



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

RODRIGO LUCAS AMORA ALMEIDA

**CHASE: CHECKLIST PARA AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO EM
AMBIENTES DE INTERNET DAS COISAS**

FORTALEZA

2018

RODRIGO LUCAS AMORA ALMEIDA

CHASE: CHECKLIST PARA AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO EM
AMBIENTES DE INTERNET DAS COISAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Acadêmico em Ciências da Computação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências da Computação. Área de concentração: Engenharia de Software.

Orientadora: Prof. Dra. Rossana Maria de Castro Andrade.

Coorientadora: Prof. Dra. Ticianne de Góis Ribeiro Darin.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A45c Almeida, Rodrigo Lucas Amora.
CHASE : checklist para avaliação da experiência do usuário em ambientes de internet das coisas /
Rodrigo Lucas Amora Almeida. – 2018.
155 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação
em Ciência da Computação, Fortaleza, 2018.
Orientação: Profa. Dra. Rossana Maria de Castro Andrade.
Coorientação: Profa. Dra. Ticianne de Góis Ribeiro Darin.
1. Internet das coisas. 2. Experiência do usuário. 3. Instrumento de avaliação de UX. 4. Checklist de
observação. I. Título.

CDD 005

RODRIGO LUCAS AMORA ALMEIDA

CHASE: CHECKLIST PARA AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO EM
AMBIENTES DE INTERNET DAS COISAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Acadêmico em Ciências da Computação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências da Computação. Área de concentração: Engenharia de Software.

Aprovada em: 30/ 11/ 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Rossana Maria de Castro Andrade (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Ticianne de Góis Ribeiro Darin (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Andreia Libório Sampaio
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Carla Ilane Moreira Bezerra
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Cristiano Maciel
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À Deus,

à Virgem Maria, São José e São Miguel.

Aos meus pais, Eliezer e Iracema, e à minha
família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e à intercessão da Virgem Maria, São José e São Miguel por ter me concedido a graça de concluir essa jornada de amadurecimento profissional e pessoal.

Agradeço a meus pais, Eliezer e Iracema, pelo amor, incentivo e cuidados cotidianos. Assim como aos membros de minha família Liziany, Tarciany, Ticiany, Socorro, David, Sara, Júlia, Ana e Miguel que me ajudaram com muito amor a superar todas as situações que passei nesse período. A vocês que são a luz em meio aos momentos escuros e meus alicerces, minha eterna gratidão e oração.

À minha orientadora, Rossana M. C. Andrade por ter me concedido diversas oportunidades de amadurecimento e crescimento (profissional e pessoal) por meio das atividades que tive a oportunidade de contribuir no GREat seja como bolsista, monitor e aluno. Obrigado por seus ensinamentos e por sempre me mover a ir além.

À minha coorientadora, Ticianne Darin, por ter sido para mim um exemplo profissional e ter acreditado em meu potencial desde a graduação. Obrigado por ter cultivado o amor a pesquisa e a IHC. Tudo que conquistei foi em grande parte graças a seu exemplo e ajuda. Por tudo, muito obrigado, que Deus a retribua e abençoe sempre.

Aos meus amigos Dêmora Souza, Amanda Feitosa, Amanda Sousa, Deivith Silva e Jessica por serem meu amparo nos momentos difíceis e companheiros nas diversas alegrias. Agradeço por suportarem minhas lamentações com generosa paciência e consideração.

Aos meus colegas Jefferson, Rainara, Belmondo, Deborah, Lana, Agebson, Paulo Artur, Thalisson, Rute, Mariana, Evilásio, Anderson Almada, Bruno Saboia, Ismayle, Paula Santos, Tales, Joseane, Pedro Almir, Carlos André, Nayana e Italo agradeço a convivência fraterna, os auxílios nas dificuldades e os bons momentos compartilhados.

A todos os funcionários do GREat em especial aos meus amigos Darilu, Janaina, Cristiane e Jonas. Por serem um exemplo de empatia e acolhimento em todos os momentos, meu eterno agradecimento.

Agradeço a todos os professores do MDCC e do GREat, em especial ao professor Windson Viana, por sempre me motivar.

Agradeço aos funcionários do MDCC em especial a Gláucia e Jonatas por sua delicadeza e prestatividade.

Por fim, agradeço à Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura por ter me concedido os meios para aprimorar meus conhecimentos durante esse período.

RESUMO

As soluções tecnológicas advindas da Internet of Things (IoT) oferece aos usuários uma maneira inteligente de interagir com objetos do cotidiano. No entanto, a complexidade de um cenário de IoT, envolvendo a interação entre múltiplos dispositivos, usuários e serviços, representa um desafio para a avaliação da experiência do usuário (UX). Assim, para auxiliar a condução de uma avaliação de UX em ambientes de IoT, este trabalho propõe um *Checklist* para Avaliação da Experiência do usuário em ambientes de Internet das Coisas (CHASE), um *checklist* que apoia observação do comportamento do usuário para avaliações qualitativas da UX em um cenário IoT. O CHASE foi construído inicialmente por meio tanto dos resultados de uma revisão de literatura que identificou métodos, instrumentos e características normalmente usados neste tipo de avaliação quanto de uma avaliação de UX com uma aplicação exemplo de IoT já existente. Posteriormente, catorze especialistas em IoT responderam a um questionário, fornecendo informações sobre questões práticas e técnicas de avaliação de UX adequadas a IoT e revisando uma versão preliminar do *checklist*. O CHASE passou então por uma primeira avaliação com três especialistas em Interação Humano-Computador (IHC), o que gerou uma nova versão do *checklist*. Finalmente, após uma segunda avaliação do CHASE com avaliadores de IHC através do uso do instrumento em uma avaliação de UX em uma aplicação real de IoT, a versão final do CHASE foi proposta acompanhada com um guia de uso. Além do CHASE, este trabalho apresenta uma discussão sobre questões importantes para a avaliação de UX no contexto de IoT baseado na revisão de literatura, na opinião dos especialistas e nas avaliações realizadas.

Palavras-chave: Internet das coisas. Experiência do usuário. Instrumento de avaliação de UX. *Checklist* de observação.

ABSTRACT

The technological solutions coming from the Internet of Things (IoT) offer users an intelligent way to interact with everyday objects. However, the complexity of an IoT scenario, involving the interaction between multiple devices, users, and services, represents a challenge for the assessment of the user experience (UX). Thus, to help conduct a UX assessment in IoT environments, this research proposes a Checklist for Evaluation of User Experience in Internet of Things environments (CHASE), a checklist that supports the observation of user behavior for qualitative UX assessments in an IoT scenario. CHASE was initially built through both the results of a literature review that identified methods, instruments, and characteristics commonly used in this type of assessment and a UX assessment with an existing IoT example application. Subsequently, fourteen IoT experts responded to a questionnaire, providing information on practical questions and UX assessment techniques appropriate to the IoT paradigm, and reviewing a draft checklist. CHASE then underwent the first assessment with three Human-Computer Interaction (HCI) experts, which generated a new version of the checklist. Finally, after a second CHASE assessment with HCI assessors by using the instrument in a UX assessment in a real IoT application, the final version of the CHASE was proposed, accompanied by a usage guide. In addition to CHASE, this work presents a discussion on important issues for the UX assessment in the context of IoT based on the literature review, the opinion of experts, and the assessments performed.

Keywords: Internet of things. User experience. UX assessment tool. Observation checklist.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia utilizada nesta dissertação.	17
Figura 2 - Elementos do sistema de lâmpadas inteligente Phillips Hue Light.	20
Figura 3 - Visão geral dos sistemas IoT.	23
Figura 4 - Facetas da UX.	28
Figura 5 - Campos relacionados a UX.	30
Figura 6 - Qualidades e aspectos relacionados ao Modelo Hedônico-Pragmático.	31
Figura 7 - Métodos e ferramentas mais utilizados para avaliar a UX	36
Figura 8 - Estratégias de busca dos trabalhos relacionados.	40
Figura 9 - Framework para o design e avaliação da UX em sistemas ubíquos.	46
Figura 10 - Processo de Mapeamento Sistemático.	51
Figura 11- String de busca utilizada na revisão da literatura.	52
Figura 12 - Processo de filtragem da revisão da literatura	55
Figura 13 - Porcentagem de estudos por domínio de aplicação	57
Figura 14 - Quantidade de objetos inteligentes ou “coisas” por estudo	58
Figura 15 - Fragmento dos campos a serem preenchidos na primeira versão do CHASE.	68
Figura 16 - Guidelines de Stufflebeam (2000) observadas na metodologia.	72
Figura 17 - Passos para elaboração da versão inicial do CHASE	73
Figura 18 - Interfaces do aplicativo móvel.	75
Figura 19 - Familiaridade dos usuários ao controlar objetos por aplicativos de smartphone. .	76
Figura 20 - Fragmento dos aspectos de usabilidade e satisfação do Automa GREat.	77
Figura 21 - Experiência dos especialistas com outras áreas do conhecimento.	80
Figura 22 - Principais aspectos da UX para a IoT, segundo opinião dos especialistas.	81
Figura 23 – Comportamentos de UX observados por avaliadores de ambientes IoT.	82
Figura 24 - Avaliação dos critérios segundo a opinião dos especialistas em IHC.	89
Figura 25 - Fragmento da versão intermediária do CHASE	92
Figura 26 - Interface do aplicativo móvel do Philips Hue Light.	92
Figura 27 - Avaliação dos critérios da segunda avaliação do CHASE.	96
Figura 28 – Etapas do guia de uso do CHASE.	102
Figura 29 – Aspectos de UX e IoT cobertos nos itens de verificação do CHASE.	106
Figura 30 - Módulos da versão final do CHASE.	109
Figura 31 - Campos a serem preenchidos do CHASE.	110
Figura 32 - Fragmento da versão compacta do CHASE.	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características de IoT.	22
Tabela 2 - Exemplos de métodos de avaliação de UX.	35
Tabela 3 - Recomendações para teste de usabilidade em sistemas ubíquos.	42
Tabela 4 - Critérios para avaliação de ambientes inteligentes.	43
Tabela 5 - Framework conceitual para avaliar respostas emocionais na UX.	45
Tabela 6 - Fragmento do Modelo Holístico da UX	47
Tabela 7 - Resumo comparativo dos trabalhos relacionados.....	49
Tabela 8 - Critérios de inclusão e exclusão utilizados nos filtros.....	53
Tabela 9 - Fragmento do questionário de extração.....	54
Tabela 10 - Percentual de cada critério de exclusão	56
Tabela 11 - Características de IoT identificadas nos 64 estudos.	58
Tabela 12 - Métodos de avaliação identificados nos 64 estudos	59
Tabela 13 - Limitações da avaliação da UX no ambiente IoT.....	60
Tabela 14 - Características de UX avaliadas em ambientes IoT	61
Tabela 15 - Aspectos da UX avaliados pelos estudos.....	61
Tabela 16 - Continuação dos aspectos da UX avaliados pelos estudos.....	62
Tabela 17 - Instrumentos de Avaliação de UX utilizados no cenário IoT.	63
Tabela 18 - Itens de verificação da categoria human-thing versão inicial do CHASE	69
Tabela 19 - Itens de verificação da categoria thing-thing versão inicial do CHASE.	69
Tabela 20 - Guidelines para desenvolver um checklist de avaliação.	71
Tabela 21 - Exemplo de descrição dos problemas identificados na revisão da literatura.	74
Tabela 22 – Resultados da avaliação do Automa GREAt.....	77
Tabela 23 - Versão inicial dos itens de verificação do CHASE.....	79
Tabela 24 - Avaliação dos itens de verificação pelos especialistas de IoT	82
Tabela 25 – Continuação da avaliação dos itens de verificação pelos especialistas de IoT	83
Tabela 26 - Critérios e aspectos a serem avaliados em um checklist de avaliação	86
Tabela 27 - Organização do questionário de avaliação do CHASE	86
Tabela 28 - Perfil dos especialistas em IHC da avaliação do CHASE	87
Tabela 29 - Itens de verificação removidos ou com a descrição parcialmente aprovada.	88
Tabela 30 - Visão dos especialistas sobre a versão inicial do CHASE.....	90
Tabela 31 - Itens de verificação criados a partir das revisões dos especialistas.....	91
Tabela 32 - Perfil dos participantes da segunda avaliação do CHASE.	95

Tabela 33 – Consolidação dos aspectos positivos e negativos do CHASE	99
Tabela 34 – Consolidação dos aspectos a melhorar e ausentes do CHASE	99
Tabela 35 - Explicação das categorias e subcategorias do CHASE	105
Tabela 36 - Comparativo dos trabalhos relacionados e CHASE.	115
Tabela 37 - Trabalhos publicados com relação direta a esta dissertação.	116
Tabela 38 - Outras publicações desenvolvidas no decorrer desta dissertação.	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CHASE	<i>Checklist</i> para avaliação da experiência do usuário em ambientes de Internet das Coisas
IHC	Interação Humano Computador
IFTTT	<i>if-this-then-that</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
MP	Mapeamento Sistemático
PHL	<i>Philips Hue Light</i>
QoE	<i>Quality of Experience</i>
RSL	Revisão Sistemáticas da Literatura
RFID	Radio Frequency Identification
UBICOMP	<i>Ubiquitous Computing</i>
UX	<i>User Experience</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contextualização	14
1.2	Motivação	15
1.3	Objetivos	16
1.4	Metodologia	17
1.5	Organização da Dissertação	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	Internet das Coisas	20
2.1.1	<i>Definições</i>	20
2.1.2	<i>Características</i>	21
2.1.3	<i>Visão Geral do Funcionamento de um Sistema IoT</i>	23
2.1.4	<i>Desafios na Interação e na UX em IoT</i>	24
2.2	Experiência do Usuário	26
2.2.1	<i>Definições</i>	26
2.2.2	<i>Facetas da UX</i>	28
2.2.3	<i>Áreas relacionadas à UX</i>	29
2.2.4	<i>Framework Conceituais e Modelo Hedônico – Pragmático</i>	30
2.3	Avaliação da experiência do Usuário	32
2.3.1	<i>Métodos</i>	32
2.3.2	<i>Instrumentos de avaliação da UX</i>	37
2.4	Considerações Finais	38
3	TRABALHOS RELACIONADOS	39
3.1	Estratégia de busca	39
3.2	Visão geral das revisões presentes na literatura	40
3.3	Avaliação da usabilidade em Ubicomp e IoT	42
3.4	Avaliação da UX em ambientes Ubíquos e IoT	44

3.5	Discussão	48
3.6	Considerações Finais	50
4	AVALIAÇÃO DA UX NO CENÁRIO DE IOT	51
4.1	Metodologia	51
4.1.1	<i>Planejamento</i>	<i>52</i>
4.1.2	<i>Execução</i>	<i>55</i>
4.2	Resultados	56
4.2.1	<i>Visão geral dos resultados</i>	<i>56</i>
4.2.2	<i>Quais métodos de avaliação de UX são mais utilizados ao avaliar sistemas IoT? ..</i>	<i>59</i>
4.2.3	<i>Quais características de UX e IoT são avaliadas nesses estudos?</i>	<i>61</i>
4.2.4	<i>Quais instrumentos de avaliação têm sido utilizados na avaliação?</i>	<i>63</i>
4.3	Discussão	64
4.4	Considerações Finais.....	66
5	O CHASE	67
5.1	Visão geral do CHASE	67
5.2	Metodologia para elaboração e avaliação do CHASE.....	71
5.3	Processo de Elaboração do CHASE	73
5.3.1	<i>Passo 1: Levantamento de itens de verificação a partir dos resultados da revisão da literatura</i>	<i>74</i>
5.3.2	<i>Passo 2: Identificação de dificuldades na avaliação de UX em um ambiente IoT</i>	<i>75</i>
5.3.3	<i>Passo 3: Refinamento dos itens do CHASE com especialistas de IoT</i>	<i>78</i>
5.3.4	<i>Discussão dos resultados dos métodos aplicados na elaboração do checklist</i>	<i>83</i>
5.4	Considerações Finais	84
6	AVALIAÇÃO DO CHASE	85
6.1	Primeira Avaliação: por especialistas em IHC.....	85
6.1.1	<i>Resultados da primeira avaliação</i>	<i>87</i>
6.1.2	<i>Versão intermediária do CHASE</i>	<i>91</i>

6.2	Segunda avaliação: da UX em um ambiente IoT	92
6.2.1	<i>Resultados da segunda avaliação</i>	94
6.3	Discussão dos resultados das avaliações do CHASE	98
6.4	Considerações Finais	100
7	GUIA DE USO DO CHASE	101
7.1	Condições de aplicação do CHASE	101
7.2	Como utilizar o CHASE em uma avaliação de UX em um ambiente IoT	102
7.3	Descrição dos aspectos de UX e IoT presentes no CHASE	105
7.4	Organização e estrutura do CHASE	109
7.5	Considerações Finais	111
8	CONCLUSÃO	113
8.1	Resultados Alcançados	113
8.2	Limitações	116
8.3	Trabalhos Futuros	118
	REFERÊNCIAS	120
	APÊNDICE A – VERSÃO INICIAL DO CHASE	132
	APÊNDICE B – VERSÃO INTERMEDIÁRIA DO CHASE	134
	APÊNDICE C – VERSÃO FINAL DO CHASE	138
	APÊNDICE D – ESTUDOS IDENTIFICADOS NA REVISÃO DA LITERATURA	150

1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação tem como objetivo propor CHASE, um *checklist* de observação da Experiência do Usuário no cenário de Internet das Coisas. Este capítulo introduz, na Seção 1.1 a contextualização do trabalho. A Seção 1.2 apresenta o problema tratado nesta dissertação e na Seção 1.3 os objetivos. A metodologia do trabalho é apresentada na Seção 1.4 e a organização desta dissertação na Seção 1.5.

1.1 Contextualização

A evolução tecnológica de áreas do conhecimento como redes e sensores sem fio, computação em nuvem e computação ubíqua permitiu o surgimento da Internet das Coisas, do inglês *Internet of Things* (IoT) (VASSEUR e DUNKELS, 2010). A IoT consiste de objetos do cotidiano, revestidos de certo poder computacional, interconectados e conectados à Internet (MASHAL et al., 2015), como luzes, fechaduras e cafeteiras inteligentes. Dessa forma, tarefas como ligar uma luz ou mudar a temperatura do ambiente podem ser diferentes das que os usuários estão acostumados. Por exemplo, em um ambiente IoT o usuário poderá programar o horário das luzes ligarem e apagarem, mesmo ele não estando presente no ambiente naquele horário ou de acordo com a temperatura que está fazendo em um dia calor, o ar-condicionado ao identificar tal condição, diminuir ou aumentar a temperatura do ambiente.

Em um ambiente IoT, os objetos inteligentes podem apresentar um padrão de atuação simples (e.g., ligar luz) a padrões de comportamento mais complexos como monitoramento de ambiente através de vários objetos monitorando e oferecendo serviços distintos como jogos para o entretenimento e detecção de quedas para pessoas idosas (NAWAZ et al., 2014). Assim, ambientes com a presença de objetos inteligentes conectados a Internet podem ser são mais complexos de serem compreendidos e utilizados (ROWLAND et al., 2015). Conseqüentemente, é necessário verificar a qualidade no uso desses sistemas por meio da avaliação deles sob a perspectiva do usuário (ANDRADE et al., 2017).

