rápido deslizando em uma direção) de maneira...						
insatisfatória						satisfatória
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao gesto de flick? Se sim, quais?						
28. O sistema multitoque reconheceu seus gestos multitoques simultâneos (como tocar e rotacionar) de maneira...						
satisfatória						insatisfatória
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação aos gestos multitoques simultâneos? Se sim, quais?						
29. O sistema multitoque reconheceu seu gesto de zoom (tocar em um ponto e afastar seus dedos simultaneamente desse ponto) de maneira...						
insatisfatória						satisfatória
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao gesto de zoom? Se sim, quais?						
30. O sistema multitoque reconheceu seu gesto de arrastar de maneira...						
satisfatória						insatisfatória
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao gesto de arrastar? Se sim, quais?						
Ajuda						
31. Em relação aos gestos suportados e/ou esperados pelo sistema, você considera que a interface multitoque orienta/ajuda de forma...						
péssima						ótima
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à ajuda do sistema? Se sim, quais?						

Figura 6.4: Novas sentenças adicionadas à UXUMEQ

### 6.3.4 Sentenças modificadas

Procurou-se melhorar algumas sentenças e pares de palavras para torná-las mais claras, como por exemplo a sentença 8 foi modificada de “Foi fácil aprender a usar a interface multitoque? Foi muito difícil/Foi muito fácil” para “Você considera que aprender a usar o sistema multitoque é uma tarefa... difícil/fácil”. A modificação sugerida para a sentença 9 foi atendido parcialmente, pois considerou-se que seria mais fácil de entender quando reescrita como "Após um tempo sem usar este sistema multitoque e ao necessitar retomar seu uso, você considera que a sua lembrança sobre o funcionamento do mesmo é... fácil/difícil". O estado anterior da Q9 era "É fácil de lembrar a maneira de usar a interface multi-toque? Não lembro nada/me lembro de tudo". As sentenças 8 e 9 são apresentadas na Figura 6.5.

<b>ANTES</b>						
<b>Facilidade de aprendizado</b>						
8. Foi fácil aprender a usar a interface multi-toque?						
Foi muito difícil						Foi muito fácil
	1	2	3	4	5	
Descreva as dificuldades de aprendizado que você percebeu						
<b>Facilidade de lembrar</b>						
9. É fácil de lembrar a maneira de usar a interface multi-toque?						
Não lembro nada						Me lembro de tudo
	1	2	3	4	5	
Descreva as dificuldades de lembrar a maneira de uso						
<b>DEPOIS</b>						
<b>Facilidade de aprendizado</b>						
19. Você considera que aprender a usar o sistema multitoque foi uma tarefa...						
difícil						fácil
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao seu aprendizado em usar o sistema? Se sim, quais?						
<b>Facilidade de lembrar</b>						
20. Após um tempo sem usar este sistema multitoque e ao necessitar retomar seu uso, você considera que a sua lembrança sobre o funcionamento do mesmo é...						
fácil						difícil
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à facilidade de lembrar como o sistema funciona? Se sim, quais?						

Figura 6.5: Perguntas sobre facilidade de aprendizado e facilidade de lembrar, antes e depois de atender às sugestões

Sobre quantificadores nos pares de palavras, identificou-se que seu uso não é comum nas escalas semânticas em geral. Portanto, foram eliminados os quantificadores de todos os

pares de palavras. Por exemplo, o par de palavras do aspecto Facilidade de Aprendizado foi modificado de “Foi muito difícil/Foi muito fácil” para “difícil/fácil”. Algumas sentenças foram unidas, como Q25 e Q26 na nova sentença 10, como pode ser visto na Figura 6.6, e Q27 e Q28 na nova sentença 11.

<b>ANTES</b>						
<b>Imersão</b>						
24. Quão completamente todos os seus sentidos estavam envolvidos na interação com a interface multi-toque?						
Não estavam nem um pouco envolvidos	1	2	3	4	5	Estavam muito envolvidos
Descreva os problemas de imersão que você percebeu						
25. O quanto você sentiu que fez parte do experimento, em contrapartida a se sentir um observador do experimento?						
Me senti totalmente um observador	1	2	3	4	5	Me senti totalmente parte do experimento
Descreva os problemas de imersão que você percebeu						
<b>DEPOIS</b>						
<b>Imersão</b>						
10. O sentimento durante a experiência de uso do sistema foi de...						
estar envolvido	1	2	3	4	5	não estar envolvido
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à sua imersão? Se sim, quais?						

Figura 6.6: Perguntas modificadas para se tornarem a nova pergunta 10 sobre imersão

Finalmente, alterou-se a ordem de algumas sentenças, como 3 e 4, e 14 e 15. Além disso, forneceu-se uma melhor definição de termos utilizados em algumas sentenças, como “memória, atenção, percepção, raciocínio” na sentença sobre esforço mental (a nova sentença 17).

### 6.3.5 Melhorias nos Campos Qualitativos

O campo de entrada feito para coleta de dados qualitativos teve seus textos alterados de apenas perguntar sobre aspectos negativos para perguntar sobre aspectos positivos e negativos. Além disso, os textos deste campo na seção sobre carga de trabalho foram reformulados para que não ficassem iguais entre si. Outra melhoria foi a mudança do formato da frase de solicitação para pergunta nos campos qualitativos, como "Você notou pontos positivos ou negativos em relação à carga cognitiva do sistema? Se sim, quais?". Exemplos de campos qualitativos antes das melhorias são apresentadas na Figura 6.7 e suas melhorias podem ser vistas na Figura 6.8.

Carga de trabalho						
5. A execução da tarefa no sistema multi-toque foi cansativa mentalmente?						
Foi muito cansativa						Não foi nem um pouco cansativa
	1	2	3	4	5	
Descreva os fatores que lhe cansaram						
6. A execução da tarefa no sistema multi-toque foi cansativa fisicamente?						
Foi muito cansativa						Não foi nem um pouco cansativa
	1	2	3	4	5	
Descreva os fatores que lhe cansaram						
7. A execução da tarefa no sistema multi-toque foi cansativa para suas mãos e dedos?						
Foi muito cansativa						Não foi nem um pouco cansativa
	1	2	3	4	5	
Descreva os fatores que lhe cansaram						

Figura 6.7: Questões de carga de trabalho antes das mudanças

Carga de trabalho						
17. Em relação ao esforço mental (memória, atenção, percepção, raciocínio), a execução das tarefas no sistema multitoque foi mentalmente...						
intensa						leve
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à carga cognitiva do sistema? Se sim, quais?						
18. Em relação ao esforço físico (antebraço, ombro, punho, mãos, dedos), a execução das tarefas no sistema multitoque foi fisicamente...						
leve						pesado
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao esforço físico? Se sim, quais?						
Se houve um cansaço físico, descreva quais partes do seu corpo mais cansaram.						

Figura 6.8: Questões de carga de trabalho depois das mudanças

### 6.3.6 Melhorias teóricas

A mesma terminologia do UEQ em relação aos pares de palavras foi usado no cabeçalho de UXUMEQ ("pares de opostos relativos"). Sobre a sugestão de solicitar a descrição do problema ocorrido, acredita-se que ao solicitar pontos positivos e negativos conforme citado na subseção anterior, esta sugestão é consequentemente atendida. Outra melhoria foi a mudança do formato da frase de perguntas para afirmativas, como “Em relação ao esforço mental (memória, atenção, percepção, raciocínio), a execução das tarefas no sistema multitoque foi mentalmente...” (ver Figura 6.8). Além disso, foram modificadas afirmativas que aludiam à respostas binárias para que fosse possível responder em um gradiente de opções.

## 6.4 DISCUSSÃO

O cabeçalho é um dos pontos principais da ferramenta, onde são fornecidas instruções gerais para possibilitar o uso correto da UXUMEQ. Essas instruções foram escritas considerando a visão dos autores sobre o que deveria ser comunicado à quem iria utilizá-lo. Ao submeter este cabeçalho à uma minuciosa revisão, notaram-se diversas palavras e maneiras de formar frases que poderiam ser melhoradas. A sugestão de adição de palavras foi uma característica presente nessas avaliações críticas, e ao mesmo tempo algumas sugestões buscaram levar a uma melhor compreensão da tecnologia. Passando de um estado mais primitivo para um estado revisado e refinado, é possível que após essas melhorias a UXUMEQ seja capaz de proporcionar uma melhor experiência aos seus usuários.

A adição de sentenças é um dos maiores pontos desta contribuição. Como a UXUMEQ é uma tecnologia criada com base no que foi encontrado na literatura, todas as questões que foram encontradas para servir de base não levavam em consideração os gestos multitoque. Afinal, como mencionado anteriormente, não foram encontradas tecnologias que tenham sido construídas e validadas pensando especificamente neste contexto. Nesse sentido, as sugestões de sentenças focadas em gestos multitoque específicos forneceram a base que faltava para que se houvesse sentenças focadas nos gestos multitoque. Ter sentenças mais focadas nos gestos multitoques dá ao usuário a oportunidade de identificar problemas de mau funcionamento no reconhecimento dos toques esperados. Portanto, espera-se que as orientações fornecidas por essas sentenças possibilitem uma melhor avaliação dos gestos utilizados.