Para utilizar os serviços disponíveis em um ambiente IoT, pode ser necessária a interação do usuário com diversas “coisas” simultaneamente. Esse cenário resulta em uma interação complexa para o usuário porque as ações e as informações necessárias para as aplicações no ambiente IoT não são, muitas vezes, claramente perceptíveis e facilmente compreendidas (ROWLAND et al., 2015). Por esse motivo, a literatura tem apontado que a avaliação da experiência do usuário, do inglês *User eXperience* (UX), no cenário de IoT traz

desafios relacionados à natureza multiplataforma da interação, bem como à interconexão entre dispositivos, serviços e usuários (DE SANTANA et al., 2017; FURTADO et al., 2017).

A avaliação de UX em um ambiente IoT é complexa, porque precisa considerar aspectos peculiares a esses ambientes. Dentre esses aspectos, Roland et al. (2015) destacam, por exemplo, que a interação com uma funcionalidade pode estar distribuída entre múltiplos dispositivos, incluindo várias interfaces, usuários e regras. Além disso, o foco da UX pode estar no serviço ofertado ao invés da interação com as coisas. Os usuários, por sua vez, tendem a ser menos tolerantes e se frustrarem mais facilmente com falhas e latência na interação com dispositivos do mundo real, como uma geladeira, do que com aplicações tradicionalmente dependentes da Web (ROWLAND et al., 2015).

1.2 Motivação

Ao se tratar de sistemas IoT e aspectos relacionados ao seu uso, existe uma dificuldade em projetar a experiência do usuário desses sistemas devido à complexidade de organizar as funcionalidades e serviços nos objetos inteligentes e dispositivos característicos de IoT (BERGMAN e JOHANSSON, 2017). Há indícios que esse cenário também esteja presente na avaliação de tais sistemas na perspectiva do usuário (DONG; CHURCHILL e NICHOLS, 2016), devido à ausência de ferramentas e métodos de avaliação que auxiliem de maneira efetiva a verificação da experiência do usuário com múltiplas “coisas”, interagindo e provendo serviços (DONG; CHURCHILL e NICHOLS, 2016; FURTADO et al., 2017).

Estudos demonstram que os métodos de avaliação tradicionais da Interação Humano-Computador (IHC), como testes de usabilidade, podem ser utilizados para avaliação da experiência do usuário de sistemas IoT (BERGMAN e JOHANSSON, 2017; YANG e NEWMAN, 2013). Entretanto, esses métodos de avaliação normalmente focam em avaliar aspectos predominantes de usabilidade, que não seriam suficientes para compreender os impactos do uso do sistema no usuário. Consequentemente, determinados aspectos inerentes a aplicações IoT e à UX podem não ser adequadamente capturados pelos dos métodos tradicionais de avaliação (ANDRADE et al., 2017). Por exemplo, a configuração de um ambiente IoT engloba a presença de múltiplos dispositivos, assim como diversas possibilidades de cenários de uso que podem ocorrer simultaneamente. Tais cenários de uso podem aumentar de maneira significativa, de acordo com os propósitos de cada usuário e do número de objetos inteligentes presentes no ambiente IoT (DONG, CHURCHILL e NICHOLS, 2016). Dessa maneira, a experiência deixa de se concentrar em um dispositivo ou objeto específico e passa a se

relacionar com um conjunto de objetos inteligentes - com capacidade computacional e de comunicação - trabalhando de maneira harmoniosa para auxiliar os usuários em suas atividades do cotidiano.

Sendo assim, a avaliação da UX em sistemas IoT apresenta-se como um desafio de pesquisa (ANDRADE et al., 2017; DE SANTANA et al., 2017; FURTADO et al., 2017). Consequentemente, encontrar formas de avaliar a experiência do usuário de tais aplicações, considerando os desafios relacionados às interações presentes no ambiente IoT (ANDRADE et al., 2017; BERGMAN e JOHANSSON, 2017), bem como a forma como são conduzidas, consistem em questões que precisam ser melhor investigadas. Uma avaliação que considere aspectos da UX, indo além da usabilidade, torna a avaliação mais completa ao considerar aspectos emocionais decorrentes da interação com um ambiente em que objetos inteligentes provêm serviços aos seus usuários.

Dessa forma, o enfoque da pesquisa descrita nesta dissertação está em como auxiliar a identificação de problemas na experiência do usuário durante a interação deste com ambientes IoT. Auxiliando a mitigar dificuldades como os aspectos a serem avaliados, as coisas presentes no ambiente e promovendo uma maior eficiência na condução da avaliação. Na Seção a seguir, são descritos os objetivos desta dissertação, esclarecendo como o avaliador será auxiliado na gerência das dificuldades descritas anteriormente.

1.3 Objetivos

Levando em consideração o que foi apresentado nas seções anteriores, o objetivo desta dissertação é *propor um instrumento de avaliação qualitativa da UX em um ambiente IoT*. Para alcançar esse objetivo, são respondidas as seguintes questões de pesquisa neste trabalho:

- *QP I* - Quais métodos de avaliação e características da experiência do usuário são mais recorrentes no cenário IoT?
- *QP II* - Como identificar problemas na UX durante a interação com múltiplos dispositivos e cenários de utilização, em um ambiente IoT?

Dessa forma, para atingir o objetivo e responder as questões de pesquisa deste trabalho foram delimitados os seguintes objetivos específicos:

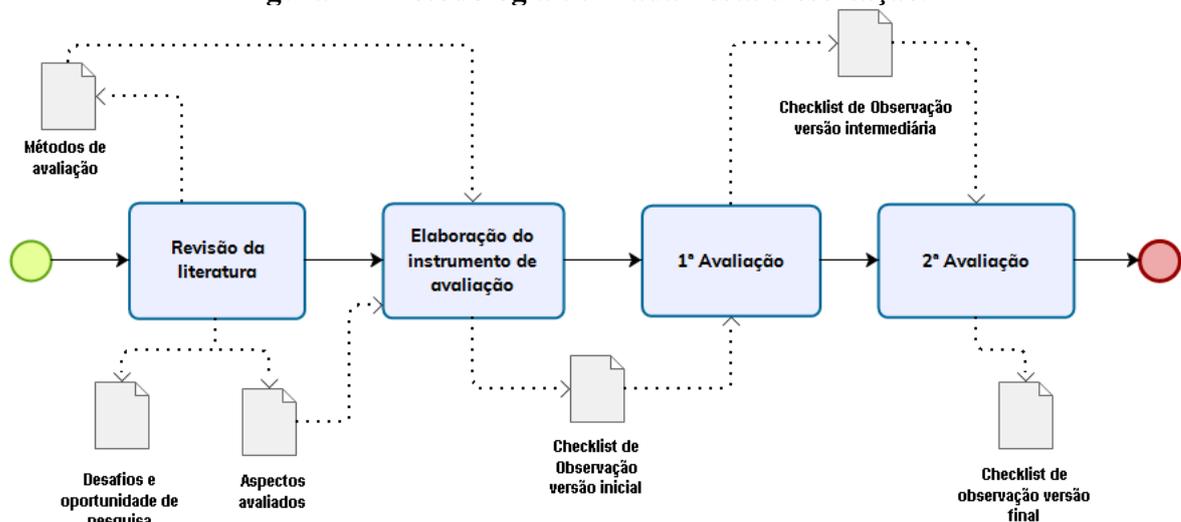
- Identificar quais métodos de avaliação têm sido utilizados na avaliação da experiência do usuário de sistemas IoT;
- Identificar o relacionamento entre as características de UX e de IoT;

- Propor um instrumento de avaliação que auxiliena identificação de problemas na experiência do usuário nesse contexto; e
- Avaliar o instrumento proposto por meio da visão de especialistas e através de uma avaliação de UX no ambiente IoT, analisando os resultados obtidos.

1.4 Metodologia

O desenvolvimento deste trabalho tem como intuito alcançar os objetivos apresentados na Seção 1.3. Para isso, este trabalho apresenta uma pesquisa de caráter exploratório, utilizando uma abordagem qualitativa para o alcance dos objetivos traçados. A Figura 1 apresenta cada passo deste trabalho através de um diagrama utilizando a notação *Business Process Model and Notation* (BPMN). O diagrama na Figura 1 está organizado em quatro passos, que ocorrem de forma sequencial. Dessa maneira, o produto gerado em cada passo é utilizado no passo seguinte, até a conclusão dos passos da metodologia.

Figura 1 - Metodologia utilizada nesta dissertação.



Fonte: elaborada pelo autor.

A *revisão da literatura* utiliza como base os passos da Revisão Sistemática da Literatura (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007; PETERSEN et al., 2008; KITCHENHAM, 2012) e apresenta como resultados os métodos de avaliação, os aspectos avaliados e desafios e oportunidades de pesquisa. Os resultados da revisão da literatura são apresentados de forma detalhada no Capítulo 4.

Para a *elaboração do instrumento de avaliação* foi utilizado os resultados da revisão da literatura, de uma avaliação de UX em um ambiente IoT e de um questionário com especialistas em IoT, resultando na versão inicial do instrumento de avaliação. O instrumento definido para esta dissertação foi um *CHecklist* para *Avaliação da Experiência do U*Suário em ambientes de Internet das Coisas – CHASE, que um dos significados que possui do inglês é caçada. Esse nome foi considerado adequado por reforçar o sentido de auxiliar o avaliador na busca dos pontos de melhoria da UX em ambientes IoT.

Em seguida, a *primeira avaliação* do CHASE ocorreu através de um questionário em que especialistas em IHC realizaram a *revisão do instrumento*, gerando uma nova versão do instrumento baseado na percepção e comentários dos especialistas.

Como passo final da metodologia, a *segunda avaliação do instrumento* ocorreu com a avaliação da UX em um ambiente IoT controlado e a coleta das impressões dos avaliadores por meio de um questionário e entrevista semi-estruturada. Por fim, após a interpretação dos dados, a versão final do CHASE foi gerada. Neste passo, o conceito de ambiente controlado é utilizado como um espaço que simula a forma como um experimento seria feito no mundo real, por exemplo, um laboratório em uma universidade, e ambiente não controlado, como sendo um estudo de caso feito no mundo real (ROGERS, SHARP e PREECE, 2013).

1.5 Organização da Dissertação

Este capítulo introduziu de forma resumida o contexto, a motivação, a metodologia e os passos selecionados para alcançar os objetivos deste trabalho. Os demais capítulos estão organizados da seguinte forma:

Capítulo 2 - Fundamentação Teórica: são apresentados os principais conceitos relacionados a Internet das Coisas, as características de IoT, a definição de UX, as formas de avaliar a UX e os instrumentos de avaliação utilizados nessas avaliações

Capítulo 3 – Trabalhos relacionados: são apresentados os estudos relacionados a avaliação de UX no ambiente IoT, assim como os instrumentos gerados ou utilizados em cada trabalho.

Capítulo 4 – Investigação sobre a avaliação da UX no cenário de IoT: neste capítulo são apresentados os resultados da revisão da literatura feita com base na metodologia de revisão sistemática da literatura. Assim, foi descrito o protocolo de pesquisa, o processo de seleção, extração e interpretação dos dados.

Capítulo 5 – CHASE - Checklist de Observação da UX no cenário de IoT: neste capítulo é apresentado o CHASE e seu processo de elaboração até a versão inicial do *checklist*.

Capítulo 6 – Avaliação do CHASE: neste capítulo é descrita as avaliações do CHASE, assim como os ajustes e melhorias resultantes de cada avaliação.

Capítulo 7 – Guia de uso do CHASE: é apresentado um conjunto de explicações acerca de como utiliza o CHASE em uma avaliação real, quais dimensões conceituais ele possui e como o instrumento deve ser manuseado.

Capítulo 8 – Conclusão: apresenta os resultados alcançados, a lista de trabalhos publicados no decorrer desta dissertação e as oportunidades de pesquisa a serem realizadas futuramente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são descritos os conceitos que fundamentam esta pesquisa. Na seção 2.1 é apresentada a definição, características e desafios na interação no campo da Internet das Coisas. A Seção 2.2 apresenta a definição, aspectos e modelo da UX. Por fim, a Seção 2.3 aborda a avaliação da UX, os métodos de avaliação e os tipos de instrumentos de avaliação existentes como questionários, heurísticas e *checklists*.

2.1 Internet das Coisas

2.1.1 Definições

A IoT permite que pessoas e objetos inteligentes estejam conectados a qualquer momento, em qualquer lugar, por meio de qualquer objeto e estejam utilizando uma rede e seus serviços (VERMESAN et al., 2011). Um exemplo de objeto inteligente típico de IoT é o *Phillips Hue Light*¹ apresentado na Figura 2. O *Phillips Hue Light* é um sistema de luzes inteligentes que se conecta à internet e permite que o usuário o controle através de uma aplicação móvel. Ele apresenta funções como ligar/desligar as luzes, mudar a matiz e a intensidade da luz e programar o alarme para auxiliar o usuário a despertar pela manhã.

Figura 2 -Elementos do sistema de lâmpadas inteligente *Phillips Hue Light*.



Fonte: <http://www2.meethue.com/es-mx/>

A IoT pode ser caracterizada ainda como objetos que têm identidades e personalidades virtuais que operam em espaços inteligentes usando interfaces inteligentes para se conectar e se comunicar dentro de contextos sociais, de ambientes e de usuários (TAN e WANG, 2010). Observa-se que essa definição está mais focada no objeto inteligente, sua atuação e comunicação com o ambiente e os usuários.

¹<http://www2.meethue.com/es-mx/>

Outra definição de IoT é uma rede autoconfigurável, adaptativa e complexa que interconecta as "coisas" com a Internet através do uso de normas de comunicação (MINERVA e BIRU, 2015). As coisas interligadas possuem capacidade de sensoriamento/atuação, programabilidade, característica que contém informações que incluem a identificação da coisa, status, localização ou qualquer outra informação comercial, social ou privada relevante. As coisas oferecem serviços com ou sem intervenção humana, através da exploração de identificação única, captura de dados e comunicação e capacidade de atuação. O serviço é explorado através do uso de interfaces inteligentes e é disponibilizado em qualquer lugar, a qualquer hora e para qualquer coisa levando em consideração a segurança (MINERVA e BIRU, 2015). Essa definição fornece uma visão ampla de IoT, elencando várias características de IoT e a definição adotada nesta dissertação.

2.1.2 Características

As características da IoT podem variar de acordo com a visão dos autores., conforme discutido por Minerva e Biru, (2015); Andrade et al., (2017); e Carvalho, Andrade e De Oliveira (2018).

As principais características de IoT consideradas por Minerva e Biru (2015) são:

- *Interconexão de coisas* - uma das primeiras características que os sistemas de IoT tem que lidar é com a interconexão de coisas. A palavra “coisa” se refere a qualquer objeto que seja relevante ao ponto de vista do usuário ou da aplicação;
- *Conexão de coisas com a Internet* - essa característica está relacionada com a possibilidade de objetos se conectarem a Internet;
- *Ubiquidade* - é a capacidade do sistema está disponível quando e onde for necessário;
- *Sensoriamento/Atuação* - os objetos inteligentes são compostos por sensores/atuadores e eles monitoram/atuam em atividades com o intuito de trazer “inteligência” para o sistema;
- *Inteligência Incorporada* - objetos inteligentes incorporam funções de inteligência e conhecimento e se tornam uma extensão do corpo e da mente humana;
- *Capacidade interoperável de comunicação* - as coisas têm uma capacidade de comunicação baseada em protocolos de comunicação conhecidos e interoperáveis;

- *Autoconfigurabilidade* - as coisas devem gerenciar o uso de software, hardware e os recursos (energia e largura de banda de comunicação); e
- *Programabilidade* – as coisas podem assumir uma variedade de comportamento. No nível mais simples, um dispositivo programável é aquele que pode assumir uma variedade de comportamentos em um comando de usuário sem requerer alterações físicas.

A IoT foi influenciada por diversas áreas (VASSEUR e DUNKELS, 2010), entre elas, a Computação Ubíqua (também denominada de *Ubiquitous Computing* - ubicomp) com dispositivos próximos ao usuário que interagem entre si para beneficiá-lo sem a sua interferência consciente, e a Computação Móvel, que envolve dispositivos portáteis (i.e., móveis) com capacidade de processamento local e comunicação sem fio com outros dispositivos.

A ubicomp apresenta características similares a IoT, como discutido por Andrade et al. (2017) e Carvalho, Andrade e De Oliveira (2018). Em um trabalho anterior, Carvalho et al. (2017) identificaram e descreveram características importantes para IHC e ubicomp. Em Carvalho, Andrade e De Oliveira (2018), as autoras realizam uma revisão da literatura e descrevem características comuns a ubicomp e IoT, bem como identifica características novas para a IoT como sincronia. A Tabela 1 sumariza esses trabalhos e apresenta as características de IoT e suas definições, assim como a referência dos trabalhos onde elas foram retiradas.

Tabela 1 - Características de IoT.

<i>Característica</i>	<i>Definição</i>	<i>Referência</i>
Adaptabilidade	Usa as informações de contexto para fazer alterações no comportamento do aplicativo.	(CARVALHO et al., 2017)
Confiabilidade	A capacidade de manter um determinado nível de desempenho quando usado sob condições de software específicas	(CARVALHO et al., 2017)
Interoperabilidade	A capacidade de dois ou mais sistemas ou componentes trocarem informações e usarem as informações que foram trocadas	(THE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, 1990)
Invisibilidade	A capacidade de ocultar o sistema, para que os usuários não estejam cientes disso.	(CARVALHO, ANDRADE e DE OLIVEIRA, 2018)
Segurança	A proteção para transportar e armazenar informações e controles de segurança que podem acessar, usar e modificar informações de contexto	(CARVALHO et al., 2017)
Sensibilidade ao contexto	É a capacidade de um sistema perceber informações contextuais e adaptar de forma dinâmica e proativa suas funcionalidades.	(CARVALHO, ANDRADE e DE OLIVEIRA, 2018)
Sincronia	Refere-se a capacidade de manter as coisas sincronizadas com outras coisas, o que impede que diferentes informações sejam apresentadas em diferentes coisas que fazem parte do mesmo sistema.	(CARVALHO, ANDRADE e DE OLIVEIRA, 2018)

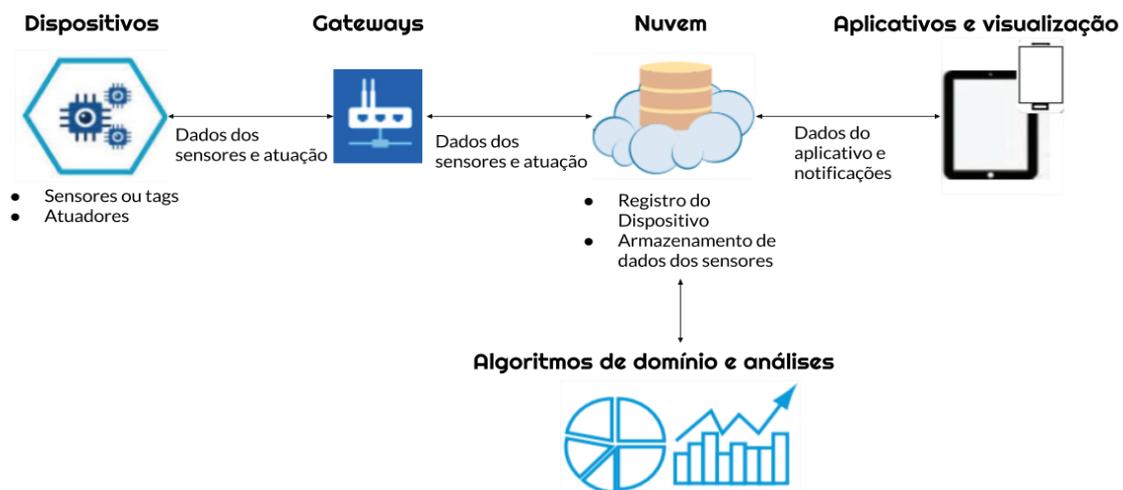
Fonte: Andrade et al. (2017); Carvalho et al. (2017); e Carvalho, Andrade e De Oliveira (2018).