As sugestões teóricas consideraram a semelhança da UXUMEQ com o UEQ. Esta semelhança não é mera coincidência, pois UXUMEQ foi feita em partes com base na UEQ. No entanto, UXUMEQ também se baseou em vários outros questionários, abrangendo principalmente novos aspectos de UX e Usabilidade. Esses novos aspectos não estão presentes na UEQ, como Concentração e Imersão. Portanto, considera-se que as semelhanças estão muito mais na parte visual do que na parte de conteúdo, já que as sentenças não são as mesmas e a base vem de fontes diferentes. Um ponto notável de melhoria é a sugestão feita de perguntar também por aspectos positivos do sistema avaliado. Como o ponto principal da UXUMEQ é procurar defeitos de Usabilidade e UX, acabou-se focando apenas nisso na primeira versão. No entanto, o potencial para descobrir novas e positivas características que os usuários podem encontrar não deve ser desperdiçado. Portanto, na nova versão da UXUMEQ, também pediu-se aos usuários que relatassem os aspectos positivos do sistema multitoque.

As sugestões sobre o método qualitativo de coleta de dados foram pertinentes, principalmente ao perceber que esse campo era o mesmo em todas as questões de carga de trabalho. Além disso, a reformulação dos textos forneceu a oportunidade de responder a uma sugestão que pedia para modificar o formato de uma frase para um formato de pergunta, o que pode soar mais gentil e levar o usuário a escrever mais sobre seus *insights*.

Algumas correções gerais foram sugeridas e feitas. Como a UXUMEQ é uma tecnologia nova, diversas arestas precisaram ser aparadas, e a percepção dos especialistas foi de fundamental importância para que se pudesse entendê-las. Uma das correções foi desfazer a mistura de frases em primeira e terceira pessoa, causando falta de padronização. Contudo, a observação mais valiosa feita foi que, em geral, as escalas diferenciais semânticas não são compostas por perguntas, mas sim por sentenças. Verificamos que isso é de fato o que acontece em outras tecnologias, como Attrakdiff (Hassenzahl, 2004). Essa constatação levou à modificação de todas as questões para o formato de sentença. Consequentemente, os pares de palavras também tiveram que ser modificados. Ao fazer essa correção, acredita-se que a clareza da intenção de cada sentença ficou mais evidente.

Algumas sugestões, como a citada anteriormente, geraram alterações em todas as questões da UXUMEQ. Mas também houve sugestões para questões específicas. Essas sugestões fornecidas pelos especialistas facilitaram e orientaram o olhar para as modificações consideradas necessárias. Um dos maiores desafios foi reunir diferentes sugestões que afetassem pontos comuns, sem perder a contribuição individual que cada sugestão tinha. Procurou-se aplicar ao máximo cada sugestão sem perder o seu significado. Como a UXUMEQ teve suas perguntas baseadas em questionários diferentes, é possível que os diferentes contextos em que esses questionários foram desenvolvidos tenham resultado em uma desarmonia quando novas perguntas baseadas neles foram adicionadas ao mesmo questionário. Assim, é significativa a importância de contar com o olhar crítico de especialistas. Ter essa perspectiva e aplicar os resultados de suas críticas provavelmente levou a trazer o significado de todas as questões o mais próximo possível das necessidades que a avaliação de Usabilidade e UX no contexto multitoque apresentam.

Após esta análise, pode-se dizer que foram reunidas percepções suficientes sobre o que os especialistas acreditam que pode/deve ser melhorado na UXUMEQ para que ela atinja o seu propósito, atendendo assim à questão de pesquisa. A versão 3 da UXUMEQ pode ser encontrada em um repositório no Figshare <sup>1</sup>.

## 6.5 AMEAÇAS À VALIDADE

Todos os estudos apresentam ameaças que podem afetar a validade dos resultados. Nesta Seção, são discutidas essas ameaças, categorizando-as usando a mesma abordagem de Wohlin et al. (2012). Em relação à validade interna, foram consideradas três ameaças principais que representam um risco para uma interpretação satisfatória dos resultados: (1) efeitos da explicação, (2) classificação da experiência e (3) influência do moderador. (1) Procurou-se controlar os efeitos da explicação dando as mesmas instruções a todos os especialistas, para que todos pudessem partir de um ponto comum. (2) Mesmo sendo considerados especialistas, sua *expertise* poderia não ser a mínima esperada. Para isso, o formulário de caracterização forneceu a informação de que todos tinham experiência com pelo menos um projeto de avaliação de Usabilidade e/ou UX, em ambiente acadêmico ou industrial, além da experiência em contexto multitoque. (3) Para minimizar a influência do moderador, uma equipe de 2 pesquisadores revisou todos os dados analisados, desde a codificação aberta até a codificação axial na análise qualitativa.

Quanto à validade externa, foram consideradas três questões: (1) os participantes são especialistas com pelo menos mestrado; (2) o estudo foi realizado em ambiente *online*; (3) era necessário explicar como funcionaria o estudo. (1) Ter mestrado nas áreas de ES e/ou IHC era requisito mínimo, pois pessoas com bom conhecimento sobre Usabilidade e UX podem dar maiores contribuições na busca por pontos de melhoria. (2) O estudo foi realizado totalmente *online*, onde os especialistas puderam fazer suas avaliações a qualquer hora e em qualquer lugar.

---

<sup>1</sup>[Versões da UXUMEQ](#)

Isso dificulta a capacidade dos pesquisadores de saber se realizaram a avaliação em um ambiente calmo e sem distrações, que seria o melhor cenário de avaliação. Por outro lado, reduziu-se a possível pressão de estar acompanhado durante a realização de tal avaliação. (3) Ao explicar como funcionaria o estudo, o pesquisador responsável explicou-o cuidadosamente e da forma mais neutra possível, sem exaltar a tecnologia e suas características, nem diminuí-las. Por fim, no que diz respeito à confiabilidade, foram disponibilizadas as versões anteriores e atuais da UXUMEQ, bem como as perguntas roteirizadas da entrevista, fornecendo recursos para replicar o estudo.

#### 6.5.1 Considerações finais

UXUMEQ surge de um cenário onde as tecnologias de UX e Usabilidade feitas para avaliar especificamente o contexto multitoque são quase inexistentes. Tendo tal importância, considerou-se relevante desenvolver uma tecnologia para este fim. Este estudo buscou validar a v2 da UXUMEQ, em busca de alcançar confiabilidade e qualidade na sua utilização. Pelas lentes de especialistas em ES e IHC, reuniu-se informações, críticas e sugestões. Para análise desses dados, utilizou-se um subconjunto das fases do método Grounded Theory para analisar e evoluir UXUMEQ para uma nova versão. Esta nova versão (v3) foi disponibilizada para consulta e posterior uso. Através deste estudo, conseguiu-se uma melhor compreensão e uma ampliação do estado da arte da avaliação de Usabilidade e UX no contexto multitoque. Esse estudo foi submetido à conferência internacional *Foundations on Software Engineering* (FSE 2024) e atualmente a resposta dos revisores está sendo aguardada.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Essa dissertação teve o objetivo de facilitar e melhorar a avaliação de sistema multitoque, através da proposição de uma tecnologia de avaliação de Usabilidade e UX para interfaces multitoque. Com base em um estudo anterior realizado por Guerino e Valentim (2020), que demonstra haver uma escassez de tecnologias que avaliam sistemas multitoque, foi realizado um MSL para caracterizar as tecnologias sendo utilizadas para tal contexto. Através deste MSL, foi notado que apenas quatro das 123 tecnologias encontradas foram construídas para as interfaces multitoque. No entanto, sua construção é específica para os estudos nas quais foram encontradas e não puderam ser reproduzidas. Os resultados obtidos revelam algumas outras lacunas notáveis. A maioria das tecnologias foca em apenas um critério, Usabilidade ou UX, denotando uma falta da avaliação conjuntas destes critérios. Independente da avaliação conjunta destes critérios ou não, a vasta maioria das tecnologias identificadas não são específicas para o contexto multitoque. Ou seja, podem ser utilizadas para avaliar qualquer sistema.

Sendo alcançado o primeiro objetivo específico deste estudo, criar um corpo de conhecimento sobre as tecnologias que estão sendo utilizadas para avaliar Usabilidade e/ou UX em interfaces multitoque, a necessidade de construir uma tecnologia específica para o contexto multitoque foi percebida. Através deste objetivo, a UXUMEQ foi construída. Seu embasamento levou em conta os aspectos mais usados de Usabilidade e/ou UX para avaliação de sistemas multitoque, assim como as tecnologias nas quais os mesmos foram encontrados.

Para validá-la, foi realizado um estudo de viabilidade com estudantes, que teve como objetivo compará-la com as tecnologias SUS+INTUI, em relação à eficácia e eficiência, na avaliação do *app* Google Earth. Os resultados demonstraram uma maior eficiência e semelhante eficácia da UXUMEQ perante as tecnologias genéricas comparadas. Neste estudo também foram coletadas percepções dos usuários sobre a UXUMEQ, que serviram como base para que melhorias fossem realizadas, gerando uma segunda versão da UXUMEQ.

Após a realização do estudo de viabilidade, com o objetivo de avaliar a UXUMEQ a partir da validade de seu conteúdo, um estudo qualitativo foi realizado com especialistas em IHC e/ou ES. Estes especialistas examinaram criteriosamente a UXUMEQ em busca de pontos de melhorias. Suas percepções foram coletadas e usadas para realizar modificações substanciais na UXUMEQ, levando à proposição da terceira e atual versão da mesma. Esta versão contém mais questões voltadas para o contexto multitoque e mais otimizada.