Uma discussão mais profunda sobre as características mencionados anteriormente pode ser encontrada em Carvalho, Andrade e Oliveira (2017); Lee et al.(2019); e Alshqaqi, Zahary e Zayed (2019).

2.1.3 Visão Geral do Funcionamento de um Sistema IoT

Para compreender um pouco melhor como as características apresentadas na Tabela 1 são trabalhadas dentro de um sistema IoT, é importante entender o funcionamento desses sistemas. A Figura 3 apresenta uma arquitetura padrão de uma aplicação IoT (TAIVALSAARI e MIKKONEN, 2017). Os sistemas apresentam dispositivos embutidos de sensores/atuadores ou etiquetas RFID que se comunica com um *gateway* caso os dispositivos não tenham conexão direta com a Internet se conectando diretamente com a Nuvem. Caso o sistema apresente um gateway, ele recebe os dados dos dispositivos e os envia para a Nuvem, onde os dados do dispositivo são registrados e armazenados. Os dados são processados por algoritmos de análise e domínio. Os dados processados por esses algoritmos são enviados para aplicativos, que fornecem notificações e informações aos usuários. É interessante salientar que o sentido das setas é bidirecional e a troca de informações pode ocorrer nos dois sentidos. Quando ocorre uma falha nessa comunicação, normalmente o sistema apresenta problemas de funcionamento.

Figura 3 - Visão geral dos sistemas IoT.



Fonte: Adaptado de Taivalsaari; Mikkonen (2017).

2.1.4 Desafios na Interação e na UX em IoT

A interação é um dos desafios que surge com a IoT (ANDRADE et al., 2017; BERGMAN e JOHANSSON, 2017) e ela varia na forma como a interação ocorre no sistema em si e durante a comunicação do usuário com o sistema IoT. Andrade et al. (2017) tratam a interação no contexto da IoT em dois níveis: *thing-thing interaction* e *human-thing interaction*.

O primeiro nível se relaciona a comunicação entre os objetos inteligentes com o intuito de trocar informações e permitir o fornecimento dos serviços e funções entre as coisas distribuídas no ambiente. O segundo nível se relaciona à interação que ocorre entre o objeto inteligente e o usuário.

Os aspectos relacionados a *thing-thing interaction* podem ser organizados em dois níveis: o nível da Internet e o nível das coisas. As questões relacionadas à Internet são centradas na qualidade da conexão, na sincronia dos serviços, responsividade e confiabilidade da rede. Já o nível das coisas, os pontos de discussão se concentram no consumo de energia, sensibilidade ao contexto, interoperabilidade e dificuldade de instalação.

Todos esses aspectos das coisas da *thing-thing* impactam diretamente na interação do usuário com o sistema IoT (ANDRADE et al., 2017), que apresentam influência na UX na forma como o usuário percebe o sistema e na forma como as expectativas e necessidades dos usuários são atendidas. Consequentemente, impactam no estado emocional do usuário durante o uso do sistema.

Andrade et al. (2017) realizaram avaliações de sistemas ubíquos e IoT. Através das avaliações e da experiência que os autores possuíam na condução de avaliações de IHC em sistemas ubíquos, o trabalho concluiu que os métodos de avaliação de outros campos de estudos, como computação ubíqua, podem ser utilizados para avaliação da interação em IoT, mas não capturam todos os dados relevantes para a IoT como os relacionados com a interação entre os objetos inteligentes entre si.

Além dos desafios relacionados à interação, Andrade et al. (2017) e Bergman e Johansson (2017) listam os desafios na avaliação da interação na perspectiva do usuário.

Os desafios listados por Andrade et al. (2017) são:

- *Interoperabilidade/comunicação*: os usuários atualmente estão utilizando sistemas inteligentes individuais, por exemplo, termostato inteligente da Nest² e Lâmpada inteligente do *Phillips Hue Light*. Se esses sistemas não se

² <https://nest.com/thermostat/meet-nest-thermostat/>

comunicarem, o usuário ficará sobrecarregado de aplicações de objetos inteligentes individuais, além de prejudicar o melhor funcionamento do ambiente.

- *Consistência das interações*: aplicações IoT podem ter diversas interfaces e múltiplos dispositivos conectados fornecendo serviços aos usuários. Usuários podem ter certa dificuldade de interagir com muitos dispositivos ao mesmo tempo. Além disso, há uma dificuldade no design da UX de sistemas que utilizam diversos dispositivos (ROWLAND et al., 2015; DONG; CHURCHILL e NICHOLS, 2016). É necessário o desenvolvimento de métodos e ferramentas que avaliem a qualidade do uso desses sistemas no ambiente IoT.
- *Verificação de Conflitos de Interesse*: o sistema IoT lida com várias requisições dos usuários que podem entrar em choque de interesse. Esses conflitos podem impactar de maneira profunda na UX. Um desafio que surge desse contexto é a detecção e previsão dos possíveis embates de interesse das ações do usuário e como elas serão tratadas de forma a ter impactos menores na UX;
- *Facilidade de instalação*: a instalação de coisas não tem sido um dos critérios mais estudado na instalação de sistemas. Na IoT esse critério é bastante significativo visto que a inclusão de objetos inteligentes no ambiente deve ocorrer de maneira simples, fácil e de forma que a instalação de um novo objeto inteligente no ambiente não se acarrete problemas de funcionamento. Além disso, a IoT apresenta uma arquitetura de sistema complexa com elementos (*gateway*, sensores/atuadores, *tags* RFID) que não são triviais e familiares ao usuário, podendo dificultar a instalação de objetos inteligentes no ambiente; e
- *Avaliação*: ambientes e sistemas IoT podem gerar diversos cenários de uso devido às possíveis combinações de objetos inteligentes, serviços e interfaces. Essas combinações podem gerar um comportamento inesperado do sistema ou ambiente inteligente, como conflitos de interesse. Investigação nesse contexto se torna mais necessária para identificar como a avaliação pode ser conduzida nesses ambientes inteligentes de forma a

verificar os principais problemas relacionados à interação do sistema e com o usuário.

Bergman e Johansson (2017) também descrevem os desafios de UX para a IoT. Dentre os desafios listados estão a comunicação (interoperabilidade) entre as coisas, na interação e no campo de privacidade e segurança.

2.2 Experiência do Usuário

2.2.1 Definições

A UX é uma área de estudo da IHC que se relaciona a aspectos da interação dos usuários com sistemas computacionais como os sentimentos despertados no usuário durante o uso desses aspectos, além do funcionalismo desses sistemas, como a estética do produto e da interface (HASSENZAHN, 2010). A UX começou a ganhar força quando os computadores saíram dos espaços de trabalho e expandiram seu uso e propósito.

Além disso, a UX recebeu influência de outros campos da IHC como a computação afetiva e a usabilidade. Computação afetiva foi um dos primeiros campos da computação a tratar de emoções e incorporar a IHC. A computação afetiva tinha o pensamento de monitorar as emoções do usuário e adaptar o sistema de acordo com as resposta do usuário (HASSENZAHN e TRACTINSKY, 2006). Dessa forma, a UX passou a considerar aspectos não instrumentais dos produtos interativos, como a estética dos produtos interativos e de sua interface, e a focar em aspectos subjetivos relacionados à satisfação e as emoções dos usuários (HASSENZAHN, 2007). Esses aspectos também são reforçados na ISO 9241-11 (2018) que define a UX como as percepções e reações de uma pessoa que resultam do uso ou utilização prevista de um produto, sistema ou serviço.

A usabilidade é um dos campos predecessores e de estreita ligação com a UX. A UX muitas vezes é tratada como um sinônimo de usabilidade (GLANZNIG, 2012) devido à aproximação das áreas, porém as duas têm definição e características distintas. A usabilidade é um aspecto importante que está dentro da UX (THÜRING e MAHLKE, 2007), organização que também é adotada nesta dissertação. Usabilidade, segundo a ISO/IEC 25000 (2005) é a capacidade do produto de *software* de ser compreendido, aprendido e apreciado pelo usuário, quando usado sob condições especificadas. Dessa forma, a usabilidade se concentra em aspectos que influenciam no desempenho do usuário ao interagir com um sistema interativo como a facilidade de aprendizado, a quantidade de erros e número de atividades não concluídas durante a interação com o sistema (GLANZNIG, 2012).

Algumas das diferenças entre os conceitos de usabilidade e UX são listados por Bevan (2009) e Majrashi, Hamilton e Uitdenbogerd (2015):

- UX está associada à percepção do usuário, enquanto usabilidade está mais ligada ao design do sistema;
- Usabilidade pode impactar de forma positiva ou negativamente a UX, dependendo de como o ambiente influencia a usabilidade, a influência direta na UX;
- O estado interno do usuário impacta em como o usuário utiliza o sistema. Dessa forma, a usabilidade do sistema pode impactar no estado interno do usuário (e.g., humor, expectativas) o que causa consequências no estado mental do usuário ao utilizar o produto interativo; e
- Usabilidade pode ser avaliada com medidas objetivas (e.g., tempo de execução da tarefa) e/ou subjetivas (e.g., nível de satisfação). A UX pode utilizar as medidas originadas por métodos de usabilidade, porém baseado nas medidas subjetivas.

Portanto, ao avaliar a UX, a usabilidade em geral é também tratada (GLANZNIG, 2012). Entretanto, ao avaliar a usabilidade de um sistema interativo, não significa que a UX desse sistema também será necessariamente verificada.

A UX é considerada um campo novo da IHC e ainda sem um consenso da comunidade quanto a sua definição (LAW e HORNBAEK, 2007; LAW et al., 2009; LALLEMAND, GRONIER e KOENIG, 2015). Uma das primeiras definições a surgirem sobre UX foi do psicólogo Marc Hanssenszahl (2006), que define UX como “uma consequência do estado interno do usuário (predisposição, expectativas, necessidades, motivações, humor), das características do sistema (complexidade, proposta, usabilidade, funcionalidades) e do contexto ou ambiente onde a interação ocorre (HASSENZAHL e TRACTINSKY, 2006).

O conceito de UX com o tempo foi se modificando, considerando e aprimorando as suas características podendo ser também definida como um sentimento momentâneo primariamente avaliativo (bom-ruim) que surge durante a interação com um produto ou serviço (HASSENZAHL, 2008). Uma boa Experiência do Usuário é a consequência de satisfazer as necessidades humanas de autonomia, competência, estímulo, relacionamento e popularidade através da interação com um produto ou serviço (HASSENZAHL, 2008). Dessa forma, é importante que a qualidade da interação do produto com o usuário seja alta. Esta qualificação entende que qualidade da interação é um termo que expressa o quão bem o usuário consegue

perceber as interações que precisam ser realizadas e o quão bem consegue executá-las. Dessa forma, ao compreender de maneira simples, clara e rápida que, por exemplo, é necessário efetuar um clique para confirmar uma ação a qualidade da interação é considerada alta.

2.2.2 Facetas da UX

Hanssenszahl e Tractinsky (2006) apresenta a UX como a interseção do que ele denomina “Facetas da UX”. A Figura 4 apresenta tais facetas, bem como o relacionamento entre elas, e o tipo de características que cada faceta compreende.



Fonte: Adaptado de Hassenzahl e Tractinsky (2006).

As facetas da UX são três: *Além do instrumental*, *Emoção e Afeto* e *Experiencial*.

A faceta “*Além do instrumental*” trata aspectos que vão além do funcionalismo e da utilidade do sistema. É compreendida nessa faceta a questão da estética do produto e das suas interfaces e o quão agradável e estimulante é a interação com produto interativo.

A “emoção e o afeto” são os sentimentos relacionados e despertados pela interação com o sistema, como entusiasmo, alegria, raiva e frustração. As emoções podem ser projetadas dentro de um produto interativo de modo a influenciar de maneira significativa a experiência do usuário e sua utilização (NORMAN, 2004).

O “experiencial” é a faceta relacionada ao momento (tempo) e o local (contexto de uso) em que a experiência ocorre. Nessa faceta, é considerado o estado atual do usuário ao interagir com o produto. Cada vez que um produto interativo é utilizado a experiência tende a ser diferente.

Morville (2004) apresenta outras facetas da UX, as quais fornecem certas similaridades com a de Hassenzahl (2006), como a faceta instrumental e as facetas relacionadas

ao quão é útil e utilizável para o usuário é um produto interativo. As setes facetas da UX de acordo com (MORVILLE, 2004) são:

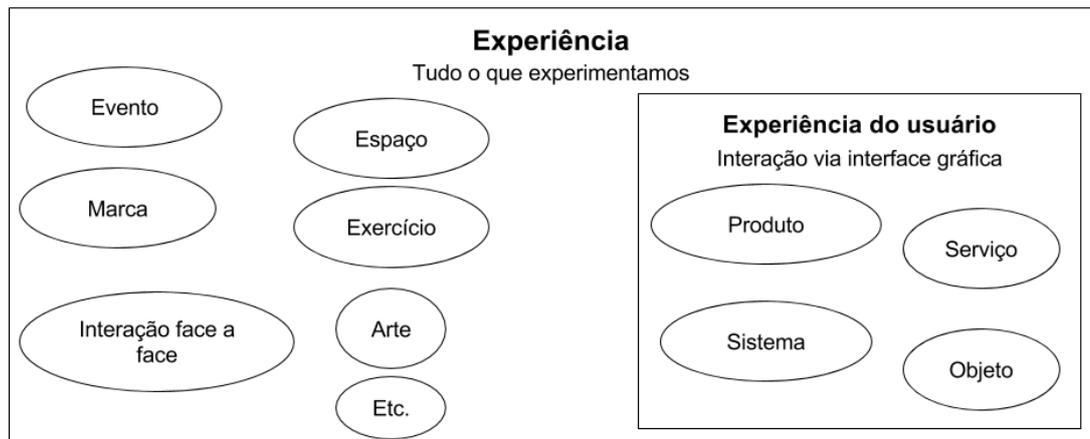
- **Útil (*Useful*)** – Precisamos no questionar sobre quanto nossos produtos e sistemas são realmente úteis, procurando sempre os tornar mais úteis aos usuários.
- **Usável (*Usable*)** – Relacionado quanto a usabilidade do produto é adequada para que o usuário atinja seus objetivos com a melhor desempenho possível.
- **Desejável (*Desirable*)** – O produto tem que ser desejável para o usuário. Está relacionado ao design do produto e as emoções despertadas por ele.
- **Localizável (*Findable*)** - Os usuários precisam se localizar e achar facilmente o que precisam ao interagir com o produto.
- **Acessível (*Accessible*)** – O produto interativo precisa ser acessível para usuários com e sem algum tipo de deficiência.
- **Acreditavel (*Credible*)** - Os usuários precisam acreditar e confiar no produto interativo.
- **Valioso (*Valuable*)** – O produto deve prover valor aos usuários e aos *stakeholders*.

A partir das facetas da UX descritas por Hassenzahl e Morville é possível perceber a influência dos mesmos nas definições da UX discutidas na Seção 2.2.1.

2.2.3 Áreas relacionadas à UX

Em relação às áreas que a UX se relaciona, Law et al. (2009) elencam alguns campos relacionados a experiência do usuário e o quão eles podem influenciar a percepção dos usuários sobre determinados produtos e serviços. A experiência de marca, do inglês *Brand Experience*, é quando o usuário tem uma relação positiva sobre a marca, tolerando alguns erros e falhas do produto devido à confiança e ao relacionamento afetivo positivo com a marca. Da mesma forma, ocorre o efeito contrário com produtos de outras marcas, na qual o usuário associa a falhas e defeitos que o produto apresenta a marca que fabrica tal produto. Na Figura 5 é listado alguns tipos de experiência que podem afetar e se relacionar com a UX.

Figura 5 - Campos relacionados à UX.



Fonte: Adaptado de Law et al., (2009).

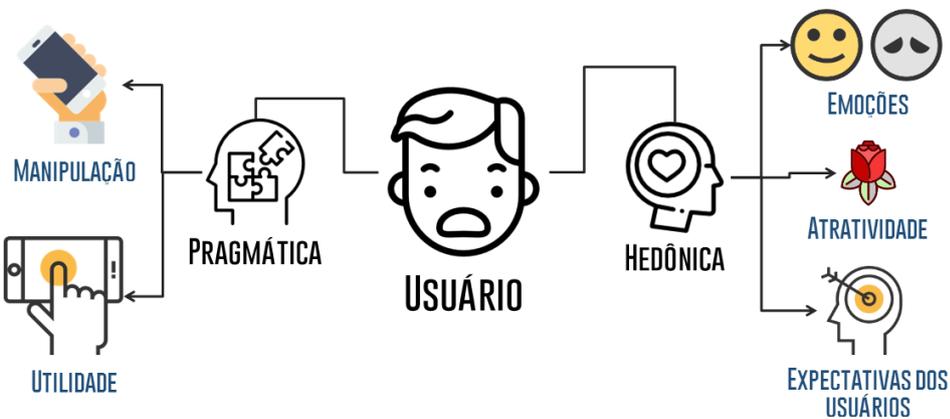
Um campo que é considerado muitas vezes como sinônimo da UX é o da qualidade da experiência, do inglês *Quality of Experience* (QoE). QoE é definido como o grau de prazer ou aborrecimento de uma pessoa cuja vivência envolve uma aplicação, serviço ou sistema. Ela resulta da avaliação da pessoa do cumprimento de suas expectativas e necessidades em relação à utilidade e/ou gozo à luz do contexto, personalidade e estado atual da pessoa (RAAKE e EGGER, 2014). Apesar de terem os mesmos objetos de estudos em comum, QoE e UX não podem ser considerados sinônimos (RAAKE e EGGER, 2014). Uma foca nos aspectos inerentes ao usuário, o outro foca em aspectos mais inerentes ao sistema e a qualidade do serviço que ele está prestando ao usuário. QoE tem origem teórica na engenharia e telecomunicações e a UX tem suas bases teóricas vindas da IHC (RAAKE e EGGER, 2014).

2.2.4 Framework Conceituais e Modelo Hedônico – Pragmático

Para auxiliar no desenvolvimento e na compreensão da UX foram propostos *frameworks* (KORT, VERMEEREN e FOKKER, 2007; WRIGHT e MCCARTHY, 2010) e modelos sobre o tema (HASSENZ AHL, 2007; HASSENZ AHL, 2010). O *framework* proposto por Wright e McCarthy (2010) pensa a UX como um diálogo onde a experiência é revelada e modificada. A experiência é posta em senso entre o indivíduo e os outros a sua volta. Os cinco processos relacionados a esse processo de diálogo são: antecipação, conexão, interpretação, apropriação e reconto da experiência. Esse *framework* é mais adequado para *designers* projetarem a UX de seus produtos (GLANZNIG, 2012). Já com relação aos modelos da UX, um dos modelos que assumiu posição-chave na pesquisa sobre a UX (GLANZNIG, 2012) é o modelo Hedônico/Pragmático (HASSENZ AHL, 2007, 2010; HASSENZ AHL e TRACTINSKY, 2006) que auxilia na compreensão de como a experiência ocorre para o usuário.

O modelo proposto por Mark Hassenzahl procura explicar como o usuário compreende a UX. O modelo é formado por meio de duas dimensões ou qualidades: a hedônica e a pragmática (HASSENZAHN, 2003, 2007). A primeira está ligada a compreensão da utilidade e das possibilidades de ações que podem ser realizadas através do uso de um produto. Enquanto, a qualidade hedônica está ligada aos aspectos mais subjetivos dos usuários, principalmente relacionados ao prazer e as emoções. As dimensões do modelo hedônico-pragmático permite uma melhor visão para a avaliação da UX de produtos interativos (GLANZNIG, 2012). A Figura 6 descreve alguns dos aspectos ligados as duas qualidades presentes no modelo Hedônico-Pragmático.

Figura 6 - Qualidades e aspectos relacionados ao Modelo Hedônico-Pragmático.



Fonte: Elaborada pelo autor, adaptado de Hassenzahl (2003), Hassenzahl e Tractinsky (2006) e Hassenzahl (2007).

2.2.4.1 Qualidade Pragmática

Hassenzahl nomeou inicialmente essa qualidade como ergonômica (HASSENZAHN et al., 2000) a relacionando a fatores de usabilidade como eficiência e eficácia. Posteriormente, essa dimensão foi renomeada para *qualidade pragmática* (HASSENZAHN, 2003), tendo como principal guia as ações possíveis e a utilidade do produto. Assim, as tarefas que podem ser realizadas e os aspectos de design são o foco desta qualidade, apresentando como aspectos centrais a usabilidade e utilidade do produto interativo (HASSENZAHN e TRACTINSKY, 2006; HASSENZAHN, 2007).

A *qualidade pragmática* é diretamente ligada ao aspecto instrumental do produto e as que o usuário precisa alcançar (HASSENZAHN e TRACTINSKY, 2006; HASSENZAHN, 2007). Essa qualidade evidencia os tipos de uso que o produto interativo pode realizar e as necessidades que podem vir a suprir dos usuários, por exemplo, fazer uma ligação ou enviar

um email. Conseqüentemente, ela está ligada as tarefas que o usuário precisa realizar em um sistema interativo para cumprir seu trabalho ou alguma atividade do cotidiano (HASSENZ AHL; BEU; BURMESTER, 2001). Tais objetivos são conhecidos nesta dimensão como “*do-goals*” (HASSENZ AHL, 2007), se relacionando a essa dimensão com as habilidades do produto que o usuário precisa utilizar como “ligar a luz do ambiente” ou “encontrar o livro em uma livraria *online*”.

2.2.4.2 Qualidade Hedônica

Enquanto a *qualidade pragmática* foca no produto e nas tarefas a serem realizadas, a *qualidade hedônica* foca no usuário, o que Hassenzahl denomina o “*self*” (HASSENZ AHL, 2007). A dimensão hedônica é relacionada a percepção do usuário sobre si e o porquê de ele utilizar determinado produto, por exemplo, o usuário utilizando uma agenda eletrônica com o objetivo de se sentir mais organizado e competente em suas atividades. Hassenzahl (2007) descreve tais objetivos do usuário como “*be-goals*”, relacionado principalmente ao porquê o usuário utiliza um produto interativo.

Os estudos da *qualidade hedônica* vêm avançando e crescendo como um dos principais pontos de interesse da UX em produtos interativos (DIEFENBACH, KOLB e HASSENZ AHL, 2014; HASSENZ AHL, 2001; HASSENZ AHL et al., 2000, 2015). Assim, aspectos como a atratividade, o humor, as emoções, necessidades e expectativas dos usuários são estudadas na criação de uma experiência que evoque ao usuário um bem estar atendendo além de seus aspectos instrumentais (conclusão de tarefas), aspectos subjetivos positivos, como bem estar psicológico (HASSENZ AHL et al., 2015).

2.3 Avaliação da experiência do Usuário

2.3.1 Métodos

A avaliação da UX pode ser realizada por meio de um conjunto heterogêneo de métodos de avaliação (VERMEEREN et al., 2010). Tais métodos podem ser organizados em métodos empíricos e analíticos (PRATES e BARBOSA, 2003). Métodos empíricos estão relacionados à participação direta do usuário como entrevista, observação e estudo de campo. Métodos analíticos são aqueles nos quais avaliadores inspecionam ou examinam aspectos de uma interface de usuário referente à usabilidade ou outro critério de qualidade de uso como comunicabilidade e acessibilidade. Além da escolha dos métodos a serem utilizados, o outro aspecto importante a se considerar é o momento em que avaliação pode ocorrer dentro do ciclo de desenvolvimento de um sistema. A escolha se ocorrerá no início, durante ou no fim do ciclo

de desenvolvimento do produto interativo influencia na escolha dos métodos de avaliação a serem aplicados, tornando a avaliação formativa ou somativa (HIX e HARTSON, 1993; ROGERS, SHARP e PREECE, 2013). As avaliações formativas ocorrem durante o processo de desenvolvimento de software com o objetivo de confirmar se o produto de software está atendendo ou não as necessidades e desejos do usuário. Por sua vez, as avaliações somativas ocorrem somente nos estágios finais do processo de desenvolvimento de software com uma solução já implementada, sendo avaliado normalmente se o nível de qualidade de uso previsto no início do projeto foi alcançado.

Os métodos de avaliação da UX podem se concentrar em aspectos específicos da UX ou do Modelo Hedônico/Pragmático. Entre esses aspectos destaca-se as emoções, expectativas dos usuários, estética e usabilidade do produto interativo. Dessa maneira, ao conduzir a avaliação da UX é necessário ter uma visão de todos os aspectos relacionados à UX como os citados anteriormente. Quanto mais aspectos forem cobertos na avaliação melhor será a visão da experiência do usuário. Os aspectos a serem avaliados normalmente são selecionados de acordo com a definição de UX adotada pelos avaliadores e os objetivos da avaliação (LAW et al., 2009).

Dessa forma, pela quantidade de aspectos da UX a serem considerados na avaliação, a verificação da UX se torna difícil. Isso se torna mais problemático com a falta de consenso da literatura sobre quais aspectos considerar para a avaliação da UX (MAIA e FURTADO, 2016). Além de aspectos relacionados à UX, outros fatores como cultura e comunicabilidade (MASIP, OLIVA e GRANOLLERS, 2011) precisam ser considerados. Portanto, a avaliação da UX é considerada uma atividade complexa de ser realizada (KORT, VERMEEREN e FOKKER, 2007).

Ao realizar uma avaliação da UX, é necessário conhecer o comportamento do usuário antes, durante e depois do uso do sistema interativo (VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, ROTO e HASSENZAHN, 2008). Dessa forma, a equipe envolvida na avaliação terá noção das expectativas do usuário sobre o produto, sua percepção e sensação em contato com o produto e o seu julgamento sobre o produto após o seu uso (LAW et al., 2009). O usuário tem uma percepção final da experiência ao considerar se suas necessidades foram atendidas, de que maneira elas foram compreendidas, quais emoções o sistema despertou durante sua utilização e se o resultado fornecido pelo produto interativo está de acordo com o que era esperado pelo usuário. Dessa forma, devido à complexidade da UX, avaliar a experiência e a forma como os usuários a especificam não é uma tarefa fácil (MASHAPA e VAN GREUNEN, 2010).

Isto posto, a percepção do usuário é influenciada pelo próprio estado interno do usuário, as interações que ele troca com o produto interativo e o contexto de uso (LAW et al., 2009; VERMEEREN et al., 2010). O contexto de uso considera não só o local ou ambiente que ocorre a interação, mas o momento em que o usuário utiliza o produto, pois dependendo do momento em que ocorra a interação a percepção da experiência com o produto interativo pode ser diferente. Dessa forma, os métodos de avaliação da UX devem considerar na execução da avaliação as características discutidas anteriormente de forma a ter uma visão mais rica da UX.

Na literatura, há uma diversidade de estudos que investigam quais os métodos para avaliação da UX (MAIA e FURTADO, 2016; ROTO, OBRIST e VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, 2009; VERMEEREN et al., 2010). Vermeeren et al. (2010) listou 96 métodos de avaliação da UX como AttrakDiff (HASSENZAHN, BURMESTER e KOLLER, 2003), *Self-Assessment Manikin (SAM)* (BRADLEY e LANG, 1994) e Investigação contextual (BEYER e HOLTZBLATT, 1998). Na Tabela 2 são descritos cinco métodos identificados nos estudos de avaliação da UX.

Questionários são uma opção de baixo custo e normalmente uma opção recorrente na avaliação da UX. O AttrakDiff e o SAM são questionários de avaliação da UX que abordam aspectos da experiência como o afeto despertado pelo produto (positivo-negativo), a percepção dos usuários, adimplência das necessidades do usuário e o quão estimulante o usuário se sentiu a manusear o produto interativo. As medidas psicofisiológicas são um dos recursos utilizados por pesquisadores para se obter uma melhor compreensão dos estados do usuário durante o uso do produto. Normalmente, é gerado um número significativo de dados, que são analisados após a interação do usuário com o produto. As medidas psicofisiológicas podem ser utilizadas com outros métodos de avaliação como a investigação contextual (BEYER e HOLTZBLATT, 1998), porém, por causa dos sensores, pode causar certo desconforto aos usuários e inibir em determinados momentos o comportamento natural do usuário.

Apesar de uma oferta considerável de métodos de avaliação de UX, nos últimos anos, os recursos mais recorrentes para avaliação da UX são os métodos de observação, as medidas psicofisiológicas e os questionários (MAIA e FURTADO, 2016).

Tabela 2 - Exemplos de métodos de avaliação de UX.

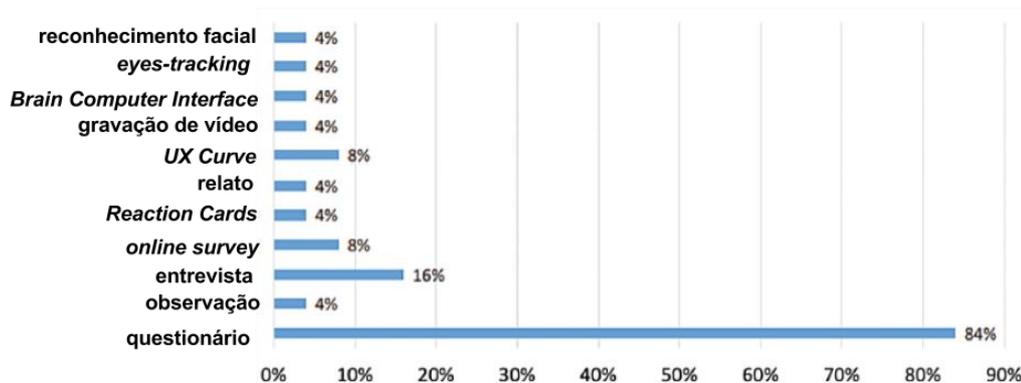
Método de Avaliação	Descrição
AttrakDiff (HASSENZAHN; BURMESTER; KOLLER, 2003)	É um questionário que utiliza de uma escala de diferencial semântico com 21 itens que avalia as dimensões hedônica e pragmática.
<i>Self-Assessment Manikin (SAM)</i> (BRADLEY; LANG, 1994)	SAM é um questionário de avaliação emocional que utiliza escalas gráficas, retratando personagens de desenhos animados expressando três elementos de emoção: prazer, entusiasmo e domínio.
Medidas psicofisiológicas (MANDRYK; INKPEN; CALVERT, 2006)	As respostas fisiológicas do usuário são medidas quando se comparam diferentes versões ou quando se interage com um sistema. As reações fisiológicas são registradas com sensores ligados ao participante. Os dados dos sensores podem ser usados em combinação com dados de autorrelato para descobrir o que o usuário sentiu durante o uso do produto interativo.
PrEmo (DESMET, 2018)	<i>Product Emotion Measurement Tool (PrEmo)</i> é um instrumento criado com o objetivo de estudar as relações entre a aparência de um produto e as reações emocionais que ele desperta no usuário.
<i>UX curve</i> (KUJALA et al., 2011)	É método de avaliação da experiência do usuário para ser utilizado a longo prazo. O método visa auxiliar os usuários a relatar como e por que sua experiência com um produto mudou ao longo do tempo e de que forma essas razões se relacionam com a sua fidelidade como cliente.

Fonte: Vermeeren et al., (2010) e Maia e Furtado (2016).

Na Figura 7 são apresentados os métodos e as ferramentas mais utilizadas para avaliar a UX, segundo (MAIA e FURTADO, 2016). O questionário (84%) é o instrumento mais utilizado para avaliação da UX, seguido de entrevistas (16%), questionário *online* (8%) e UX-Curve³ (8%). É importante observar a existência de outros recursos como gravação de vídeos e observação como alternativa para avaliação da UX. O momento da avaliação também é um aspecto importante na avaliação da UX e normalmente ocorre durante e/ou após o uso do produto interativo (MAIA e FURTADO, 2016). Os aspectos de UX mais avaliados estão relacionados à desejabilidade do produto, o quão utilizável (*usable*) e o quão atraente o produto é para o usuário (MAIA e FURTADO, 2016a).

³O método UX Curve tem como objetivo ajudar os usuários a relatar através do tempo como e porque sua experiência com um produto mudou ao longo do tempo.

Figura 7 - Métodos e ferramentas mais utilizados para avaliar a UX



Fonte: Adaptado de Maia e Furtado (2016).

Os métodos de avaliação de UX têm um relacionamento próximo aos métodos de avaliação de usabilidade, pois tende a serem aplicados juntos e muitas vezes de maneira complementar. No entanto, é importante ressaltar a existência de diferenças entre os métodos como descritos em Bevan (2009) e Law e Hornbæk (2007). Métodos de avaliação de usabilidade são concentrados o quão eficaz e eficiente o usuário é ao utilizar o produto interativo. Eles se concentram mais em aspectos como a taxa de erros, o tempo para realizar uma atividade e qualidade do resultado da atividade realizada (LAW e HORNBAEK, 2007). Métodos do UX incluem características hedônicas e pragmáticas é, portanto, subjetiva (ROTO, OBRIST e VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, 2009). Dessa forma, a UX não pode ser avaliada com um cronômetro ou *log*. As medidas objetivas como o tempo de execução da tarefa e o número de cliques ou erros não são medidas válidas para UX, mas precisamos entender como o usuário se sente sobre o sistema (ROTO; OBRIST e VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, 2009). A motivação e as expectativas do usuário afetam a experiência mais do que na usabilidade tradicional (MÄKELÄ e SURI, 2001; ROTO, OBRIST e VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, 2009).

A UX pode ser considerada como algo pessoal e subjetivo, os métodos de interpretação de dados são necessários para auxiliar a análise dos resultados alcançados na avaliação da UX. Dessa forma, métodos de interpretação como análise de conteúdo e *Grounded Theory* podem auxiliar a compreender melhor os resultados da avaliação da UX (GLANZNIG, 2012). Um dos pontos que dificulta a interpretação da UX é ausência de experiência coletiva. Ao utilizar um sistema, a experiência é única para cada usuário, podendo ter partes em comum entre os diferentes usuários, porém nunca será a mesma para todos (LAW et al., 2009; LALLEMAND, GRONIER e KOENIG, 2015). Dessa forma, a avaliação pode ajudar a

compreender melhor esses aspectos comuns dos usuários e verificar se o sistema está conduzindo o usuário a ter uma boa experiência de uso.

2.3.2 Instrumentos de avaliação da UX

A UX apresenta uma diversidade de instrumentos estreitamente ligados aos métodos de avaliação apresentados na literatura (MAIA e FURTADO, 2016; VERMEEREN et al., 2010). No levantamento sobre avaliação de UX, feito por Vermeeren et al. 2010, foram observados os vários métodos e instrumentos disponíveis, que variavam entre alguns aspectos. Por exemplo, quanto ao contexto (contexto real de uso, ambiente controlado e *online*), origem do método (academia, indústria ou ambas), as fontes de informação de cada método (especialista de UX ou usuários finais) e em que período do desenvolvimento eles podem ser aplicados (estágio final ou inicial).

Para cada método de avaliação da UX, um conjunto de instrumentos de avaliação pode ser utilizado com questionário ou escalas (CROWLEY, SPANGENBERG e HUGHES, 1992; NORMAN, 2013; RUSSELL, WEISS e MENDELSON, 1989), *orientações e diretrizes para observação* (KUNIAVSKY, 2003) e heurísticas (SÁNCHEZ et al., 2012).

A observação da interação do usuário com um produto interativo pode ser auxiliada pelo registro da interação através de *logs* e capturas de tela (MILLEN, 2000). Outra forma de se auxiliar observação do comportamento através de *checklist*. Um *checklist* pode ser considerado uma lista de fatores, propriedades, aspectos, componentes, critérios, tarefas ou dimensões, cuja presença ou quantidade deve ser considerada separadamente, a fim de executar uma determinada tarefa (SCRIVEN, 2007).

Por sua vez, um *checklist* de avaliação é uma lista para orientar uma instituição ao sucesso e/ou julgar seu mérito e valor (STUFFLEBEAM, 2001). No contexto da avaliação de UX, um *checklist* de observação auxilia o avaliador através da orientação dos pontos a serem observados e provendo ao observador algum parâmetro de valor sobre o produto interativo avaliado. *Checklists* auxiliam na identificação dos pontos de melhoria e aspectos positivos durante a experiência com um produto. Além disso, apoiam o avaliador a não esquecer algum aspecto importante a ser avaliado, enriquece a avaliação a tornando mais objetiva, confiável e mais fácil de ser reproduzida (STUFFLEBEAM, 2000).

2.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou os principais conceitos das áreas investigadas nesta dissertação. O conceito de IoT, assim como características, forma de funcionamento, exemplos e desafios relacionados a interação foram descritos com o objetivo de detalhar suas peculiaridades e os serviços que eles podem oferecer aos usuários.