### 7.1 CONTRIBUIÇÕES

As principais contribuições desta dissertação de mestrado são:

- Um MSL que identificou diferentes lacunas de tecnologias e aspectos de avaliação, como coleta de dados e foco da avaliação, referente às interfaces multitoques;
- A criação, aprimoramento e validação da tecnologia UXUMEQ, que auxilia pesquisadores e desenvolvedores na avaliação conjunta de Usabilidade e UX de sistemas multitoque;
- A expansão do conhecimento e do estado da arte de avaliação de Usabilidade e UX em interfaces multitoque;

- A divulgação científica alcançada através das publicações que foram frutos dessa pesquisa.

## 7.2 PERSPECTIVAS FUTURAS

Abaixo são apresentadas algumas possíveis perspectivas futuras dessa pesquisa:

- Estudo de viabilidade: um novo estudo de viabilidade com o objetivo de verificar a aceitação dos usuários, eficácia e eficiência após a geração da 3ª versão da UXUMEQ;
- Criação de uma ferramenta de análise: desenvolvimento de uma ferramenta que possa apoiar a análise dos dados coletados pela UXUMEQ, com o objetivo de auxiliar ainda mais o trabalho de pesquisadores e desenvolvedores;
- Expansão de critérios: realização de pesquisas para inserir aspectos como acessibilidade e comunicabilidade na UXUMEQ;

## 7.3 PUBLICAÇÕES

KONOPATZKI FILHO, Guilherme E.; GUERINO, Guilherme Corredato; VALENTIM, Natasha MC. **A systematic mapping study on usability and user eXperience evaluation of multi-touch systems**. In: Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC). 2022. p. 1-12. DOI <https://doi.org/10.1145/3554364.3559131>.

KONOPATZKI FILHO, Guilherme; GUERINO, Guilherme Corredato; VALENTIM, Natasha MC. **Usability and User Experience of Multi-touch Systems: A Systematic Mapping Study and Benchmark**. Journal on Interactive Systems (JIS), v. 14, n. 1, p. 292-316, 2023. DOI <https://doi.org/10.5753/jis.2023.3279>.

KONOPATZKI FILHO, Guilherme Eduardo; GUERINO, Guilherme; VALENTIM, Natasha. **Proposal and Preliminary Evaluation of a Usability and UX Multi-Touch Evaluation Technology**. In: Proceedings of the XIX Brazilian Symposium on Information Systems (SBSI). 2023. p. 317-324. DOI <https://doi.org/10.1145/3592813.3592920>.

KONOPATZKI FILHO, Guilherme; GUERINO, Guilherme; VALENTIM, Natasha. **A feasibility study of usability and UX evaluation technologies in multi-touch context: A quantitative and qualitative analysis**. In: Proceedings of the XXXVII Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES). 2023. p. 475-484. DOI <https://doi.org/10.1145/3613372.3613393>.

## REFERÊNCIAS

- Ackad, C. J., Collins, A. e Kay, J. (2010). Switch: exploring the design of application and configuration switching at tabletops. Em *ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, páginas 95–104.
- Adelson, J. L. e McCoach, D. B. (2010). Measuring the mathematical attitudes of elementary students: The effects of a 4-point or 5-point likert-type scale. *Educational and Psychological measurement*, 70(5):796–807.
- Altman, D. G. (1990). *Practical statistics for medical research*. CRC press.
- Ampatzoglou, A., Bibi, S., Avgeriou, P., Verbeek, M. e Chatzigeorgiou, A. (2019). Identifying, categorizing and mitigating threats to validity in software engineering secondary studies. *Information and Software Technology*, 106:201 – 230.
- Anand, G. e Kodali, R. (2008). Benchmarking the benchmarking models. *Benchmarking: An international journal*, 15(3):257–291.
- Basili, V. R. e Rombach, H. D. (1988). Towards a comprehensive framework for reuse: A reuse-enabling software evolution environment. Em *NASA, Goddard Space Flight Center, Proceedings of the Thirteenth Annual Software Engineering Workshop*, número UMIACS-TR-88-92.
- Bertolo, D., Vivian, R. e Dinet, J. (2013). A set of interactions to rotate solids in 3d geometry context. Em *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, páginas 625–630.
- Blake, J. (2011). *Natural user interfaces in. NET: WPF 4, Surface 2, and Kinect*. Manning.
- Blattgerste, J., Behrends, J. e Pfeiffer, T. (2022). A Web-Based Analysis Toolkit for the System Usability Scale.
- Brooke, J. (1996). Sus: A “quick and dirty” usability scale. Em JORDAN, P. W. e *et al.*, editores, *Usability evaluation in industry*, páginas 1–7, London. Taylor&Francis.
- Buxton, B. et al. (2007). Multi-touch systems that i have known and loved. *Microsoft Research*, 56:1–11.
- Campos, T. P. d., Damasceno, E. F. e Valentim, N. M. C. (2022). Proposal and evaluation of a collaborative is to support systematic reviews and mapping studies. Em *XVIII Brazilian Symposium on Information Systems*, páginas 1–8.
- Carver, J., Jaccheri, L., Morasca, S. e Shull, F. (2004). Issues in using students in empirical studies in software engineering education. Em *Proceedings. 5th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry (IEEE Cat. No. 03EX717)*, páginas 239–249. IEEE.

- Cascales-Martínez, A., Martínez-Segura, M.-J., Pérez-López, D. e Contero, M. (2016). Using an augmented reality enhanced tabletop system to promote learning of mathematics: A case study with students with special educational needs. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2):355–380.
- Chen, Z., Lin, J., Zhang, G., Yang, W., Li, G. e Huang, G. (2016). A multi-touch interface for natural and seamless image composition. Em *2016 11th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, páginas 796–801. IEEE.
- Chyung, S. Y., Roberts, K., Swanson, I. e Hankinson, A. (2017). Evidence-based survey design: The use of a midpoint on the likert scale. *Performance Improvement*, 56(10):15–23.
- Colley, A., Väyrynen, J. e Häkkinen, J. (2015). In-car touch screen interaction: Comparing standard, finger-specific and multi-finger interaction. Em *Proceedings of the 4th international symposium on pervasive displays*, páginas 131–137.
- Conte, T., Massollar, J., Mendes, E. e Travassos, G. H. (2007). Usability evaluation based on web design perspectives. Em *First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 2007)*, páginas 146–155. IEEE.
- Coram, J. L., Iverson, R. e Ackerman, A. (2013). Astrotouch: a multi-touch digital desktop for astrodynamics. Em *Proceedings of the 2013 ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces*, páginas 11–14.
- Corbin, J. e Strauss, A. (2014). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Sage publications.
- Damaraju, S., Seo, J. H., Hammond, T. e Kerne, A. (2013). Multi-tap sliders: advancing touch interaction for parameter adjustment. Em *Proceedings of the 2013 international conference on Intelligent user interfaces*, páginas 445–452.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, páginas 319–340.
- Department, S. R. (2022). Global smartphone sales to end users since 2007. <https://www.statista.com/statistics/263437/global-smartphone-sales-to-end-users-since-2007/>.
- Dodd, C., Athauda, R. e Adam, M. (2017). Designing user interfaces for the elderly: a systematic literature review.
- Ducasse, J., Macé, M., Oriola, B. e Jouffrais, C. (2018). Botmap: Non-visual panning and zooming with an actuated tabletop tangible interface. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 25(4):1–42.
- Echtler, F., Nestler, S., Dippon, A. e Klinker, G. (2009). Supporting casual interactions between board games on public tabletop displays and mobile devices. *Personal and ubiquitous computing*, 13(8):609–617.
- Fabroyir, H. (2019). Multitouch interface is not good for spatial navigation in virtual reality. Em *2019 12th International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS)*, páginas 323–326. IEEE.

- Fernandez, A., Abrahão, S., Insfran, E. e Matera, M. (2012). Further analysis on the validation of a usability inspection method for model-driven web development. Em *Proceedings of the ACM-IEEE international symposium on Empirical software engineering and measurement*, páginas 153–156.
- Fernandez, A., Abrahão, S., Insfran, E. e Matera, M. (2013). Usability inspection in model-driven web development: Empirical validation in webml. Em *Model-Driven Engineering Languages and Systems: 16th International Conference, MODELS 2013, Miami, FL, USA, September 29–October 4, 2013. Proceedings 16*, páginas 740–756. Springer.
- Fernandez, R. A. S., Sanchez-Lopez, J. L., Sampedro, C., Bavle, H., Molina, M. e Campoy, P. (2016). Natural user interfaces for human-drone multi-modal interaction. Em *2016 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, páginas 1013–1022. IEEE.
- Filho, G. E. K., Guerino, G. C. e Valentim, N. M. (2022). A systematic mapping study on usability and user experience evaluation of multi-touch systems. Em *Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, páginas 1–12.
- Finstad, K. (2010). The usability metric for user experience. *Interacting with Computers*, 22(5):323–327.
- Fleh, S. Q., Bayat, O., Al-Azawi, S. e Uçan, O. N. (2018). A systematic mapping study on touch classification.
- Forecast, M. D. (2022). Smartphone market size and growth. <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/smartphone-market>.
- Forlines, C., Wigdor, D., Shen, C. e Balakrishnan, R. (2007). Direct-touch vs. mouse input for tabletop displays. Em *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, páginas 647–656.
- Freitag, G., Tränkner, M. e Wacker, M. (2012). Enhanced feed-forward for a user aware multi-touch device. Em *Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design*, páginas 578–586.
- Fu, C.-W., Goh, W.-B. e Ng, J. A. (2010). Multi-touch techniques for exploring large-scale 3d astrophysical simulations. Em *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, páginas 2213–2222.
- Ghomi, E., Huot, S., Bau, O., Beaudouin-Lafon, M. e Mackay, W. E. (2013). Arpège: learning multitouch chord gestures vocabularies. Em *Proceedings of the 2013 ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces*, páginas 209–218.
- Giesler, A., Valkov, D. e Hinrichs, K. (2014). Void shadows: multi-touch interaction with stereoscopic objects on the tabletop. Em *Proceedings of the 2nd ACM symposium on Spatial user interaction*, páginas 104–112.
- Glonek, G. e Pietruszka, M. (2012). Natural user interfaces (nui).
- Guerino, G. C. e Valentim, N. M. C. (2020). Usability and user experience evaluation of natural user interfaces: a systematic mapping study. *IET Software*, 14(5):451–467.