O conceito de UX foi discutido, ressaltando suas diferenças com a usabilidade e descrevendo suas facetas e objetos de estudo. Por seguinte, descreve-se como a avaliação de UX pode ocorrer através de métodos empíricos e analíticos, apontando os métodos e ferramentas mais utilizados nos últimos anos.

Por fim, foram descritos exemplos de instrumentos de avaliação da UX e foi apresentado o conceito de *checklist*, instrumento proposto nesta dissertação, ressaltando suas vantagens ao realizar uma avaliação da experiência do usuário.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo apresenta e discute trabalhos que propõem formas de auxiliar a avaliação da UX em ambientes IoT como instrumentos de avaliação e *frameworks* conceituais de IHC que possam auxiliar avaliadores durante a avaliação. Na Seção 3.1, é descrita a estratégia de busca dos trabalhos e na Seção 3.2 são apresentadas as revisões da literatura que investigaram o tema de avaliação da UX em um cenário IoT. Na Seção 3.3, são apresentados os trabalhos propostos para a IoT e para áreas correlatas, como Computação Ubíqua (*ubicomp*), com o foco na usabilidade. Na Seção 3.4, são apresentados os estudos que propõem formas de auxiliar a avaliação da UX em um ambiente IoT. Por fim, a Seção 3.5 discute e compara os trabalhos descritos e na Seção 3.6 são feitas as considerações finais.

3.1 Estratégia de busca

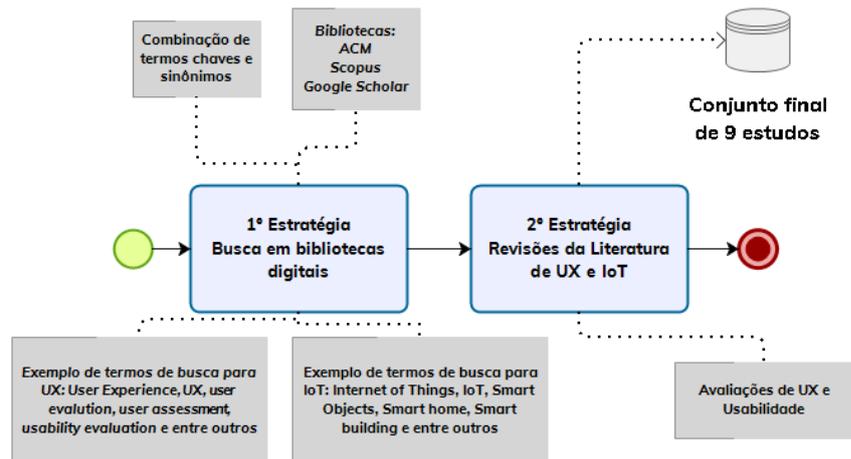
A busca de trabalhos foi organizada em duas estratégias. A primeira com a combinação de termos chaves e sinônimos em bibliotecas digitais como *ACM Digital Library*, *Scopus Digital Library* e *Google Scholar*. As duas primeiras foram escolhidas por serem bibliotecas digitais importantes que indexam diversas conferências e periódicos da área. O *Google Scholar* foi escolhido por ter um ótimo algoritmo de busca e identificar rapidamente trabalhos. A segunda estratégia consistiu na busca de trabalhos em revisões da literatura e revisões sistemáticas de UX e IoT com o intuito de identificar trabalhos correlatos. Esses levantamentos do estado da arte foram resultados da primeira estratégia.

É importante salientar que ambas as estratégias não seguiram um procedimento sistemático e exaustivo da literatura, apesar de seguirem uma organização como apresentado na Figura 8. Um procedimento sistemático (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007; PETERSEN et al., 2008) exige dedicação, tempo e a participação de diversos pesquisadores para ser bem executada, garantindo a qualidade e validade dos resultados obtidos. Devido à limitação de recursos como os exemplificados anteriormente, este tipo de procedimento não pode ser adotado nesta dissertação.

A avaliação de ambientes IoT na perspectiva do usuário, como discutido será discutido em detalhes no Capítulo 4, apresenta um conjunto de questões a serem pesquisadas (DONG; CHURCHILL e NICHOLS, 2016; FURTADO et al., 2017). Dessa forma, observando os esforços da comunidade científica na investigação da avaliação da UX em ambientes IoT, a usabilidade pode apresentar forte influência na avaliação da UX (BEVAN, 2009;

HASSENZAHN e TRACTINSKY, 2006) e apresenta questões comuns a serem investigadas como a compreensão do usuário sobre o ambiente IoT, que afeta tanto a avaliação de usabilidade e de UX. Dessa forma, trabalhos tanto de UX e usabilidade como relacionados à proposta deste instrumento são considerados.

Figura 8 - Estratégias de busca dos trabalhos relacionados.



Fonte: elaborada pelo autor.

3.2 Visão geral das revisões presentes na literatura

A UX tem sido analisada em diversos trabalhos, independente do domínio (MAIA; FURTADO, 2014, 2016) ou em domínios específicos semelhantes à IoT (VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA; OLSSON e HÄKKILÄ, 2015) ou direcionados à IoT (BERGMAN e JOHANSSON, 2017; DE SANTANA et al., 2017; FURTADO et al., 2017).

No contexto independente de domínio, Maia e Furtado (2016) apresentam uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) nesse tema. Essa revisão identifica 25 trabalhos, descrevendo os métodos de avaliação, os recursos e as características de UX dos estudos. Apesar de tratar da UX, a revisão não discute a especificidade no domínio de IoT. Em uma RSL anterior também investigando a UX (MAIA e FURTADO, 2014), as autoras investigaram a medição da UX através de medidas psicofisiológicas. As medidas que apresentaram destaque eram relacionadas à satisfação do usuário (4,55%), uso de aplicativo (18,18%), eficiência/efetividade (36,36%) e relacionadas a sentimentos/emoções (40,91%). Não foram identificados instrumentos ou trabalhos relacionados diretamente a IoT ou *ubicomp*.

Ao verificar como a avaliação de UX vem sendo conduzida em contextos

específicos, pode-se encontrar na literatura o trabalho de Väänänen-Vainio-Mattila et. al. (2015), que realiza uma revisão sistemática sobre UX e ubicomp, a qual identificou um conjunto de 75 estudos. Os métodos de avaliação mais utilizados pelos estudos dessa revisão foram questionário (60%), entrevistas (53%), logs de interação (29%) e observação (16%).

Bergman e Johanson (2017) identificam os desafios e questões relacionadas à UX e a IoT no processo de desenvolvimento de *software*. O estudo realiza uma revisão sistemática e entrevistas com algumas empresas, identificando práticas adotadas pela academia e indústria. A RS utilizou quatro bibliotecas digitais (*ACM, IEEE, Scopus, e ScienceDirect*), e após o processo de filtragem identificou o conjunto de 21 trabalhos. Os resultados da RS indicam que a avaliação da UX muitas vezes se restringe a aplicação de métodos de usabilidade tradicionais como avaliação heurística, avaliação com o usuário e questionários como o SUS (BROOKE, 1996), que não compreende todos os aspectos da UX em sistema IoT (DE SANTANA et al., 2017).

Em 2012, a Comunidade de IHC no Brasil lançou a chamada dos grandes desafios de pesquisa da área até 2022 (SOUZA; BARANAUSKAS e PEREIRA, 2012). Em 2016, ocorreu a avaliação dos esforços da comunidade passados cinco anos. Este trabalho se relaciona principalmente com os desafios relacionados a Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidade (DE SANTANA et al., 2017) e Ubiquidade, Múltiplos Dispositivos e Tangibilidade (FURTADO et al., 2017). Em relação a cidades inteligentes, segundo os autores do *position paper* a avaliação de IoT é um dos desafios com a menor quantidade de trabalhos apresentados pela comunidade de IHC do Brasil (DE SANTANA et al., 2017). Entre as estratégias sugeridas pelos autores para IoT e UX está o uso de sensores que monitorem as medidas psicofisiológicas do usuário para obtenção de dados mais completos da UX. Tal sugestão também é feita pelos autores do desafio relacionado Ubiquidade, Múltiplos Dispositivos e Tangibilidade (FURTADO et al., 2017).

É possível observar pelo levantamento feito por Furtado et al. 2017, que os esforços na comunidade de IHC tem se concentrado principalmente em auxiliar o design de soluções ubíquas e com múltiplos dispositivos. Apesar de apresentar poucos trabalhos que foquem na avaliação, os autores apresentam um conjunto de orientações para a comunidade com um foco principalmente na UX e no uso de sensores com o uso de medidas psicofisiológicas. O *position paper* identificou 19 trabalhos nos últimos cinco anos. Desses, o que se relaciona com esta dissertação, avalia um Supermercado Inteligente com pessoas com deficiência visual (MAIKE; BUCHDID e BARANAUSKAS, 2016). Apesar de o foco ser em pessoas com deficiência, o

trabalho utiliza uma das primeiras versões do TangiSAM (MOREIRA; DOS REIS e BARANAUSKAS, 2017), uma adaptação do SAM (BRADLEY e LANG, 1994), que avalia aspectos da UX como sentimento de controle, entusiasmo e satisfação.

3.3 Avaliação da usabilidade em Ubicomp e IoT

Para a avaliação de usabilidade, encontrou-se iniciativas como a de Propp et. al. (2008), que apresentam a avaliação de aplicações de uma casa inteligente através de um modelo de tarefas (PROPP; BUCHHOLZ e FORBRIG, 2008). Propp et.al. (2008) indicam que a avaliação deve ocorrer no início do projeto de desenvolvimento de sistemas inteligentes, o que acaba sendo uma das limitações da sua abordagem. Além disso, os autores não consideram outros aspectos da UX como satisfação do usuário e aspectos afetivos e emocionais.

Siewerdt, Carvalho e Andrade (2016) propuseram um conjunto de oito recomendações para teste de usabilidade em aplicações ubíquas, baseados em uma revisão da literatura e avaliação de três aplicações ubíquas. As recomendações foram organizadas nas três etapas do teste de usabilidade e são descritas na Tabela 3.

As recomendações são descritas de forma a orientar os avaliadores em todos os passos da avaliação. As autoras sinalizam a possibilidade de as recomendações servirem para outras áreas como a IoT. No entanto, são necessários estudos para comprovar ou realizar as adaptações necessárias para se adequar ao contexto de IoT, pois aspectos como conectividade e sincronia podem ganhar relevância. Além disso, é importante verificar quais adaptações seriam necessárias para auxiliar os avaliadores a capturar aspectos da UX, como as emoções e percepção do usuário sobre a experiência.

Outras pesquisas na área de usabilidade e sistemas IoT focam na proposta de critérios de avaliação (MÖLLER et al., 2014; THOMAS, ONYIMBO e LOGESWARAN, 2016) que auxiliem os avaliadores a filtrar quais aspectos podem ser mais relevantes nesse tema. Na Tabela 4 são listados os critérios de avaliação descritos por Moeller et al. (2014) para usabilidade e para avaliar os serviços que podem se relacionar com a usabilidade.

Tabela 3 - Recomendações para teste de usabilidade em sistemas ubíquos.

Etapas do teste de usabilidade	Recomendações
PLANEJAMENTO	R1. Definir cenários de uso e/ou tarefas de usuários que exercitem adaptações sensíveis ao contexto na aplicação.
	R2. Definir cenários de uso e/ou tarefas de usuários que exercitem a mobilidade do usuário e da aplicação.
	R3. Preparar a aplicação para coletar logs de interação.
	R4. Preparar questionário sobre sincronia, relevância e disponibilidade da interação.
COLETA DE DADOS	R5. Coletar informações sobre interrupções.
	R6. Observar as sensações do usuário de acordo com cada resposta do sistema.
INTERPRETAÇÃO, CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS E RELATO DOS RESULTADOS	R7. Analisar conjuntamente as informações contextuais e adaptações ocorridas com as opiniões dos usuários.
	R8. Relatar informações contextuais e adaptações coletadas

Fonte: Siewerdt, Carvalho e Andrade (2016).

Moller et al. (2014) listam que os critérios podem ser utilizados com os seguintes métodos de avaliação: Percurso cognitivo, Avaliação Heurística, Avaliação baseada em modelos, Simulação, Avaliação em camadas, *Thinking Aloud*, Grupos Focais, Testes com Mágico-Oz e estudos de campo. No entanto, o autor não apresenta exemplos de avaliações ou adequação dos métodos para avaliação dos critérios listados. (THOMAS, ONYIMBO e LOGESWARAN, 2016)

Tabela 4 - Critérios para avaliação de ambientes inteligentes.

Usabilidade	Serviços
Consistência	Serviços de comunicação
Transparência	Serviços de segurança
Obstrução	Serviços de gerenciamento de energia
Personalização	Serviços de controle
Ausência de barreiras	Serviços de entretenimento
Adequação a múltiplos usuários	Serviços de saúde e fitness
Confiança e Segurança	Serviços inteligentes
Robustez	Serviços adaptativos
	Serviços persuasivos
	Serviços baseados em atuadores
	Dispositivos genéricos de entrada e saída
	Serviços baseados em fala

Fonte: Möller et al. (2014).

No trabalho de Thomas, Onyimbo e Logeswaran (2016), os autores discutem critérios tradicionais de usabilidade para IoT. Os critérios foram retirados de estudos

identificados na literatura como (NASSAR, 2012) e adaptados para a IoT. Os critérios adaptados por (THOMAS, ONYIMBO e LOGESWARAN, 2016) são: *flexibilidade, operabilidade, aprendizagem e compreensibilidade*. O autor espera auxiliar tanto o design como a avaliação de usabilidade de ambientes IoT. O foco da discussão se concentra no funcionamento do sistema e não aborda aspectos relacionados à satisfação do usuário e aspectos hedônicos da UX. Não apresentam também uma discussão na relação com os métodos de design e avaliação de IHC como os possíveis impactos, as adaptações necessárias aos métodos e os instrumentos de avaliação.

3.4 Avaliação da UX em ambientes Ubíquos e IoT

Sistemas ubíquos e de IoT acabam por usar dispositivos móveis para facilitar o acesso do usuário e promover um melhor engajamento no uso dos produtos interativos. Além disso, um dos recursos mais acessíveis e familiares aos usuários são os *smartphones*, que podem auxiliar no controle de um ambiente IoT (ROWLAND et al., 2015). Dessa forma, Yong (2013) propõe um *framework* conceitual para avaliação da UX em dispositivos móveis, focado principalmente nos aspectos emocionais da experiência. Apesar dos *smartphones* serem um aliado na IoT, por trazerem interações já conhecidas e comportarem uma quantidade boa de informações, nem sempre são adequados para suportarem o uso e a comunicação com um objeto inteligente (ROWLAND et al., 2015). Além disso, só a resposta emocional fornecida pelo smartphone pode não ser representativa para o ambiente IoT que o usuário está imerso. O número de coisas que o usuário pode vir a interagir é considerável, pois os serviços e funcionalidades podem ser organizados através dos diversos componentes do ambiente IoT. O *framework* é baseado no design emocional (NORMAN, 2004) e agrega aspectos identificados na literatura. O *framework* é descrito na Tabela 5.

Tabela 5 - Framework conceitual para avaliar respostas emocionais na UX.

Nível de Respostas Emocionais		
Visceral	Comportamental	Reflexivo
Atratividade intrínseca	Atratividade semântica	Atratividade simbólica
Resposta a forma	Resposta à função	Resposta ao significado
Resposta sensorial / estética	Resposta cognitiva / comportamental	Resposta pessoal / simbólica
Objetos	Agentes	Eventos
Formas visuais	Propósito e funcionalidade	Completa a necessidade de pertencer e de auto-estima
Sensorial	Interação e comportamento	Personalidade

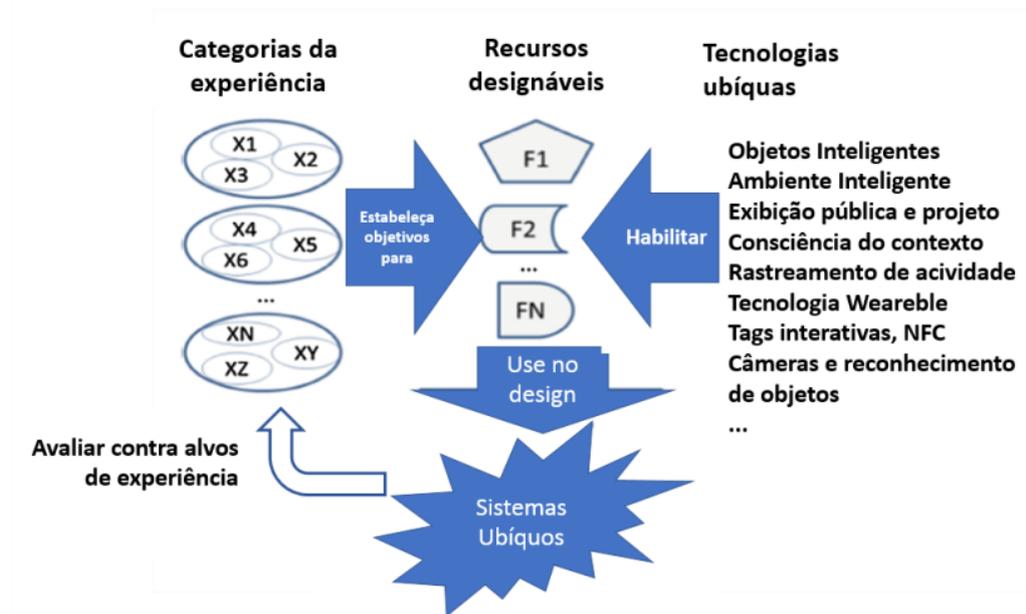
Fonte: adaptado de Yong (2013).

Segundo Norman (2004), o nível visceral está relacionado ao aspecto estético do objeto ou produto interativo. O nível comportamental está relacionado aos tipos de ações que se pode fazer com um produto, no caso dos dispositivos móveis ações ligadas a essa dimensão são funções de comunicação como ligar e enviar mensagem. Por fim, o nível reflexivo é ligado ao valor subjetivo que o usuário pode vir a agregar a um produto, como no caso de um objeto de herança, como um relógio, que faz uma pessoa lembrar do pai.

Para cada nível emocional, Yong (2013) sugere um método para avaliar ao aspecto pretendido do dispositivo móvel, seja ele visceral, comportamental ou reflexivo. Por exemplo, para avaliar o nível visceral os autores sugerem o protocolo *thinking aloud* (HAUSER, 1989), o nível comportamental, o ESM, que é um método sistemático de autorrelato que reúne resposta emocional dos participantes e como eles experimentam em tempo real (LARSON e CSIKSZENTMIHALYI, 2014) e o nível reflexivo com entrevistas e questionários.

O trabalho de Väänänen-Vainio-Mattila et. al. (2015) apresenta como resultado, além da revisão da literatura, a proposta inicial de um *framework* para avaliação de UX em sistemas ubíquos. Apesar de não tratar diretamente de IoT, esse estudo aborda domínios como casas e objetos inteligentes, ainda que não apresente conexão com a Internet e que seja no domínio da *ubicomp*. O problema na descrição do *framework* proposto pelos autores não aborda formas de como utilizá-lo e como auxiliar na avaliação de UX. A Figura 9 apresenta o *framework* e é possível perceber que se une os tipos de experiência que se deseja oferecer com as tecnologias ubíquas nas funcionalidades para utilizá-las no design do sistema IoT. Após a construção do sistema ubíquo, a avaliação deve investigar se a experiência desejada está sendo oferecida ao usuário.

Figura 9 - *Framework* para o design e avaliação da UX em sistemas ubíquos.



Fonte: adaptado de Väänänen-Vainio-Mattila, Olsson e Häkkinä, (2015).

Dentre os trabalhos que relacionam IoT e UX (PALLOT, PAWAR e SANTORO, 2013; PAPETTI et al., 2016), o trabalho de Pallot, Pawar e Santoro (2013) propõe um *framework* para o desenvolvimento de aplicações IoT e um modelo de avaliação com elementos e propriedades da UX. O trabalho executa seis estudos de caso em sistemas IoT de diversos domínios e tem o foco em avaliações executadas em *living labs*, apresentando uma metodologia de pesquisa útil para detecção, prototipagem, avaliação e refinamento de soluções complexas em contexto real de uso. O modelo apresenta uma visão holística da UX composta pelas categorias de *conhecimento, social e empresarial*. Cada categoria apresenta um conjunto de 19 elementos, que são compostos por 42 propriedades a serem avaliados. Um fragmento do modelo proposto por Pallot, Pawar e Santoro (2013) é descrito na Tabela 6.

Tabela 6 - Fragmento do Modelo Holístico da UX

Experiência	Elemento	Ref	Propriedade	Descrição
<i>Perceptivo</i>				
Capacidade de levar informações através dos sentidos.	Percepção	K2.1	Detecção de invariantes	Percepção do que não muda em diferentes situações.
<i>Emocional</i>				
Experiência psicofisiológica complexa do estado de espírito de um indivíduo e conexão emocional com os outros.	Conexão emocional	S5.2	Comportamento emocional	Demonstrar reações emocionais quando imerso em ambientes e atividades específicas.
<i>Tecnológico</i>				
O grau de conformabilidade reflete o cumprimento das expectativas e necessidades das comunidades de usuários.	Inovação (IoT)	B1.2	Automação	O nível de automação ativado por sensores e atuadores (IoT).
		B1.3	Conectividade	A sensação de conectividade fornecida pelo uso de IoT. Inteligência ambiente (IoT).

Fonte: adaptado de Pallot, Pawar e Santoro (2013).

Através da descrição dos elementos e propriedades apresentados na Tabela 6 é possível perceber como o modelo é abrangente e contempla aspectos individuais do usuário e aspectos relacionados diretamente a IoT, como a automação de serviços providos por sensores/atuadores e a conectividade. Entretanto, o estudo apresenta como limitação a questão das medidas para as propriedades selecionadas. Segundo Pallot, Pawar e Santoro (2013), quanto maior o número de elementos e propriedades a serem avaliados, maior será a quantidade de medidas a coletar e mais custosa será a avaliação de ser realizada.

Papetti et al. (2016) apresenta um protocolo para avaliação da UX em um ambiente IoT. O protocolo avalia aspectos de IoT como conectividade e compatibilidade de serviços entre as coisas. Já relacionado à UX são avaliados aspectos estéticos e facilidade de uso. O protocolo pode ser preenchido pelos usuários ao atribuir uma nota para os critérios avaliados no protocolo por meio de escala que pode chegar até nove pontos. O autor validou o instrumento através de estudos de caso com usuário utilizando métodos empíricos e validando com especialistas. No

entanto, não apresenta formas de como conduzir a avaliação, auxiliando o avaliador na aplicação do protocolo e dos métodos de avaliação.

Bergman e Johansson (2017) realizam um levantamento sobre oportunidade de pesquisa no processo de desenvolvimento da UX em sistemas IoT. Os autores identificam esses desafios por meio de uma RSL e entrevistas com membros da indústria. O estudo não resulta na proposta de um instrumento de avaliação da UX. No entanto, identifica questões a serem investigadas na experiência do usuário em ambientes IoT como as interações, aspectos de segurança e questões relacionadas à privacidade do usuário.

3.5 Discussão

É possível observar que muitos esforços estão sendo feitos pela comunidade científica sobre o design e a avaliação da experiência do usuário em ambientes IoT. É possível identificar, através das revisões da literatura apresentadas na Seção 3.2, que os instrumentos de avaliação utilizados não são profundamente discutidos nos estudos, com exceção dos estudos que utilizam como método de avaliação questionários, pois é o método cuja comunidade científica costuma descrever o instrumento com uma riqueza maior de detalhes. Os estudos normalmente utilizam questionários e escalas tradicionais conhecidas da literatura como o *USE questionnaire* (LAUGWITZ, HELD e SCHREPP, 2008).

Ao invés de propor instrumentos como questionários, heurísticas e roteiros de entrevistas, a maior parte dos estudos tem proposto *frameworks* conceituais e modelos para auxiliar na avaliação da UX no ambiente IoT. Alguns desses esforços não compreendem ambos os aspectos do modelo hedônico-pragmático, pois se concentram em avaliar a usabilidade dos ambientes IoT, que se relaciona diretamente com a qualidade pragmática da UX (HASSENZAHN et al., 2000; HASSENZAHN e TRACTINSKY, 2006). Entretanto, os esforços da literatura tem apresentado trabalhos como o Pallot, Pawar e Santoro (2013) e Papetti et al. (2016). Tais trabalhos convergem com os achados das revisões da literatura (BERGMAN e JOHANSSON, 2017; FURTADO et al., 2017; MAIA e FURTADO, 2014), que se concentram em achar formas de medir a UX, seja pela captura de medidas psicofisiológicas (FURTADO et al., 2017) por meio de sensores ou através de medidas para avaliar aspectos da UX (PALLOT, PAWAR e SANTORO, 2013) como aspectos da percepção, sociais e de satisfação do usuário. Tais esforços são necessários para se obter uma visão mais completa da UX. No entanto, como utilizar essas medidas, com quais métodos de avaliação e como organizar a avaliação tem sido aspectos não cobertos com tanto afincamento pelos estudos identificados na literatura e precisam ser

tratados para obtenção mais rica dos aspectos relacionados à IoT e à UX. Isso são aspectos que procuramos auxiliar com esta dissertação, ajudando o avaliador a lidar melhor com a condução da observação do usuário final.

Dessa forma, a Tabela 7 resume os trabalhos relacionados a esta dissertação observando através os seguintes critérios: qualidade pragmática, qualidade hedônica, diretrizes para a condução dos métodos de avaliação, o instrumento de avaliação proposto e para que tipo de sistema o instrumento se direciona. Os critérios de comparação dos trabalhos foram elaborados a partir da compreensão dos conceitos de IoT e UX, apresentados no Capítulo 2 e dos desafios relacionados a complexidade de conduzir avaliações de em ambientes IoT, discutido na Seção 1.2.

É possível observar a partir dos critérios dos trabalhos, que nenhum instrumento de avaliação proposto consegue orientar bem o avaliador quanto a UX e a IoT, provendo uma forma de melhor conduzir a avaliação da experiência do usuário em ambientes IoT.

Tabela 7 - Resumo comparativo dos trabalhos relacionados

Estudos	Qualidade Pragmática	Qualidade Hedônica	Diretrizes para condução da avaliação	Instrumento de avaliação	Sistema
(PROPP; BUCHHOLZ; FORBRIG, 2008)	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>	Modelo de tarefas	Casas Inteligentes pela visão da computação ubíqua
(YONG, 2013)	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	Framework conceitual	Dispositivos móveis
(PALLOT; PAWAR; SANTORO, 2013)	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	Modelo de avaliação da UX	Internet das Coisas
(MÖLLER et al., 2014)	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	Framework conceitual	Casas Inteligentes
(VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA; OLSSON; HÄKKILÄ, 2015)	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	Framework conceitual	Ubíquos
(PAPETTI et al., 2016)	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	Protocolo para avaliação	Internet das Coisas
(THOMAS; ONYIMBO; LOGESWARAN, 2016)	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>	Modelo para avaliação	Internet das Coisas
(SIEWERDT; CARVALHO; ANDRADE, 2016)	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Sim</i>	Recomendações	Ubíquos
(BERGMAN; JOHANSSON, 2017)	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	Não apresenta	Internet das Coisas

Fonte: elaborado pelo autor.

3.6 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a descrição dos trabalhos relacionados a esta dissertação. Os trabalhos foram identificados por meio de duas estratégias de busca e resultou na identificação de 9 estudos. As estratégias resultaram em trabalhos organizados em três grupos de tema gerais: revisões da literatura, avaliação de usabilidade de sistemas ubíquos e IoT e avaliação da UX em ambientes ubíquos e IoT.

A maioria dos trabalhos apresenta a proposta de *frameworks* conceituais e modelos para avaliação da UX em um ambiente IoT. Esses instrumentos normalmente apresentam a proposta de avaliar a UX por meio da seleção de aspectos específicos da UX e IoT. Os aspectos selecionados são normalmente avaliados por meio de medidas. No entanto, um dos pontos a ser mais bem aprofundado nesses trabalhos é seu relacionamento com os métodos de avaliação, a condução da avaliação e como avaliar os aspectos selecionados.

Após a comparação com os critérios avaliados, é possível perceber que os instrumentos propostos apresentam dificuldade de auxiliar o avaliador na condução da avaliação e em como observar os aspectos a serem avaliados.

4 AVALIAÇÃO DA UX NO CENÁRIO DE IOT

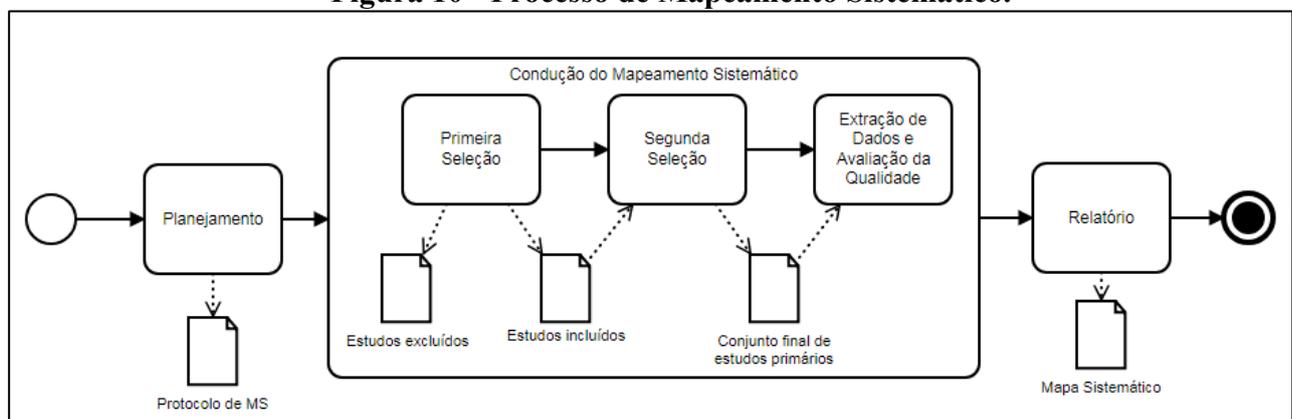
Este capítulo apresenta a revisão da literatura realizada nesta dissertação com o objetivo de identificar como a avaliação da UX em um ambiente IoT tem sido realizada pela comunidade científica. Assim, na Seção 4.1, é descrita a metodologia utilizada, a descrição do planejamento e da execução da revisão. A Seção 4.2 apresenta os resultados, na Seção 4.3 a discussão dos resultados. Por fim, na Seção 4.4 salientamos os principais pontos discutidos neste capítulo.

4.1 Metodologia

A revisão sistemática da literatura é uma metodologia que tem como objetivo principal prover uma visão geral de uma área de pesquisa, indicando a quantidade de trabalhos e descrevendo os resultados em forma de um mapa sistemático (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007; PETERSEN et al., 2008). A revisão sistemática é um estudo secundário, que compila resultados de estudos empíricos – primários – para investigação de uma questão ou área de pesquisa específica, como ocorre em estudos de caso e experimentos controlados, por exemplo. Já o Mapeamento Sistemático (MS) é um tipo de revisão sistemática que foca na identificação, avaliação e interpretação de todas as pesquisas disponíveis relevantes para uma determinada questão de pesquisa, área de tópico, ou fenômeno de interesse (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007).

A Figura 10 descreve as três etapas do mapeamento sistemático, assim como as tarefas e saídas de cada tarefa do mapeamento.

Figura 10 - Processo de Mapeamento Sistemático.



Fonte: elaborada pelo autor.

4.1.1 Planejamento

O protocolo de pesquisa é o principal produto gerado na fase do planejamento. É no protocolo que fica registrado todo o processo de revisão a ser seguido com o registro dos objetivos, das questões de pesquisa, das bases de trabalhos a serem utilizadas e dos critérios de inclusão e exclusão.

Com o objetivo de *identificar recursos para dar suporte à avaliação de UX em ambientes IoT*, este trabalho tomou como base a metodologia de MS (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007; PETERSEN et al., 2008). Não foi realizado um MS, pois o objetivo não era obter uma visão exaustiva do tema. O foco da revisão está em compreender o comportamento da comunidade científica ao avaliar a UX em ambientes IoT.

Assim, o protocolo de pesquisa foi elaborado com o objetivo de identificar métodos de avaliação, características de UX e IoT e instrumentos de avaliação. Tendo como ponto de partida as seguintes questões de pesquisa:

- i) *Quais métodos de avaliação de UX são mais utilizados ao avaliar sistemas IoT?*
- ii) *Quais características de UX e IoT são avaliadas nesses estudos?*
- iii) *Quais instrumentos de avaliação têm sido utilizados na avaliação?*

A biblioteca digital selecionada foi a *Scopus Digital Library*⁴ por ser uma base que indexa os trabalhos de várias conferências e periódicos relevantes na área como o periódico *Human Computer Interacion e Computer Human Behavior*. Além disso, ela é uma metabase (OLIVEIRA et al., 2017), que indexa trabalhos de outras bases como *ACM Digital Library e IEEE Xplore Digital Library*, atendendo ao propósito da revisão de coletar evidências não exaustivas sobre o fato investigado.

Para responder às questões da revisão foram testadas 20 variações de *strings de busca* com sinônimos relacionados à IoT e UX, como *cyber-physical systems e easy of use*. A Figura 11 descreve a versão final da *string* de busca utilizada na revisão da literatura.

Figura 11- String de busca utilizada na revisão da literatura.

TITLE-ABS-KEY ((evaluation OR assessment) AND ("user experience" OR usability)) AND ("Internet of thing*" OR "smart home*" OR "smart building*" OR "smart environment*")

Fonte: elaborada pelo autor.

⁴<https://www.scopus.com/>

Entre os termos de busca foi considerado o termo usabilidade, por ser um aspecto de grande influência na UX, principalmente sua influência no aspecto na UX e no aspecto pragmático da experiência (HASSENZAHL, 2007; CRUZ, COLLAZOS e GRANOLLERS, 2015). Dessa maneira, estudos poderiam avaliar usabilidade e outro aspecto da UX sem o uso explícita do termo *user experience*.

Para auxiliar na seleção dos trabalhos foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão, conforme os objetivos da revisão. Os critérios de seleção são descritos na Tabela 8.

Tabela 8 - Critérios de inclusão e exclusão utilizados nos filtros

Inclusão	Exclusão
1. O estudo realiza uma avaliação na perspectiva do usuário (usabilidade e/ou experiência do usuário).	1. O estudo NÃO realiza uma avaliação e NÃO propõe um modelo de avaliação de um sistema inteligente.
2. O estudo realiza uma avaliação sobre as perspectivas dos especialistas de IHC.	2. O estudo não realiza a avaliação na perspectiva do usuário.
3. O estudo utiliza um sistema IoT	3. O estudo utiliza o termo experiência do usuário sob outra perspectiva que não a de IHC.
4. O estudo não realiza uma avaliação, mas propõe um modelo de avaliação.	4. O estudo não trata de um sistema IoT.
	5. O estudo é um capítulo de livro.
	6. O estudo é uma revisão sistemática.
	7. O estudo trata de uma tecnologia relacionada à IoT (<i>frameworks, middlewares</i> etc) e não um sistema IoT.
	8. O estudo é um artigo curto.

Fonte: elaborada pelo autor.

Para auxiliar o processo de extração dos artigos a serem selecionados na revisão, um formulário composto por 18 questões foi elaborado. Os tópicos explorados no questionário eram relacionados às questões que guiaram a revisão da literatura e incluíram também a descrição dos sistemas IoT, quantidade de usuários utilizados e as limitações que os autores indicavam nos estudos.

A Tabela 9 apresenta um fragmento do questionário de extração⁵ com as questões chaves para cada questão de pesquisa e a opção de respostas de cada uma.

⁵O questionário de extração está disponível em: <https://goo.gl/uHFkks>

Tabela 9 - Fragmento do questionário de extração.