- Gürlük, H., Jauer, M.-L. e Uebbing-Rumke, M. (2014). Design and evaluation of a multi-touch interaction language for approach controllers. Em *Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aerospace*, páginas 1–4.
- Hachet, M., Bossavit, B., Cohé, A. e de la Rivière, J.-B. (2011). Toucheo: multitouch and stereo combined in a seamless workspace. Em *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology*, páginas 587–592.
- Hart, S. G. (1986). Nasa task load index (tlx).
- Hart, S. G. e Staveland, L. E. (1988). Development of nasa-tlx (task load index): Results of empirical and theoretical research. Em *Advances in psychology*, volume 52, páginas 139–183. Elsevier.
- Hartson, H. R., Andre, T. S. e Williges, R. C. (2001). Criteria for evaluating usability evaluation methods. *International journal of human-computer interaction*, 13(4):373–410.
- Hassenzahl, M. (2004). The interplay of beauty, goodness, and usability in interactive products. *Human-Computer Interaction*, 19(4):319–349.
- Hassenzahl, M. e Tractinsky, N. (2006). User experience-a research agenda. *Behaviour & information technology*, 25(2):91–97.
- Hsiao, H.-S., Chang, C.-S., Lin, C.-Y., Chang, C.-C. e Chen, J.-C. (2014). The influence of collaborative learning games within different devices on student's learning performance and behaviours. *Australasian Journal of Educational Technology*, 30(6).
- Huerta, O., Sánchez, J. A., Fuentes, S. e Cervantes, O. (2011). Speak up your mind: Using speech to capture innovative ideas on interactive surfaces. Em *Proceedings of the 10th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems and the 5th Latin American Conference on Human-Computer Interaction*, páginas 202–211.
- ISO 9241-11 (1998). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability*. International Organization for Standardization.
- ISO 9241-210 (2019). *Ergonomics of Human System Interaction - Part 210: Human-Centered Design for Interactive Systems*. International Organization for Standardization.
- ISO 9241-9 (2000). *Ergonomics of Human System Interaction - Part 9: Requirements for non-keyboard input devices*. International Organization for Standardization.
- ISO/IEC 25010 (2011). *Systems and Software Engineering - SquaRE - Software product Quality Requirements and Evaluation: System and Software Quality Models*. International Organization for Standardization.
- Jacucci, G., Morrison, A., Richard, G. T., Kleimola, J., Peltonen, P., Parisi, L. e Laitinen, T. (2010). Worlds of information: designing for engagement at a public multi-touch display. Em *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, páginas 2267–2276.
- Jetter, H.-C., Gerken, J., Zöllner, M., Reiterer, H. e Milic-Frayling, N. (2011). Materializing the query with facet-streams: a hybrid surface for collaborative search on tabletops. Em *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, páginas 3013–3022.

- Johns, R. (2005). One size doesn't fit all: Selecting response scales for attitude items. *Journal of Elections, Public Opinion & Parties*, 15(2):237–264.
- Kim, S. J., Ng, H., Winkler, S., Song, P. e Fu, C.-W. (2012). Brush-and-drag: A multi-touch interface for photo triaging. Em *Proceedings of the 14th international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services*, páginas 59–68.
- Kim, Y.-H. e Lee, J.-H. (2015). Game interface enhancement under smartphone platform focused on touchscreen interaction. *Computers & Industrial Engineering*, 80:45–61.
- Kitchenham, B. e Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.
- Kitchenham, B. A., Pfleeger, S. L., Pickard, L. M., Jones, P. W., Hoaglin, D. C., El Emam, K. e Rosenberg, J. (2002). Preliminary guidelines for empirical research in software engineering. *IEEE Transactions on software engineering*, 28(8):721–734.
- Kulas, J. T. e Stachowski, A. A. (2013). Respondent rationale for neither agreeing nor disagreeing: Person and item contributors to middle category endorsement intent on likert personality indicators. *Journal of Research in Personality*, 47(4):254–262.
- Laugwitz, B., Held, T. e Schrepp, M. (2008). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. Em *Symposium of the Austrian HCI and usability engineering group*, páginas 63–76. Springer.
- Leftheriotis, I. (2013). User authentication in a multi-touch surface: a chord password system. Em *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, páginas 1725–1730.
- Leftheriotis, I., Giannakos, M. N., Choriantopoulos, K. e Jaccheri, L. (2015). Investigating the potential of a two-finger chord button in multi-touch applications. Em *Proceedings of the 2015 International Conference on Interactive Tabletops & Surfaces*, páginas 337–342.
- Lethbridge, T. C., Sim, S. E. e Singer, J. (2005). Studying software engineers: Data collection techniques for software field studies. *Empirical software engineering*, 10(3):311–341.
- Liang, S., Cameron, J. e Baciú, G. (2011). Generic gesture kernel modeling and its application with virtual garment design. Em *Proceedings of the 10th International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications in Industry*, páginas 279–286.
- Lissermann, R., Huber, J., Schmitz, M., Steimle, J. e Mühlhäuser, M. (2014). Permulin: mixed-focus collaboration on multi-view tabletops. Em *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, páginas 3191–3200.
- Lund, A. M. (2001). Measuring usability with the use questionnaire12. *Usability interface*, 8(2):3–6.
- Madan, A. e Kumar, S. (2012). Usability evaluation methods: a literature review. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 4.
- Madni, T. M., Nayan, Y. B., Sulaiman, S., Abro, A. e Tahir, M. (2016). Usability evaluation of orientation techniques for medical image analysis using tabletop system. Em *2016 3rd International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS)*, páginas 477–482. IEEE.

- Mafra, S. N., Barcelos, R. F. e Travassos, G. H. (2006). Aplicando uma metodologia baseada em evidência na definição de novas tecnologias de software. Em *Proceedings of the 20th Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES 2006)*, volume 1, páginas 239–254.
- Mafra, S. N. e Travassos, G. H. (2006). Estudos primários e secundários apoiando a busca por evidência em engenharia de software. *Relatório Técnico, RT-ES*, 687(06).
- Mann, H. B. e Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The annals of mathematical statistics*, páginas 50–60.
- Martin-SanJose, J.-F., Juan, M.-C., Mollá, R. e Vivó, R. (2017). Advanced displays and natural user interfaces to support learning. *Interactive Learning Environments*, 25(1):17–34.
- Matell, M. S. e Jacoby, J. (1971). Is there an optimal number of alternatives for likert scale items? study i: Reliability and validity. *Educational and psychological measurement*, 31(3):657–674.
- Merrad, W., Héloir, A., Kolski, C. e Krüger, A. (2022). Rfid-based tangible and touch tabletop for dual reality in crisis management context. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 16(1):31–53.
- Micire, M., Desai, M., Drury, J. L., McCann, E., Norton, A., Tsui, K. M. e Yanco, H. A. (2011). Design and validation of two-handed multi-touch tabletop controllers for robot teleoperation. Em *Proceedings of the 16th international conference on Intelligent user interfaces*, páginas 145–154.
- Mossel, A., Venditti, B. e Kaufmann, H. (2013). 3dtouch and homer-s: intuitive manipulation techniques for one-handed handheld augmented reality. Em *Proceedings of the Virtual Reality International Conference: Laval Virtual*, páginas 1–10.
- Nacher, V. e Jaen, J. (2015). Evaluating the accuracy of pre-kindergarten children multi-touch interaction. Em *IFIP Conference on Human-Computer Interaction*, páginas 549–556. Springer.
- Nayebi, F., Desharnais, J.-M. e Abran, A. (2012). The state of the art of mobile application usability evaluation. Em *2012 25th IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*, páginas 1–4. IEEE.
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
- Nielsen, J. (2005). Ten usability heuristics.
- Olwal, A., Feiner, S. e Heyman, S. (2008). Rubbing and tapping for precise and rapid selection on touch-screen displays. Em *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, páginas 295–304.
- Pfeiffer, M., Kern, D., Schöning, J., Döring, T., Krüger, A. e Schmidt, A. (2010). A multi-touch enabled steering wheel: exploring the design space. Em *CHI'10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, páginas 3355–3360.
- Przybylski, A. K., Murayama, K., DeHaan, C. R. e Gladwell, V. (2013). Motivational, emotional, and behavioral correlates of fear of missing out. *Computers in human behavior*, 29(4):1841–1848.
- Renzi, A. B. e Freitas, S. (2014). Affordances and gestural interaction on multi-touch interface systems: building new mental models. Em *International Conference of Design, User Experience, and Usability*, páginas 615–623. Springer.