Questão	Opções de resposta da questão
Descreva de forma sucinta o(s) sistema(s) IoT presentes no estudo.	Questão aberta.
Qual o domínio dos sistemas avaliados? (Marque só uma opção de resposta.)	<input type="checkbox"/> Agricultura <input type="checkbox"/> Educação <input type="checkbox"/> Entretenimento <input type="checkbox"/> Gerenciamento de ambientes IoT <input type="checkbox"/> Indústria <input type="checkbox"/> Saúde <input type="checkbox"/> Transportes
Qual a fase do desenvolvimento que o sistema estava quando avaliado? (Marque só uma opção de resposta.)	<input type="checkbox"/> Protótipo/ Fase de teste <input type="checkbox"/> Produto Final <input type="checkbox"/> Não especificado
Quais os aspectos do sistema IoT foram avaliados? (Marque só uma opção de resposta.)	<input type="checkbox"/> <i>Thing – thing e Human-Thing</i> <input type="checkbox"/> Só <i>Thing – thing</i> foi avaliada. <input type="checkbox"/> Só <i>Human – thing</i> foi avaliada
Quais os tipos de métodos utilizados? (Marque só uma opção de resposta)	<input type="checkbox"/> Analítico <input type="checkbox"/> Empírico <input type="checkbox"/> Analítico e Empírico
Quais aspectos da <i>thing-thing interaction</i> foram avaliadas? (Marque quantas opções forem necessárias.)	<input type="checkbox"/> Adaptabilidade <input type="checkbox"/> Confiabilidade <input type="checkbox"/> Consumo de Energia <input type="checkbox"/> Dificuldade de Instalação <input type="checkbox"/> Interoperabilidade <input type="checkbox"/> Invisibilidade <input type="checkbox"/> Programabilidade <input type="checkbox"/> Responsividade <input type="checkbox"/> Robustez <input type="checkbox"/> Segurança <input type="checkbox"/> Sensibilidade ao contexto <input type="checkbox"/> Sincronia
Quais aspectos da UX foram considerados na avaliação? (Marque quantas opções forem necessárias.)	<input type="checkbox"/> <i>Attractive (Design)</i> <input type="checkbox"/> <i>Cause engagement</i> <input type="checkbox"/> <i>Controlled by the user</i> <input type="checkbox"/> <i>Credible</i> <input type="checkbox"/> <i>Desirable</i> <input type="checkbox"/> <i>"satisfies the user"</i> <input type="checkbox"/> <i>Usable</i> <input type="checkbox"/> <i>Useful</i> <input type="checkbox"/> <i>Valuable</i>

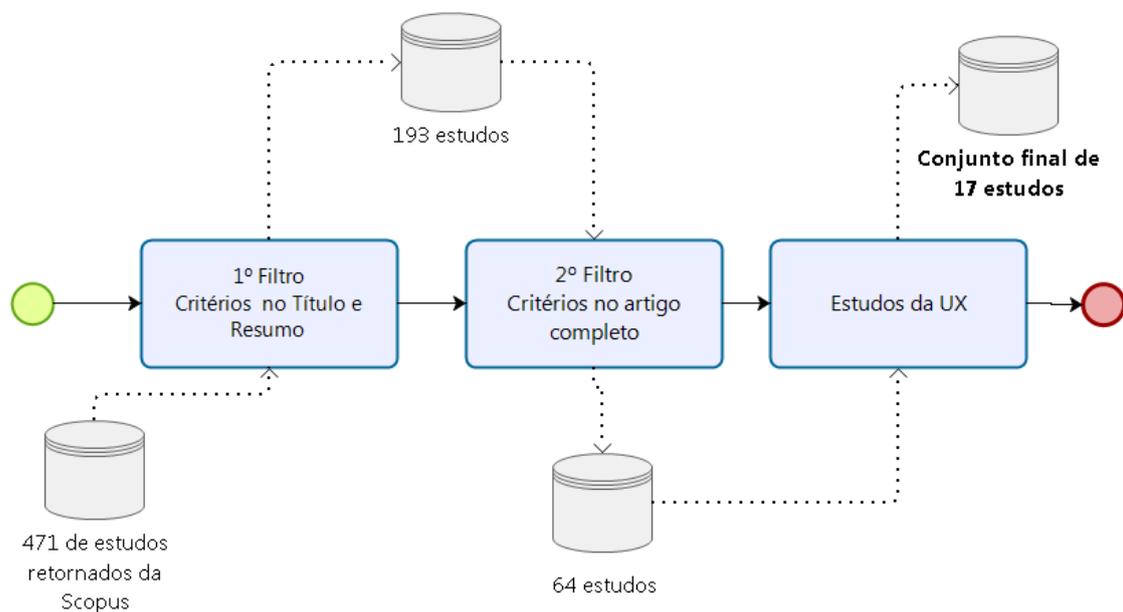
Fonte: elaborada pelo autor.

O protocolo de pesquisa foi revisado por dois pesquisadores. O primeiro possui experiência em IoT e o segundo é experiente na área de IHC com enfoque em avaliação. Ambos os pesquisadores possuíam experiência em revisões sistemáticas da literatura, tendo participado de, pelo menos, duas revisões sistemáticas.

4.1.2 Execução

A *string* de busca foi submetida à base selecionada e retornou, inicialmente, um conjunto de 471 artigos. Esse conjunto de artigos foi submetido ao processo de filtragem. O primeiro filtro resultou em 193 trabalhos. Após o processo de filtragem foram identificados 64 trabalhos que apresentavam algum tipo de avaliação sob a perspectiva do usuário de uma aplicação IoT. Desse conjunto, 17 estudos avaliavam a UX em um ambiente IoT. O processo de filtragem é descrito na Figura 12.

Figura 12 - Processo de filtragem da revisão da literatura



Fonte: elaborada pelo autor.

Na Tabela 10 são descritos os critérios de exclusão e a porcentagem de artigos que foram rejeitados nos dois filtros da revisão. O critério “estudo não apresenta um sistema IoT” foi o critério que mais excluiu estudos (50%). Isso ocorreu devido ao fato de serem estudos que tratavam de aspectos puramente relacionados a aspectos de IHC como a interação (SHARP et al., 2013; STEVENSON e RIJAL, 2010) ou a UX (SPILIOTIS et al., 2016). Além disso, muitos sistemas apresentados em estudos pareciam ser relacionados à IoT, mas lendo com mais detalhes não se encaixavam com a arquitetura ou os elementos de IoT (PAREDES et al., 2016), como a conexão com a Internet. Os estudos deviam apresentar um funcionamento como descrito na Seção 2.1.3 para ser considerado de IoT.

Estudo que tratavam de alguma tecnologia para IoT (CAVIGLIONE, COCCOLI e GROSSO, 2011; LIANG et al., 2012) e não apresentavam um sistema IoT associado excluíram 20% dos estudos. Esses estudos apresentavam também avaliações das tecnologias propostas e

não da UX em um ambiente IoT. Revisões ou mapeamentos sistemáticos não foram considerados, pois o foco da revisão da literatura era a identificação de estudos primários conforme orientado por Kitchham e Chaters (2007).

Tabela 10- Percentual de cada critério de exclusão

Critério de Exclusão	Percentual
O estudo não trata de um sistema IoT.	50%
O estudo trata de uma tecnologia relacionada a IoT (<i>frameworks</i> , <i>middlewares</i> , etc.) e não um sistema.	20%
O estudo não realiza a avaliação na perspectiva do usuário.	14%
O estudo NÃO realiza uma avaliação e NÃO propõe um modelo de avaliação de um sistema inteligente.	6%
O estudo é uma revisão sistemática.	4%
O estudo é um artigo curto.	4%
O estudo utiliza o termo experiência do usuário sob outra perspectiva que não a de IHC.	3%
O estudo é um capítulo de livro.	3%

Fonte: elaborada pelo autor.

4.2 Resultados

Ao procurar por avaliações de UX no cenário IoT, foi buscado identificar avaliações que consideravam avaliar ambiente IoT, segundo critérios de usabilidade e UX. Foi realizada uma análise desse grupo de trabalhos, para se obter uma visão geral de como as avaliações de IHC, especificamente de usabilidade e UX, vem sendo conduzidas na literatura. Dessa forma, é apresentada essa uma visão geral na Seção 4.2.1 com os 64 estudos que realizam essa avaliação. Como esta dissertação o foco é em UX, as questões de pesquisa foram respondidas considerando só os 17 trabalhos que avaliaram a UX em um ambiente IoT.

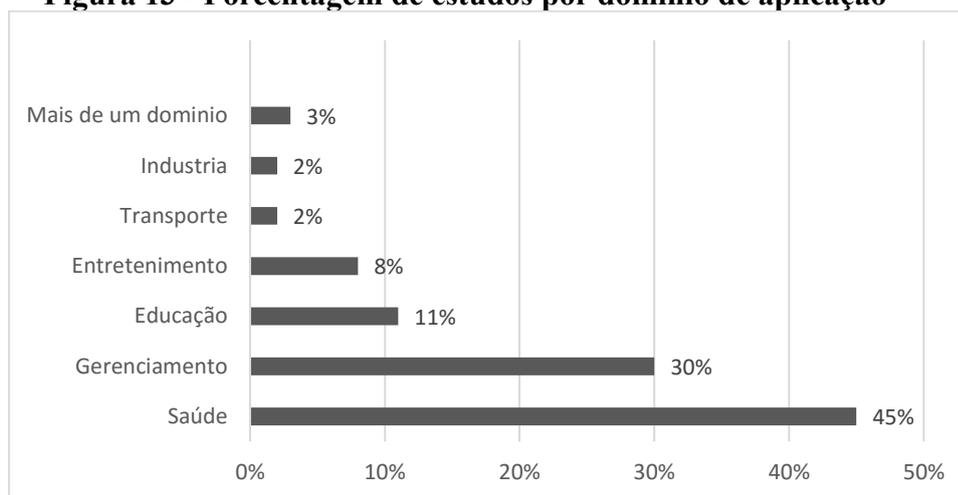
4.2.1 Visão geral dos resultados

Dentre os 64 estudos identificados, 31% dos trabalhos apresentaram avaliação formativa e 69% avaliação somativa. Assim, é possível perceber que as avaliações reportadas ocorreram normalmente em um estágio de desenvolvimento avançado da aplicação IoT, quando o custo de reparos e melhorias tende a ser maior. A lista dos 64 estudos identificados na revisão está disponível no Apêndice D.

As avaliações tinham como principal objetivo validar ou verificar a aceitação da proposta de aplicações IoT para determinado domínio e público. Quanto ao domínio, como apresentado na Figura 13, a área de saúde (por exemplo, BEATTIE et al., 2015; CAI et al., 2015) apresentou o maior número de aplicações (45%), enquanto 30% eram relacionadas ao gerenciamento e controle de ambientes como casas e prédios inteligentes (como em KRIESTEN

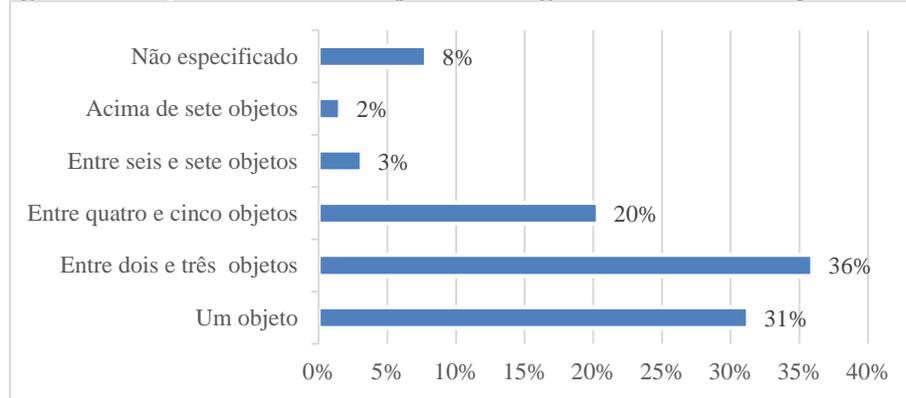
et al., 2010; STRASSER et al., 2012). Aplicações educacionais constituíram 11% das avaliações (KÜHNEL et al., 2010; MIGLINO et al., 2015), enquanto 8% eram soluções direcionadas a entretenimento, o valor de 2% era voltado a transportes (como é o caso de NICULESCU, WADHWA e QUEK, 2016) e o valor de 3% mais de um domínio (por exemplo, BUCHHOLZ e PROPP, 2008; PAPETTI et al., 2016).

Figura 13 - Porcentagem de estudos por domínio de aplicação



Fonte: elaborada pelo autor.

A Figura 14 descreve a quantidade de objetos inteligentes ou “coisas” presentes nos estudos retornados da revisão. A maioria dos sistemas IoT (36%) apresentavam de dois a três objetos inteligentes (que é o caso de CARRINO et al., 2011; HARJUMAA et al., 2014a; HEIDRICH et al., 2011), seguidos de 31%, que apresentavam apenas uma “coisa” como um objeto inteligente (por exemplo, BACCHETTI, 2016; NAZARI SHIREHJINI e SEMSAR, 2017). Aproximadamente 20% dos sistemas IoT apresentavam de quatro a cinco objetos inteligentes (como FERNÁNDEZ et al., 2012; KYMÄLÄINEN et al., 2017a) e 8% não especificaram a quantidade de “coisas” (tais quais BUCHHOLZ e PROPP, 2008; CALLAWAY et al., 2016), pois trabalhavam mais com sensores e serviços prestados por meio deles (por exemplo, FRANSSILA, 2010). Pelos resultados apresentados anteriormente, observa-se uma oportunidade de pesquisa em conduzir estudos com ambientes IoT com uma quantidade considerável de objetos inteligentes.

Figura 14 - Quantidade de objetos inteligentes ou “coisas” por estudo

Fonte: elaborada pelo autor.

A Tabela 11 apresenta as características de IoT consideradas nas avaliações reportadas. As características mais recorrentes foram *programabilidade* e *sensibilidade ao contexto*. Dezoito trabalhos não consideraram nenhuma característica específica de IoT nas suas avaliações, mas trabalharam com a IoT como um conceito abrangente, sem se deter sobre um aspecto específico.

Tabela 11- Características de IoT identificadas nos 64 estudos.

Características	Quantidade	Exemplos
Programabilidade	35	(HEIDRICH et al., 2011; VAZIRI et al., 2016)
Sensibilidade ao contexto	21	(STRASSER et al., 2012; WANG et al., 2010)
Adaptabilidade	13	(CAI et al., 2015; HARJUMAA et al., 2014a)
Sincronia	12	(KAILA et al., 2012; HERRMANNY et al., 2015a)
Confiabilidade	8	(PAPETTI et al., 2016)
Interoperabilidade	5	(PAPETTI et al., 2016)
Responsividade	5	(CARRINO et al., 2011)
Segurança	6	(CAI et al., 2015; HERRMANNY et al., 2015a)
Robustez	4	(CARRINO et al., 2011)
Invisibilidade	4	(KAILA et al., 2012)
Dificuldade de instalação	3	; PAPETTI et al., 2016)

Fonte: elaborada pelo autor.

Em relação aos métodos de avaliação apresentados na Tabela 12, os resultados mostraram que 88% dos estudos utilizaram métodos empíricos como questionário, entrevista e observação. Quanto aos métodos analíticos (12%), foi observada a presença de métodos de

avaliação tradicionais de IHC como avaliação heurística e percurso cognitivo. Não foi identificado um número padrão de usuários utilizados nos estudos, pois a quantidade variava de acordo com os recursos disponíveis para cada trabalho. No entanto, a quantidade de participantes variou entre cinco (que foi o caso de PAPETTI et al., 2016) até mais de 50 usuários (como descrito por EJUPI et al., 2016). Nenhum artigo reportou a avaliação com mais de um usuário simultaneamente utilizando uma aplicação IoT. As avaliações eram conduzidas com um usuário por vez, no contexto de uso real, e de forma que as aplicações IoT poderiam lidar com mais de um usuário interagindo com elas simultaneamente (CAI et al., 2015;; KAILA et al., 2012).

Tabela 12 - Métodos de avaliação identificados nos 64 estudos

Métodos	Quantidade	Exemplos
Observação	47	(HEIDRICH et al., 2011)(STRASSER et al., 2012)
Questionário	39	(KÜHNEL et al., 2010b)(KYMÄLÄINEN et al., 2017b)
Entrevista	20	(KAILA et al., 2012)(HARJUMAA et al., 2014a)
Pensando alto (<i>Thinking aloud</i>)	5	(BONACCORSI et al., 2017)(KYMÄLÄINEN et al., 2012)
Avaliação Heurística	4	(GARCÍA-VÁZQUEZ et al., 2011; XIAO, YAN e EMERY, 2013)
Teste de Usabilidade	4	(NAZARI SHIREHJINI e SEMSAR, 2017)
Etnografia	4	(KOSKELA e VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, 2004; BONACCORSI et al., 2017)
Diário	2	(SCHROETER et al., 2013)
Mágico de Oz	2	(EHRENBRINK et al., 2016)
Modelo de Tarefas	2	(PROPP, BUCHHOLZ e FORBRIG, 2008)
Classificação de cartões	1	(BACCETTI, 2016)
Percurso Cognitivo	1	(XIAO, YAN e EMERY, 2013)

Fonte: elaborada pelo autor.

Nas próximas seções, serão respondidas as três questões de pesquisa da revisão da literatura considerando só os 17 artigos que avaliaram a UX no cenário IoT.

4.2.2 Quais métodos de avaliação de UX são mais utilizados ao avaliar sistemas IoT?

Os 17 estudos que avaliaram a UX em um ambiente IoT foram Brajnik e Giachin, (2014), Callaway et al. (2016), Cai et al. (2015), Carabalona et al. (2012), Schroeter et al. (2013), Ejupi et al. (2016), Harjumaa et al. (2014), Heidrich et al. (2011), Herrmann et al. (2015), Huang, Wu e Liu (2013), Kaila et al. (2012), Kymäläinen et al. (2017), Papetti et al. (2016), Strasser et al., (2012), Kühnel et al., (2010), Vaziri et al. (2016) e Wang et al. (2010).

Dentre estes, 94% utilizaram métodos empíricos, apenas um estudo propôs uma abordagem de avaliação que utilizava combinação de métodos empíricos e analíticos (PAPETTI et al., 2016), mas nenhum estudo utilizou métodos analíticos para avaliar a UX. Dos tipos de

métodos de avaliação utilizados, 82% realizam observação do usuário (CAI et al., 2015; HUANG, WU e LIU, 2013; HEIDRICH et al., 2011; STRASSER et al., 2012), 60% utilizam entrevista (HERRMANNY et al., 2015; KAILA et al., 2012; HARJUMAA et al., 2014), 60% questionário (CALLAWAY et al., 2016; KÜHNEL et al., 2010b; KYMÄLÄINEN et al., 2017b) e 6% diário (SCHROETER et al., 2013). Aproximadamente 82% dos estudos aplicou mais de um método de avaliação para capturar evidências satisfatórias sobre a UX das aplicações IoT avaliadas (HEIDRICH et al., 2011; VAZIRI et al., 2016).

Outra questão identificada nas avaliações é que normalmente se avalia uma aplicação IoT isoladamente, porém, no contexto real de uso, o usuário pode interagir com várias aplicações ao mesmo tempo. O ambiente com diversas aplicações IoT pode apresentar diferenças na experiência do usuário (CAI et al., 2015; HEIDRICH et al., 2011), pois a percepção e a interação do usuário tende a ser diferente do ambiente controlado onde ocorre a avaliação.

Apenas 47% dos estudos listaram as limitações relacionadas à avaliação da UX em um ambiente IoT (Tabela 13), enquanto 53% não descreveram as limitações. Dentre as limitações relatadas pelos autores, destaca-se a dificuldade de reproduzir as situações contextuais próximas ao ambiente real de uso do usuário (HEIDRICH et al., 2011; STRASSER et al., 2012). Não foram identificadas propostas de novos métodos de avaliação – ou adaptação de métodos tradicionais - para avaliar a UX de sistemas IoT, já que a maioria dos estudos optou por realizar adaptações nas atividades do usuário de acordo com os objetivos da avaliação.

Tabela 13 - Limitações da avaliação da UX no ambiente IoT

Limitações das avaliações

1. Os estudos não observaram ou discutiram o impacto da diferença de sexo dos participantes no uso e preferências dos usuários na interação com o ambiente IoT.
2. Os usuários avaliavam normalmente a experiência do primeiro uso (contato) em ambientes IoT. Os estudos não tinham dados ou discussões quanto à UX do uso prolongado de um ambiente IoT e se os problemas, necessidades e preferências do usuário eram diferentes dos identificados inicialmente na avaliação.
3. Os estudos avaliavam a UX de um objeto inteligente isolado. Dessa forma, os estudos não discutem adequadamente as possíveis mudanças na experiência com o objeto avaliado em um ambiente com mais objetos inteligentes e sensores influenciando a experiência do usuário.
4. A maior parte das avaliações aconteceu em ambientes controlados. É necessário verificar a UX e a correspondência dos resultados alcançados em ambientes não controlados de uso.
5. O escopo e os aspectos de UX considerados nas avaliações não eram descritos com clareza, mas apenas citados no texto dos estudos primários. Consequentemente, os resultados e as discussões sobre a UX eram superficiais.
6. O tamanho da amostra de usuários que avaliavam o ambiente IoT nos estudos normalmente era pequena não possuindo representatividade estatística.