- Rodriguez-Conde, I. e Campos, C. (2020). Towards customer-centric additive manufacturing: making human-centered 3d design tools through a handheld-based multi-touch user interface. *Sensors*, 20(15):4255.
- Ryan, R. M. e Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1):68.
- Ryan, R. M., Rigby, C. S. e Przybylski, A. (2006). The motivational pull of video games: A self-determination theory approach. *Motivation and emotion*, 30(4):344–360.
- Santos, G., Rocha, A. R., Conte, T., Barcellos, M. P. e Prikladnicki, R. (2012). Strategic alignment between academy and industry: a virtuous cycle to promote innovation in technology. Em *2012 26th Brazilian Symposium on Software Engineering*, páginas 196–200. IEEE.
- Schürmann, T., Binder, C., Janzarik, G. e Vogt, J. (2015). Movement transformation on multi-touch devices: Intuition or instructional preparation? *Applied Ergonomics*, 50:251–255.
- Shneiderman, B. (1981). Direct manipulation: A step beyond programming languages. Em *Proceedings of the Joint Conference on Easier and More Productive Use of Computer Systems.(Part-II): Human Interface and the User Interface-Volume 1981*, página 143.
- Shull, F., Carver, J. e Travassos, G. H. (2001). An empirical methodology for introducing software processes. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 26(5):288–296.
- Telkenaroglu, C. e Capin, T. (2013). Dual-finger 3d interaction techniques for mobile devices. *Personal and ubiquitous computing*, 17(7):1551–1572.
- Tseng, P.-H., Hung, S.-H., Chiang, P.-Y., Yao, C.-Y. e Chu, H.-K. (2018). Ez-manipulator: Designing a mobile, fast, and ambiguity-free 3d manipulation interface using smartphones. *Computational Visual Media*, 4(2):139–147.
- Tuddenham, P., Kirk, D. e Izadi, S. (2010). Graspables revisited: multi-touch vs. tangible input for tabletop displays in acquisition and manipulation tasks. Em *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, páginas 2223–2232.
- Uebbing-Rumke, M., Gürlük, H., Jauer, M.-L., Hagemann, K. e Udovic, A. (2014). Usability evaluation of multi-touch displays for tma controller working positions. *Proceedings of the 4th SESAR Innovation Days, Madrid, Spain*, páginas 25–27.
- Ullrich, D. e Diefenbach, S. (2010). From magical experience to effortlessness: an exploration of the components of intuitive interaction. Em *Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries*, páginas 801–804.
- Vääätäjä, H., Koponen, T. e Roto, V. (2009). Developing practical tools for user experience evaluation: a case from mobile news journalism. Em *European Conference on Cognitive Ergonomics: Designing beyond the Product—Understanding Activity and User Experience in Ubiquitous Environments*, páginas 1–8.
- Vetere, F., O’Hara, K., Paay, J., Ploderer, B., Harper, R. e Sellen, A. (2014). Social nui: social perspectives in natural user interfaces. Em *Proceedings of the 2014 companion publication on Designing interactive systems*, páginas 215–218.

- Vorderer, P., Wirth, W., Gouveia, F. R., Biocca, F., Saari, T., Jäncke, L., Böcking, S., Schramm, H., Gysbers, A., Hartmann, T. et al. (2004). Mec spatial presence questionnaire. *Retrieved Sept*, 18:2015.
- Wagner, J., Huot, S. e Mackay, W. (2012). Bitouch and bipad: designing bimanual interaction for hand-held tablets. Em *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, páginas 2317–2326.
- Wang, J. e Lindeman, R. (2012). Leaning-based travel interfaces revisited: frontal versus sidewise stances for flying in 3d virtual spaces. Em *Proceedings of the 18th ACM symposium on Virtual reality software and technology*, páginas 121–128.
- Wang, J. e Lindeman, R. (2014). Coordinated 3d interaction in tablet-and hmd-based hybrid virtual environments. Em *Proceedings of the 2nd ACM symposium on Spatial user interaction*, páginas 70–79.
- Wang, J. e Lindeman, R. (2015). Coordinated hybrid virtual environments: Seamless interaction contexts for effective virtual reality. *Computers & Graphics*, 48:71–83.
- Watson, D. e Clark, L. A. (1994). The panas-x: Manual for the positive and negative affect schedule-expanded form. páginas 1–28. University of Iowa.
- Watson, D., Hancock, M., Mandryk, R. L. e Birk, M. (2013). Deconstructing the touch experience. Em *Proceedings of the 2013 ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces*, páginas 199–208.
- Weems, G. H. e Onwuegbuzie, A. J. (2001). The impact of midpoint responses and reverse coding on survey data. *Measurement and evaluation in counseling and development*, 34(3):166–176.
- Wigdor, D. e Wixon, D. (2011). *Brave NUI world: designing natural user interfaces for touch and gesture*. Elsevier.
- Witmer, B. G. e Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 7(3):225–240.
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B. e Wesslén, A. (2012). *Experimentation in software engineering*. Springer Science & Business Media.
- Zaharias, P., Michael, D. e Chrysanthou, Y. (2013). Learning through multi-touch interfaces in museum exhibits: An empirical investigation. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(3):374–384.
- Zhang, C., Sahoo, D. R., Pearson, J., Robinson, S., Holton, M. D., Hopkins, P. e Jones, M. (2020). Active pinscreen: Exploring spatio-temporal tactile feedback for multi-finger interaction. Em *22nd International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, páginas 1–11.

## APÊNDICE A – TEMPLATE DE EXTRAÇÃO

<b>Tecnologia de avaliação</b>	
<b>SQ1. Foco da tecnologia</b>	Qual o foco da tecnologia? Usabilidade? UX? Ou ambas?
<b>SQ2. Aspectos abordados</b>	Quais aspectos de usabilidade e/ou UX a tecnologia avalia?
<b>SQ3. Tecnologia específica ou genérica</b>	A tecnologia é específica para a interação baseada em multi-toque ou genérica?
<b>SQ4. Tecnologia existente</b>	A tecnologia foi criada para o estudo ou é baseada em alguma tecnologia existente na literatura?
<b>SQ5. Coleta das respostas</b>	Como é feita a coleta das respostas dos participantes?
<b>SQ6. Detalhamento da composição da tecnologia</b>	Quais as questões da tecnologia? Como são interpretados os números de eficiência? Como é calculada a métrica utilizada?
<b>SQ7. Tipo de análise</b>	A tecnologia extrai dados quantitativos ou qualitativos?
<b>Software de interação baseada em multitoque</b>	
<b>SQ8. Função do software</b>	Qual a função do software que utiliza a interação baseada em multi-toque?
<b>SQ9. Categoria do software</b>	Em qual categoria de aplicação o software de interação baseada em multi-toque se enquadra?
<b>SQ10. Grupo específico</b>	O software foi criado para auxiliar algum grupo específico de pessoas?
<b>SQ11. Modo de interação</b>	Com quantos dedos se dá a interação com a aplicação multi-toque?
<b>SQ12. Gesto utilizado na interação multi-toque</b>	Qual é o gesto utilizado no multi-toque?
<b>Avaliação empírica da tecnologia de avaliação</b>	
<b>SQ13. Avaliação empírica sobre a tecnologia de avaliação</b>	A tecnologia de avaliação foi avaliada empiricamente?
<b>SQ14. Tipo de experimento da avaliação empírica</b>	Se sim, qual foi o tipo de experimento realizado para avaliar a tecnologia de avaliação?
<b>SQ15. Quantidade de participantes</b>	Quantos participantes <u>houveram</u> ?
<b>Avaliação empírica da aplicação multi-toque</b>	
<b>SQ16. Avaliação empírica sobre a aplicação multi-toque</b>	Houve avaliação empírica sobre a aplicação multi-toque?
<b>SQ17. Descrição do experimento</b>	Descrição resumida dos experimentos apresentados no estudo.
<b>SQ18. Número de participantes</b>	Quantos participantes <u>houveram</u> ?

## APÊNDICE B – TCLE

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu Natasha Malveira Costa Valentim, professora do Programa de Pós-graduação em Informática da Universidade Federal do Paraná, estou convidando você, aluno das disciplinas de Interação Humano-Computador e Qualidade de Software a participar de um estudo intitulado “Avaliação de Usabilidade e UX de interfaces multi-toque”. Os questionários, UXUMEQ (User eXperience and Usability Multi-touch Evaluation Questionnaire), SUS (System Usability Questionnaire) e INTUI (INTUitive Interaction) são questionários criados para a avaliação da Usabilidade e UX, e que podem ser utilizados para avaliação de sistemas multi-toque. Avaliar a Usabilidade e UX de sistemas multi-toque é importante para identificar pontos a serem melhorados nestes sistemas.

- a. O objetivo desta pesquisa é avaliar o UXUMEQ, SUS e INTUI.
- b. Caso você concorde em participar da pesquisa, será necessário utilizar o questionário UXUMEQ e ao final responder a um questionário em relação a sua percepção sobre o UXUMEQ, SUS e INTUI.
- c. Para tanto, será necessário utilizar o app Google Earth, explorar e ao final, responder ao questionário de avaliação presencialmente, o que levará aproximadamente 30 minutos no total.
- d. É possível que você experimente algum desconforto, principalmente relacionado a cansaço.
- e. Alguns riscos relacionados ao estudo podem estar relacionados ao desconforto ao responder às perguntas do UXUMEQ, SUS e INTUI. Outro desconforto pode estar relacionado ao tempo para responder os questionários do estudo.
- f. Quanto à proteção, fica assegurado por parte dos pesquisadores a assistência imediata e integral a todos os participantes da pesquisa sem qualquer ônus aos mesmos. Para isso, basta que o participante entre em contato com algum dos pesquisadores via telefone e/ou endereço eletrônico descritos no item h, manifestando qualquer dano ou complicações decorrentes da pesquisa. Também fica assegurado aos participantes apoio psicológico sem qualquer custo aos mesmos, fornecido de forma remota caso algum participante em algum momento sinta-se desconfortável e/ou demonstre necessidade desse apoio.

g. O benefício esperado com essa pesquisa que está ligado aos alunos de graduação é que os alunos que não conhecem tecnologias de avaliação de Usabilidade e/ou UX podem passar a conhecer por meio da avaliação do UXUMEQ, SUS e INTUI.

h. Os pesquisadores Natasha Valentim, Guilherme Eduardo Konopatzki Filho e Guilherme Corredato Guerino, responsáveis por este estudo, poderão ser localizados no e-mail eletrônico [natasha@inf.ufpr.br](mailto:natasha@inf.ufpr.br), [guilherme.ekf@gmail.com](mailto:guilherme.ekf@gmail.com), [guilherme.guerinosi@gmail.com](mailto:guilherme.guerinosi@gmail.com), para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo. Você também pode contatá-los nos números a seguir, em qualquer horário: 92 99166-2141 (Natasha Malveira Costa Valentim), 49 99978-0561 (Guilherme Eduardo Konopatzki Filho) e 18 99734-1852 (Guilherme Corredato Guerino).

i. A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal [rubrica] Pesquisador Responsável  
ou quem aplicou o TCLE [rubrica]

Orientador [rubrica] Obs.: Estes espaços para rubricas são destinados às primeiras páginas do TCLE - não sendo necessário na última página pois já contém linha de assinatura.

j. O material obtido por meio do questionário será utilizado unicamente para essa pesquisa e será destruído/descartado ao término do estudo, após 5 anos.

k. As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas, os pesquisadores, sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e mantida a confidencialidade.

l. Você terá a garantia de que quando os dados/resultados obtidos com este estudo forem publicados, não aparecerá seu nome.

m. As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação. Também não exigirá o seu deslocamento para algum lugar fora de sua rotina, visto que o estudo se dará em horário de aula.

n. Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

o. Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo e-mail [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br) e/ou telefone 41 - 3360-7259, das 08:30h às 11:00h e das 14:00h às 16:00h. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

Eu, \_\_\_\_\_ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e o objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

Eu concordo, voluntariamente, em participar deste estudo.

Curitiba, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante de Pesquisa

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicando seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

\_\_\_\_\_  
Natasha Malveira Costa Valentim

## APÊNDICE C – INSTRUÇÕES DO EXPERIMENTO

1º – Instale o aplicativo Google Earth, ele pode ser achado na App Store no link <https://apps.apple.com/br/app/google-earth/id293622097> ou na Play Store no link [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.earth&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.earth&hl=pt_BR&gl=US);

2º – Abra o aplicativo e insira as coordenadas 19.9489° S, 69.6336° W, elas lhe guiarão até o gigante de Tarapacá:

- Amplie a imagem até que o gigante ocupe toda a tela do seu *smartphone*;
- Rotacione a imagem para que ela se ajuste no sentido vertical (em “pé”).

3º – Insira as coordenadas -33.867886, -63.987, elas lhe guiarão até um navio encalhado que foi tomado por árvores:

- A cada gesto para ampliar a imagem, mantenha um dedo fixo na tela enquanto move o outro horizontal ou verticalmente para realizar o *zoom in*;
- Rotacione o mapa da mesma maneira, mantendo um dedo fixo no mapa enquanto utiliza outro para realizar o gesto de rotação;
- Realize um toque simples com dois dedos para que a imagem passe por um *zoom out*.

4º – Insira as coordenadas 40.8224, 14.4289, elas lhe guiarão até o Vesúvio, o vulcão que destruiu Pompéia e Herculano no ano de 79 d.c.:

- Explore o vulcão e seus arredores;
- Para realizar *zoom in* ou *zoom out*, utilize o gesto de pinça, onde seus dedos se aproximam ou se afastam um do outro conjuntamente;
- Realize a rotação girando seus dedos ao redor de um ponto central em comum;
- Para ter uma melhor dimensão da altura do vulcão, posicione dois dedos um do lado do outro e arraste-os para cima ou para baixo, de modo que sua visão no estilo satélite passe a ser uma visão do ponto de vista de um avião.

5º – Insira as coordenadas 14.0096, 120.9998:

- Realize um toque simples com dois dedos para realizar o *zoom out* até que você perceba que estava olhando para uma ilha dentro de um lago dentro de uma ilha dentro de um lago dentro de uma ilha.

6º – Insira as coordenadas 35.027185, -111.022388. Elas lhe guiarão até uma cratera formada pelo impacto de um meteoro nos EUA:

- Explore a cratera e seus arredores;
- Para ter uma real dimensão da mesma, realize o *zoom in* e *zoom out* para dentro e para fora da cratera, utilizando tanto o gesto onde um dedo fica fixo enquanto o outro se mexe quanto o gesto de pinça, onde os dois dedos se afastam ou se aproximam um do outro;
- Para ter uma melhor noção da profundidade, quando estiver dentro da cratera, utilize o gesto de inclinação, onde você deve encostar dois dedos paralelos na tela e arrastar para cima ou para baixo.

## APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO

### CARACTERIZAÇÃO DO PARTICIPANTE

**Pesquisa: "Avaliação de Usabilidade e UX em sistemas multi-toque"**

Disciplina:	
Participante:	

Prezado(a),

O formulário abaixo será utilizado para compreender seu grau de familiaridade com os diversos aspectos relacionados a essa avaliação de Usabilidade e UX. **A informação coletada será tratada confidencialmente.**

#### **Experiência em Avaliação de Usabilidade e UX**

Em relação ao grau da sua experiência prévia sobre Avaliação de Usabilidade e UX, marque os itens abaixo que melhor se aplicam à sua resposta.

Ao responder, considere experiências práticas como participação em projetos focados em garantir uma boa Usabilidade e UX a um software ou atuação em avaliações de Usabilidade e UX. Por favor, não considere essa avaliação.

não possuo nenhum conhecimento prévio sobre Usabilidade e UX.

tenho algumas noções de Usabilidade e UX adquiridas através de leituras/palestras.

participei de \_\_\_\_\_ projeto(s) ou avaliação(ões) de Usabilidade e UX em sala de aula.

participei de \_\_\_\_\_ projeto(s) ou avaliação(ões) de Usabilidade e UX na indústria.

#### **Experiência com Sistemas Multi-toque**

Marque um dos itens abaixo que melhor representa sua frequência de uso de Sistemas Multi-toque:

utilizo diariamente sistemas multi-toque.

utilizo pelo menos 3 vezes na semana sistemas multi-toque.

utilizo pelo menos 1 vez por mês sistemas multi-toque.

nunca utilizei um sistema multi-toque.

## APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO SUS E INTUI

<b>Questionário de avaliação de Usabilidade e UX em interfaces multi-toque (SUS+INTUI)</b>					
<b>Nome:</b>					
<p>– Por favor, preencha o questionário abaixo para avaliar a sua experiência na interação com o sistema multi-toque. Sua resposta é importante e nos ajudará a propor melhorias por meio desta avaliação.</p> <p>– Cada questão contém uma escala de 5 pontos. Caso concorde totalmente com a afirmação, assinale 5. Caso discorde totalmente assinale 1.</p> <p>– Nas questões abaixo assinale apenas uma resposta por questão.</p> <p>– Não há respostas certas ou erradas. O importante para nós é a sua opinião.</p> <p>– Caso considere que alguma questão não deveria ser assinalada, descreva no campo de descrição da questão o motivo.</p>					
<b>USABILIDADE/SUS</b>					
1. Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência.					
	1	2	3	4	5
2. <i>Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.</i>					
	1	2	3	4	5
3. <i>Eu achei o sistema fácil de usar.</i>					
	1	2	3	4	5
4. <i>Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.</i>					
	1	2	3	4	5
5. <i>Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.</i>					
	1	2	3	4	5
6. <i>Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.</i>					

	1	2	3	4	5	
<i>7. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.</i>						
	1	2	3	4	5	
<i>8. Eu achei o sistema atrapalhado de usar.</i>						
	1	2	3	4	5	
<i>9. Eu me senti confiante ao usar o sistema.</i>						
	1	2	3	4	5	
<i>10. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.</i>						
	1	2	3	4	5	

– Por favor, preencha o questionário abaixo para avaliar a sua experiência na interação com o sistema multi-toque. Sua resposta é importante e nos ajudará a propor melhorias por meio desta avaliação.

– Cada questão contém uma escala de 7 pontos. Caso concorde totalmente com a afirmação à esquerda, assinale 1. Caso concorde totalmente com a afirmação à direita, assinale 7. Caso não concorde totalmente com qualquer uma das duas, utilize as variações de pontuações entre 2 e 6 para representar esta concordância parcial.

– Nas questões abaixo assinale apenas uma resposta por questão.

– Não há respostas certas ou erradas. O importante para nós é a sua opinião.

– Caso considere que alguma questão não deveria ser assinalada, descreva no campo de descrição da questão o motivo.

### UX/INTUI

#### Durante o uso do produto...

11	eu agi deliberadamente								eu agi no impulso
		1	2	3	4	5	6	7	
12	me esforcei muito para alcançar meu objetivo								eu alcancei meu objetivo sem esforço
		1	2	3	4	5	6	7	
13	eu performei inconscientemente, sem refletir sobre passos individuais								eu conscientemente realizei um passo após o outro
		1	2	3	4	5	6	7	
14	eu fui guiado pela razão								eu fui guiado pelos sentimentos
		1	2	3	4	5	6	7	
15	me senti perdido								eu sabia facilmente o que fazer
		1	2	3	4	5	6	7	
16	eu agi sem pensar								consegui explicar cada passo individual
		1	2	3	4	5	6	7	

#### Usar o produto...

17	exigiu minha atenção								correu suavemente
		1	2	3	4	5	6	7	
18	foi inspirador								foi insignificante
		1	2	3	4	5	6	7	
19	foi fácil								foi árduo
		1	2	3	4	5	6	7	
20	não foi nada de especial								foi uma experiência mágica
		1	2	3	4	5	6	7	
21	foi muito intuitivo								não foi nada intuitivo
		1	2	3	4	5	6	7	
22	foi trivial								me levou para longe

		1	2	3	4	5	6	7	
23	veio naturalmente								foi difícil
		1	2	3	4	5	6	7	
24	foi fascinante								foi maçante
		1	2	3	4	5	6	7	
Em retrospecto...									
25	é difícil para mim descrever os passos individuais de operação								eu não tenho problemas em descrever os passos individuais de operação
		1	2	3	4	5	6	7	
26	eu posso facilmente lembrar dos passos de operação								é difícil para mim lembrar como o produto é operado
		1	2	3	4	5	6	7	
27	eu não sou capaz de expressar de que maneira eu usei o produto								eu posso dizer exatamente como eu usei o produto
		1	2	3	4	5	6	7	

## APÊNDICE F – PLANILHA DE DISCREPÂNCIAS DO UXUMEQ

### Planilha de Discrepâncias – Questionário UXUMEQ

Inspetor:

Horário Inicial:

Horário Final:

Nº	Número da tarefa	Número da questão no questionário	Descrição do Problema Encontrado
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

## APÊNDICE G – PLANILHA DE DISCREPÂNCIAS DO SUS+INTUI

### Planilha de Discrepâncias – Questionário SUS+INTUI

Inspetor: \_\_\_\_\_  
 Horário Inicial: \_\_\_\_\_  
 Horário Final: \_\_\_\_\_

Nro	Número da tarefa	Número da questão no questionário	Descrição do Problema Encontrado
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

## APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO TAM - UXUMEQ

QUESTIONÁRIO TAM					
Disciplina:					
Nome:					
<p>Por favor, assinale apenas uma resposta por afirmativa. Nas dissertativas, fique à vontade para escrever o quanto desejar. Se necessário, utilize o verso dessas folhas.            Não há respostas certas ou erradas. O importante para nós é a sua opinião.            Responda as questões de múltipla escolha utilizando a seguinte escala:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 1 = discordo fortemente;</li> <li>● 2 = discordo parcialmente;</li> <li>● 3 = neutro (não discordo nem concordo);</li> <li>● 4 = concordo parcialmente;</li> <li>● 5 = concordo fortemente.</li> </ul>					
<b>Facilidade de Uso</b>					
	1	2	3	4	5
1 - Minha <b>interação</b> com o questionário UXUMEQ foi <b>clara e compreensível</b>					
2 - Interagir com o questionário UXUMEQ <b>não exige</b> muito do meu <b>esforço mental</b>					
3 - Considero o questionário UXUMEQ <b>fácil de usar</b>					
4 - Considero fácil utilizar o questionário UXUMEQ <b>para fazer o que eu quero que ele faça</b> , avaliar a Usabilidade e a UX de um <b>app</b> multi-toque.					
<b>Utilidade Percebida</b>					
	1	2	3	4	5
5 - Usar o questionário UXUMEQ melhorou o meu <b>desempenho</b> na avaliação da Usabilidade e a UX de um <b>app</b> multi-toque.					
6 - Usar o questionário UXUMEQ permitiu aumentar minha <b>produtividade</b> na avaliação da Usabilidade e a UX de um <b>app</b> multi-toque.					
7 - Usar o questionário UXUMEQ aumentou minha <b>eficácia</b> na avaliação da Usabilidade e a UX de um <b>app</b> multi-toque.					

8 - Considero o questionário UXUMEQ <b>útil</b> para a avaliação da usabilidade e a UX de um app multi-toque.					
<b>Intenção de Uso Futuro</b>					
	1	2	3	4	5
9 - Supondo que eu tenho acesso ao questionário UXUMEQ, <b>eu pretendo usá-lo.</b>					
10 - Levando em conta que eu tenho acesso ao questionário UXUMEQ, <b>eu prevejo que eu iria usá-lo.</b>					
11 - Por favor, descreva os pontos positivos e negativos de fazer uma avaliação de usabilidade e de UX com o questionário UXUMEQ.					

12 - Você teve alguma dificuldade ao utilizar o questionário UXUMEQ?. Em caso afirmativo, quais dificuldades foram essas?

13 - Você poderia descrever sugestões de melhorias para o questionário UXUMEQ ou sugestões de novos aspectos de avaliação que o questionário ainda não contempla?

## APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO TAM - SUS+INTUI

QUESTIONÁRIO TAM
Disciplina:
Nome:
<p>Por favor, assinale apenas uma resposta por afirmativa. Nas dissertativas, fique à vontade para escrever o quanto desejar. Se necessário, utilize o verso dessas folhas. Não há respostas certas ou erradas. O importante para nós é a sua opinião. Responda as questões de múltipla escolha utilizando a seguinte escala:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 1 = discordo fortemente;</li> <li>● 2 = discordo parcialmente;</li> <li>● 3 = neutro (não discordo nem concordo);</li> <li>● 4 = concordo parcialmente;</li> <li>● 5 = concordo fortemente.</li> </ul>

Facilidade de Uso		1	2	3	4	5
1 - Minha <b>interação</b> com o questionário SUS+INTUI foi <b>clara e compreensível</b>						
2 - Interagir com o questionário SUS+INTUI <b>não exige</b> muito do meu <b>esforço mental</b>						
3 - Considero o questionário SUS+INTUI <b>fácil de usar</b>						
4 - Considero fácil utilizar o questionário SUS+INTUI <b>para fazer o que eu quero que ele faça</b> , avaliar a Usabilidade e a UX de um <u>app</u> multi-toque.						
Utilidade Percebida		1	2	3	4	5
5 - Usar o questionário SUS+INTUI melhorou o meu <b>desempenho</b> na avaliação da Usabilidade e a UX de um <u>app</u> multi-toque.						
6 - Usar o questionário SUS+INTUI permitiu aumentar minha <b>produtividade</b> na avaliação da Usabilidade e a UX de um <u>app</u> multi-toque.						
7 - Usar o questionário SUS+INTUI aumentou minha <b>eficácia</b> na avaliação da Usabilidade e a UX de um <u>app</u> multi-toque.						

8 - Considero o questionário SUS+INTUI <b>útil</b> para a avaliação da usabilidade e a UX de um app multi-toque.					
<b>Intenção de Uso Futuro</b>					
	1	2	3	4	5
9 - Supondo que eu tenho acesso ao questionário SUS+INTUI, <b>eu pretendo usá-lo.</b>					
10 - Levando em conta que eu tenho acesso ao questionário SUS+INTUI, <b>eu prevejo que eu iria usá-lo.</b>					
11 - Por favor, descreva os pontos positivos e negativos de fazer uma avaliação de usabilidade e de UX com o questionário SUS+INTUI.					

12 - Você teve alguma dificuldade ao utilizar o questionário SUS+INTUI?. Em caso afirmativo, quais dificuldades foram essas?

13 - Você poderia descrever sugestões de melhorias para o questionário SUS+INTUI ou sugestões de novos aspectos de avaliação que o questionário ainda não contempla?

12 - Você teve alguma dificuldade ao utilizar o questionário SUS+INTUI?. Em caso afirmativo, quais dificuldades foram essas?

13 - Você poderia descrever sugestões de melhorias para o questionário SUS+INTUI ou sugestões de novos aspectos de avaliação que o questionário ainda não contempla?

## APÊNDICE J – QUESTÕES DA ENTREVISTA SEMI ESTRUTURADA COM ESPECIALISTAS

### Roteiro de Entrevista

- 1- Você considera que o formato de apresentação das questões do questionário UXUMEQ através de um documento seja válido? Por quê?
- 2- Você acha necessário existir uma ordem para seguir as questões do questionário UXUMEQ ou suas categorias? Por quê?
- 3- As afirmativas em cada lado da escala Likert apresentados com as questões contribuem para um melhor entendimento do questionário UXUMEQ? Por quê?
- 4- Na sua opinião, o conteúdo apresentado nas questões do questionário UXUMEQ é suficiente para auxiliar na avaliação de Usabilidade e UX para interações baseadas em multi-toque? Por quê?
- 5- Na sua opinião, a divisão das questões por categorias auxiliou no seu entendimento do questionário UXUMEQ? Por quê?
- 6- Você acha que o questionário UXUMEQ é fácil de usar para a avaliação de Usabilidade e UX para interações baseadas em multi-toque? Por quê?
- 7- Você acha que o questionário UXUMEQ é útil para auxiliar a avaliação de Usabilidade e UX para interações baseadas em multi-toque? Por quê?
- 8- Caso você estivesse trabalhando em um projeto de software que utiliza interação baseada em multi-toque e tivesse acesso ao questionário UXUMEQ, você o utilizaria para avaliar a Usabilidade e UX do software antes de lançá-lo? Por quê?
- 9- Você teria alguma sugestão para a melhoria do questionário UXUMEQ?

**APÊNDICE K – UXUMEQ V3**

<b>Questionário de avaliação de Usabilidade e UX em sistemas multitoque (User eXperience and Usability Multi-touch Evaluation Questionnaire - UXUMEQ)</b>						
Nome:						
Você possui alguma limitação relacionada a gestos multitoque, tais como deficiência motora, deficiência cognitiva, entre outras? Se sim, quais?						
<u>Observações:</u>						
Sugere-se que para utilizar este questionário, deve-se seguir os passos abaixo:						
1. Leia a UXUMEQ completa;						
2. Interaja com ou teste um sistema multitoque;						
3. Releia a UXUMEQ caso considere necessário e a responda;						
– Ao responder a UXUMEQ, considere como foi sua experiência ao interagir com o sistema multitoque, procure refletir sobre dificuldades de uso e incômodos, pontos fortes e fracos do sistema.						
– Sugere-se que ao responder o questionário, você esteja em um ambiente calmo e com o mínimo de distrações possíveis.						
– Cada questão da UXUMEQ contém uma escala de 5 pontos, com pares de opostos relativos à sua experiência e ao sistema, uma à esquerda e uma à direita.						
- Caso concorde totalmente com a afirmação à esquerda, assinale 1.						
- Caso concorde totalmente com a afirmação à direita, assinale 5.						
– Assinale apenas uma resposta por questão.						
– Não há respostas certas ou erradas. O importante para nós é a sua opinião e a sua percepção.						
– Uma questão pode ser deixada em branco, mas para isso por favor forneça uma justificativa por escrito no campo de descrição da questão.						
– Quando encontrar um possível problema de usabilidade e/ou experiência do usuário (User eXperience - UX), ao descrevê-lo no campo aberto, também informe qual funcionalidade e gesto multitoque você estava tentando usar para interagir com o sistema, e informe se esse gesto se relaciona com o problema.						
*Este questionário foi criado por Guilherme Eduardo Konopatzki Filho ( <a href="mailto:guilherme.ekf@gmail.com">guilherme.ekf@gmail.com</a> ), Guilherme Corredato Guerino ( <a href="mailto:guilhermeguerinosi@gmail.com">guilhermeguerinosi@gmail.com</a> ) e Natasha Malveira Costa Valentim ( <a href="mailto:natasha@inf.ufpr.br">natasha@inf.ufpr.br</a> )						
UX						
Sentimento Geral						
1. Usar o sistema multitoque foi uma experiência...						
positiva	1	2	3	4	5	negativa
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao seu sentimento geral? Se sim, quais?						
Diversão						

2. O uso do sistema multitoque foi...						
entediante						divertido
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à sua diversão? Se sim, quais?						
<b>Conforto</b>						
3. Em relação ao conforto em usar o sistema multitoque, foi uma experiência...						
boa						ruim
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao seu conforto? Se sim, quais?						
<b>Inovação</b>						
4. Você considera as características do sistema...						
convencionais						inovadoras
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à inovação do sistema? Se sim, quais?						
<b>Intuição</b>						
5. Enquanto usava o sistema multitoque, você...						
agiu sem pensar						pensou antes de agir
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à intuitividade do sistema? Se sim, quais?						
6. Com relação a naturalidade dos gestos necessários para interagir com o sistema, eles podem ser considerados...						
naturais						artificiais
	1	2	3	4	5	

Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à naturalidade de interação com o sistema? Se sim, quais?						
<b>Tensão</b>						
7. Ao usar o sistema multitoque, você se sentiu...						
tenso						tranquilo
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à tensão provocada pelo sistema? Se sim, quais?						
<b>Controle</b>						
8. Sua relação com o sistema por meio da interação com a interface foi de sentir-se...						
no controle						incapaz de controlar
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao seu controle do sistema? Se sim, quais?						
9. Sobre os mecanismos de controle (como botões, links), você se sentiu...						
prejudicado						auxiliado
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação aos mecanismos de controle? Se sim, quais?						
<b>Imersão</b>						
10. O sentimento durante a experiência de uso do sistema foi de...						
estar envolvido						não estar envolvido
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à sua imersão? Se sim, quais?						

<b>Concentração</b>						
11. Perante sua interação com a interface multitoque, você se considerou...						
distraído						concentrado
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à sua concentração? Se sim, quais?						
<b>USABILIDADE</b>						
<b>Desempenho</b>						
12. Você considera que o seu desempenho (sucesso em alcançar objetivos) no sistema multitoque foi...						
bom						ruim
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao seu desempenho? Se sim, quais?						
<b>Facilidade de uso</b>						
13. Você considera que o sistema multitoque é...						
difícil de usar						fácil de usar
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à facilidade de uso? Se sim, quais?						
<b>Eficácia</b>						
14. Você considera que o sistema multitoque reconheceu seus toques de forma...						
precisa						equivocada
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao reconhecimento dos toques? Se sim, quais?						
15. Em relação aos objetivos no sistema multitoque, você alcançou...						

nenhum							todos
	1	2	3	4	5		
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à eficácia? Se sim, quais?							
Descreva quantas tentativas foram necessárias para alcançar cada objetivo.							
<b>Eficiência</b>							
16. Você considera que o tempo que levou para alcançar seus objetivos foi...							
viável							inviável
	1	2	3	4	5		
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à eficiência? Se sim, quais?							
<b>Carga de trabalho</b>							
17. Em relação ao esforço mental (memória, atenção, percepção, raciocínio), a execução das tarefas no sistema multitoque foi mentalmente...							
intensa							leve
	1	2	3	4	5		
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à carga cognitiva do sistema? Se sim, quais?							
18. Em relação ao esforço físico (antebraço, ombro, punho, mãos, dedos), a execução das tarefas no sistema multitoque foi fisicamente...							
leve							pesado
	1	2	3	4	5		
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao esforço físico? Se sim, quais?							
Se houve um cansaço físico, descreva quais partes do seu corpo mais cansaram.							

Facilidade de aprendizado						
19. Você considera que aprender a usar o sistema multitoque foi uma tarefa...						
difícil						fácil
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao seu aprendizado em usar o sistema? Se sim, quais?						
Facilidade de lembrar						
20. Após um tempo sem usar este sistema multitoque e ao necessitar retomar seu uso, você considera que a sua lembrança sobre o funcionamento do mesmo é...						
fácil						difícil
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à facilidade de lembrar como o sistema funciona? Se sim, quais?						
Tempo de resposta						
21. O tempo de resposta do sistema após uma interação multitoque foi...						
lento						rápido
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao tempo de resposta? Se sim, quais?						
Satisfação						
22. Levando em conta sua experiência geral com o sistema multitoque, você ficou...						
satisfeito						insatisfeito
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à sua satisfação? Se sim, quais?						
Utilidade						

23. Este sistema multitoque lhe é...						
inútil						útil
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à utilidade do sistema? Se sim, quais?						
24. Em relação à sua produtividade nas tarefas realizadas, este sistema multitoque...						
ajuda						prejudica
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à sua produtividade? Se sim, quais?						
<b>Erros</b>						
25. Em relação à resolução de erros que possam ter sido apresentados pelo sistema, você se sentiu...						
desamparado						auxiliado
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos ou negativos em relação ao auxílio de resolução de erros pelo sistema? Se sim, quais?						
26. Os erros encontrados durante o uso do sistema multitoque podem ser considerados...						
graves						insignificantes
	1	2	3	4	5	
Você percebeu algum erro catastrófico? Se sim, qual?						
<b>Gestos Multitoque</b>						
27. O sistema multitoque reconheceu seu gesto de flick (toque rápido deslizando em uma direção) de maneira...						
insatisfatória						satisfatória
	1	2	3	4	5	

Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao gesto de flick? Se sim, quais?						
28. O sistema multitoque reconheceu seus gestos multitoques simultâneos (como tocar e rotacionar) de maneira...						
satisfatória						insatisfatória
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação aos gestos multitoques simultâneos? Se sim, quais?						
29. O sistema multitoque reconheceu seu gesto de zoom (tocar em um ponto e afastar seus dedos simultaneamente desse ponto) de maneira...						
insatisfatória						satisfatória
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao gesto de zoom? Se sim, quais?						
30. O sistema multitoque reconheceu seu gesto de arrastar de maneira...						
satisfatória						insatisfatória
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação ao gesto de arrastar? Se sim, quais?						
<b>Ajuda</b>						
31. Em relação aos gestos suportados e/ou esperados pelo sistema, você considera que a interface multitoque orienta/ajuda de forma...						
péssima						ótima
	1	2	3	4	5	
Você percebeu pontos positivos ou negativos em relação à ajuda do sistema? Se sim, quais?						