Fonte: elaborada pelo autor.

4.2.3 Quais características de UX e IoT são avaliadas nesses estudos?

A Tabela 14 apresenta as características de UX avaliadas nos estudos identificados na revisão da literatura conduzida nesta dissertação.

Tabela 14 - Características de UX avaliadas em ambientes IoT

Características de UX	Quantidade	Exemplos
<i>Controlled by the user</i>	15	(KÜHNEL et al., 2010; PAPETTI et al., 2016)
<i>“Satisfy the user”</i>	15	(SCHROETER et al., 2013; KYMÄLÄINEN et al., 2017)
<i>Usable</i>	15	(EJUPI et al., 2016; HERRMANNY et al., 2015)
<i>Useful</i>	14	(CARABALONA et al., 2012; WANG et al., 2010)
<i>Attractive (Design)</i>	7	(HUANG; WU e LIU, 2013; VAZIRI et al., 2016)
<i>Cause engagement</i>	3	(BRAJNIK e GIACHIN, 2014; KAILA et al., 2012)
<i>Credible</i>	3	(BRAJNIK e GIACHIN, 2014; CALLAWAY et al., 2016)
<i>Desirable</i>	3	(HARJUMAA et al., 2014; HUANG; WU; LIU, 2013)
<i>Valuable</i>	2	(CAI et al., 2015; STRASSER et al., 2012)

Fonte: elaborada pelo autor.

Os “termos” de cada característica de UX não foram traduzidos para preservar o sentido original utilizado por Morville (2004). No entanto, é possível observar que as características mais recorrentes estão relacionadas ao nível de controle e satisfação que o usuário tem sobre as aplicações IoT avaliadas. Isso foi influenciado devido a maioria das aplicações IoT serem propostas de solução voltadas à área da saúde. Dessa forma, o intuito das avaliações de UX no cenário IoT era principalmente analisar o quão aceitável e válido eram as soluções para os usuários. Assim, a pesquisa de aspectos mais subjetivos e pessoais dos usuários como atratividade e engajamento não receberam tanta importância nos 17 estudos identificados na revisão.

Na Tabela 15 e Tabela 16 são descritos aspectos de UX que surgiram durante a análise dos trabalhos no processo de interpretação dos dados. Tais aspectos auxiliam o avaliador a observar o comportamento do usuário no decorrer das avaliações.

Tabela 15 - Aspectos da UX avaliados pelos estudos

Aspectos de UX	Quantidade	Exemplos
Satisfação de forma geral	7	(SCHROETER et al., 2013; PAPETTI et al., 2016)
Quão significativa foi a experiência	6	(CAI et al., 2015; PAPETTI et al., 2016)
Percepção do usuário	5	(STRASSER et al., 2012; EJUPI et al., 2016)
Emoções	4	(HUANG; WU e LIU, 2013; VAZIRI et al., 2016)
Expectativas do usuário	3	(BRAJNIK e GIACHIN, 2014; HARJUMAA et al., 2014)
Aspectos Hedônicos	2	(HEIDRICH et al., 2011; KÜHNEL et al., 2010)

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 16 - Continuação dos aspectos da UX avaliados pelos estudos

Aspectos de UX	Quantidade	Exemplos
Divertimento	2	(BRAJNIK; GIACHIN, 2014; CALLAWAY et al., 2016)
Estética	2	(KAILA et al., 2012; PAPETTI et al., 2016)
Fator Social	2	(WANG et al., 2010; CALLAWAY et al., 2016)
Confiança	1	(KYMÄLÄINEN et al., 2017)
Humor	1	(CARABALONA et al., 2012)
Intenções dos usuários	1	(HERRMANNY et al., 2015)
Necessidades dos usuários	1	(CARABALONA et al., 2012)

Fonte: elaborada pelo autor.

Os aspectos complementam as características apresentadas nas Tabelas 15 e 16 auxiliam os avaliadores a compreenderem o panorama da experiência do usuário na interação com uma aplicação IoT. Verifica-se que o foco das avaliações é observar se há percepção e o quão significativa foi a experiência durante a interação no ambiente IoT. Estudos apontaram o monitoramento de sinais psicofisiológicos do usuário para auxiliar na análise de tais aspectos, porém observam o quão intrusivo e incômodo esse procedimento pode ser (BRAJNIK e GIACHIN, 2014), possivelmente impactando na experiência do usuário.

As características de IoT avaliadas nos estudos são apresentadas na Tabela 11. No contexto de avaliação de UX, as características de IoT com maior recorrência continuam sendo *programabilidade* (65%) (HUANG, WU e LIU, 2013; HEIDRICH et al., 2011; VAZIRI et al., 2016) e *sensibilidade ao contexto* (29%) (STRASSER et al., 2012; WANG et al., 2010; PAPETTI et al., 2016). Tais características receberam maior recorrência por apresentarem relação com o correto funcionamento das aplicações IoT. Dessa forma, é observada a proximidade das características para as necessidades e as preferências dos usuários serem atendidas. As características de IoT que não foram avaliadas na análise da experiência do usuário foram *robustez*, *consumo de energia* e *responsividade*.

Uma questão identificada, que precisa ser considerada nas avaliações das características de IoT e UX, é com relação aos tipos de interação *thing-thing* e *human-thing* (ANDRADE et al., 2017; ROWLAND et al., 2015). Das avaliações de experiência do usuário, 65% avaliaram só interação *human-thing*, enquanto 35% avaliaram conjuntamente a interação *thing-thing* e *human-thing*. Dessa maneira, os estudos que consideraram as características de IoT e UX, monitorando as interações *human-thing* e *thing-thing* apresentaram avaliações não centradas somente na interface das aplicações, mas nos serviços disponíveis no ambiente IoT e na UX que estava sendo vivenciada pelos usuários.

Dessa forma, através da descrição do processo de avaliação dos estudos foi possível observar que é necessário dedicar um tempo para que o usuário possa compreender a interação,

que pode estar distribuída pelo ambiente IoT. Assim, é necessário que o sistema satisfaça certo nível de uso para que os aspectos hedônicos (prazer e diversão, por exemplo) possam ser percebidos pelos usuários. Tal comportamento é comum na interação de aplicações de outros campos do conhecimento. Porém, ao avaliar a UX de um sistema IoT isso se torna mais evidente e sensível para o usuário final.

4.2.4 Quais instrumentos de avaliação têm sido utilizados na avaliação?

Dos 17 estudos identificados de UX, 82% descreveram os instrumentos de avaliação utilizados para auxiliar na análise das aplicações IoT. Desses estudos, 53% utilizaram instrumentos de avaliação disponíveis na literatura, enquanto 48% criou os próprios instrumentos de acordo com os objetivos da avaliação. A Tabela 17 descreve todos os tipos de instrumentos de avaliação descritos nas avaliações.

Tabela 17- Instrumentos de Avaliação de UX utilizados no cenário IoT.

Instrumento de avaliação	Quantidade	Exemplos
Questionário disponível na literatura	10	(CARABALONA et al., 2012; KÜHNEL et al., 2010)
Questionário elaborado pelos autores	4	(HEIDRICH et al., 2011; WANG et al., 2010)
Roteiro de entrevista	2	(CAI et al., 2015; EJUPI et al., 2016)
Adaptação de questionário proposto na literatura	1	(SCHROETER et al., 2013)
Formulário de observação proposto na literatura	1	(CALLAWAY et al., 2016)
Framework conceitual de IHC	1	(SCHROETER et al., 2013)
Protocolo para avaliação de UX	1	(PAPETTI et al., 2016)

Fonte: elaborada pelo autor.

Dentre os questionários da literatura utilizados pelos estudos estão o *Attrakdiff* (HASSENZAHN; BURMESTER e KOLLER, 2003) e o *Use questionnaire* (LUND, 2001). Dessa forma, os instrumentos identificados são limitados quanto ao tipo de características de IoT e UX avaliados. Foi observado que a maioria dos instrumentos propostos é genérica e não consegue observar aspectos de UX, primordiais no contexto de soluções IoT. É preciso que esse relacionamento seja feito em benefício da experiência do usuário. Apenas o instrumento presente na avaliação conduzida por Pappetti et al. (2016) considerava as características de UX e IoT.

4.3 Discussão

Através dos resultados da revisão da literatura foi possível observar os diversos domínios que a IoT tem trabalhado nos últimos anos. Os sistemas IoT relacionados ao domínio da saúde tem crescido e apresentado soluções em diversos temas relacionados à saúde como detecção de quedas (DE ARAÚJO et al., 2018; EJUPI et al., 2016), assistência hospitalar (CAI et al., 2015) e reabilitação (CARABALONA et al., 2012). Esses ambientes IoT não apresentam uma grande quantidade de “coisas” em suas soluções e na maioria dos casos são avaliados sozinhos. As avaliações sob a perspectiva do usuário não consideravam o efeito que sofreria ao ser postas em um ambiente com outras aplicações de IoT, que trabalhando em conjunto, podem oferecer uma experiência diferente da esperada quando interage de forma isolada com o usuário.

Muitas das avaliações realizadas com o usuário, por sua vez, estavam mais preocupadas em observar a aceitabilidade e utilidade da solução proposta do que a UX oferecidas por esses ambientes IoT. Tais avaliações, mesmo que de forma inconsciente, se encaixavam nos princípios do Modelo de Aceitação de Tecnologias (TAM) (DAVIS, 1985), o que prioriza que os usuários para aceitarem uma tecnologia devem perceber a utilidade e usabilidade de uma nova solução. Dessa forma, isso seria um dos fatores das avaliações sob a perspectiva do usuário se concentrarem principalmente no critério de usabilidade, além de ser um critério tradicional e de grande conhecimento na IHC. Assim, é observável que a comunidade científica está amadurecendo sua visão e o entendimento sobre a IoT e estudos sobre avaliação da UX serão mais recorrentes com o passar do tempo.

Quanto à avaliação da UX em um ambiente IoT, a predominância de métodos empíricos era um comportamento esperado, levando em consideração os levantamentos realizados anteriormente pela comunidade científica (LAW et al., 2009; VERMEEREN et al., 2010; LALLEMAND, GRONIER e KOENIG, 2015; BERGMAN e JOHANSSON, 2017). No entanto, para capturar os aspectos da UX de forma satisfatória era necessária a aplicação de mais de um método avaliação. Tal prática é benéfica por permitir um melhor entendimento da UX, mas podem vir a tornar os custos da avaliação maiores, quanto ao tempo e esforço realizados na coleta e na interpretação dos dados. Uma forma de minimizar tal esforço pode ser através da captura de medidas psicofisiológicas por meio de sensores (MAIA e FURTADO, 2014, 2016b).

As características da UX mais recorrentes nos estudos apresentavam maior relação com a *qualidade pragmática*, observando principalmente a capacidade de controle e produtividade dos usuários (WANG et al., 2010; CARABALONA et al., 2012; HERRMANNY

et al., 2015), se aproximando mais a usabilidade do que da UX em si. Isso ocorre devido ao fato de muitas vezes os estudos proporem novas soluções e se preocuparem com aceitabilidade dos usuários e porque os objetivos das soluções IoT avaliadas não estavam diretamente relacionados aos aspectos hedônicos como prazer e divertimento.

A avaliação das características de IoT como *sensibilidade ao contexto* e *programabilidade* reforçaram o relacionamento das avaliações com a *dimensão pragmática*, relacionado principalmente a identificação correta do contexto e a conformidade das regras estabelecidas ao ambiente IoT, as preferências e as necessidades do usuário (STRASSER et al., 2012; HARJUMAA et al., 2014). Consequentemente, o bom funcionamento dessas características impacta positivamente na percepção do usuário quanto à *qualidade hedônica* da UX (KÜHNEL et al. 2010; HEIDRICH et al., 2011). Esse relacionamento entre as duas qualidades da UX é replicável às outras características da IoT, apresentando singularidade dependendo da característica. Enquanto para *programabilidade* sua preocupação é com as regras, a *interoperabilidade* tem que se atentar a comunicação entre as coisas, garantindo o fornecimento dos serviços presentes no ambiente IoT.

Outro aspecto relacionado à avaliação são as interações *thing-thing* e *human-thing*, devido às características de IoT como *invisibilidade*, *ubiquidade* e *sensibilidade ao contexto*, muitas ações acontecerão no ambiente IoT sem o completo conhecimento dos usuários e dos avaliadores. Assim, as interações no ambiente IoT precisam ser monitoradas durante a avaliação sem prejudicar o desempenho do sistema IoT, provendo formas de o avaliador compreender os problemas da UX e o modelo mental do usuário.

Os instrumentos de avaliação utilizados nos estudos apresentavam uma boa cobertura dos aspectos da UX, porém apenas um estudo propôs um instrumento de UX para o contexto da IoT (PAPETTI et al., 2016). Apesar de instrumentos tradicionais de avaliação da UX serem factíveis de serem aplicados em um ambiente IoT, eles podem não cobrir aspectos e singularidades presentes nesse tipo de sistema como a ubiquidade dos serviços distribuídos entre as coisas no ambiente. Dessa forma, o instrumento não deve só auxiliar na avaliação experiência do usuário, mas auxiliar os avaliadores a compreender quais fatores levaram o usuário a apresentar uma experiência positiva ou negativa durante a interação com o ambiente IoT.

Conclui-se que, por meio dos aspectos investigados nessa revisão, as avaliações de UX no ambiente IoT apresentam uma forma de conduzir a verificação da experiência mais benéfica para o ambiente IoT e o usuário. Dessa forma, é facilitada a identificação de oportunidades de melhorias para uma experiência centradas nas expectativas e necessidades do

usuário.

4.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou uma revisão da literatura cujo objetivo era identificar recursos para dar suporte a avaliação de UX em ambientes IoT. A base para esta revisão foi a metodologia de revisão sistemática, elaborando o protocolo de pesquisa e escolhendo a *Scopus Digital Library* como metabase para aplicar a *string* de busca.

Após a aplicação de dois filtros nos 471 estudos retornados pela *Scopus*, 64 realizavam algum tipo de avaliação sob a perspectiva do usuário, mas apenas 17 realizavam a avaliação da UX no cenário de IoT. O conjunto final de 17 artigos foi utilizado para responder as três questões de pesquisa da revisão. As avaliações da UX utilizavam majoritariamente métodos empíricos (94%). As características de IoT mais avaliadas nesse tipo de avaliação foram *programabilidade* (65%) e *sensibilidade ao contexto* (29%). Quanto aos aspectos da UX apresentaram destaque o *Controlled by the user* e o *Satisfy the user*.

Por fim, foram apresentados os instrumentos de avaliação utilizados nas avaliações e baseados nos resultados da revisão foi discutido o comportamento de parte da comunidade científica ao realizar a avaliação de UX em um cenário de IoT. As limitações da revisão deste capítulo estão na Seção 8.2.

5 O CHASE

Este capítulo apresenta o CHASE, um *checklist* de observação do comportamento do usuário para a avaliação da UX em um ambiente IoT. Na Seção 5.1 é descrito uma visão geral do CHASE com sua organização, estrutura e formas de utilização. Na Seção 5.2 é descrita a metodologia adotada para a geração do *checklist* e descrito o processo de elaboração da versão inicial do *checklist*. A Seção 5.3 apresenta as considerações finais deste capítulo.

5.1 Visão geral do CHASE

O CHASE, *checklist* para a avaliação da experiência do usuário em um ambiente de Internet das Coisas, é um instrumento de avaliação qualitativo de observação do uso da interação do usuário em um sistema IoT. Ele se caracteriza como um *checklist* no qual um avaliador inexperiente em UX e/ou IoT possa ser conduzido no decorrer da avaliação sobre quais aspectos durante e após a interação do usuário podem impactar na UX. Dessa forma, o avaliador pode observar o comportamento do usuário e do ambiente IoT através de um conjunto pontos de verificação.

O CHASE também apresenta um conjunto de recomendações para auxiliar o avaliador na preparação, execução e interpretação dos dados da avaliação de UX no ambiente IoT. A seguir é descrito melhor a organização, os itens de verificação e a forma de utilização do CHASE.

5.1.1 Organização do CHASE

Os itens de verificação do CHASE são organizados em duas categorias de interação (*human-thing* e *thing-thing*) (ANDRADE et al., 2017; ROWLAND et al., 2015). Essa organização foi escolhida por auxiliar os avaliadores na imersão e na compreensão do ambiente IoT pela perspectiva do usuário. Além disso, os problemas e melhorias identificados por cada categoria podem facilitar a identificação dos pontos de melhoria que precisam ser melhorados na UX.

A categoria *thing-thing* se concentra na verificação de problemas entre as “coisas” entre si e a Internet. Seus itens estão organizados nas subcaracterísticas de *sensibilidade ao contexto* e *programabilidade*.

Os itens descritos na categoria *human-thing* seguem uma organização similar com as subcategorias: *aspectos gerais da UX*, *sensibilidade ao contexto* e *programabilidade*. Na versão inicial do *CHASE* foram identificados 19 itens de verificação, treze na *human-thing* e seis na *thing-thing*. Os treze pontos de verificação apresentados na categoria *human-thing* são orientados em observar o nível de satisfação da experiência do usuário ao interagir no ambiente IoT. As categorias e subcategorias foram aspectos que ganharam destaque durante todo o passo de *elaboração do checklist*.

A Figura 15 apresenta um fragmento de como o *checklist* foi inicialmente organizado. É possível observar que além das categorias, o *checklist* apresenta espaço para a descrição de itens de verificação, espaço para registro se uma situação ocorreu ou não durante a avaliação, assim como sua respectiva atividade e um campo para observações. A versão do *checklist* com essa organização pode ser encontrado no Apêndice A.

Figura 15 - Fragmento dos campos a serem preenchidos na primeira versão do CHASE.

Categoria	Itens de Verificação	Essa situação ocorreu durante a avaliação do sistema IoT?			Tarefa(s) em que ocorreu?	Observações
		SIM	NÃO	N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

5.1.2 Itens de verificação do checklist

A Tabela 18 apresenta da versão inicial do *CHASE*, os oito itens de verificação da subcategoria *aspectos gerais da UX* da categoria *human-thing interaction*. A descrição dos itens de verificação das subcategorias *sensibilidade ao contexto* e *programabilidade* podem ser encontrados no Apêndice A.

Tabela 18 - Itens de verificação da categoria *human-thing* versão inicial do CHASE

Categoria		Itens de Verificação
HUMAN-THING INTERACTION	ASPECTOS GERAIS DA UX	1 - O usuário demonstrou sinais de contentamento com o sistema IoT. (Ex.: <i>Expressões de satisfação e bem-estar, como sorrisos e felicidade</i>)
		2 - O usuário demonstra sinais de descontentamento ou incômodo com o sistema IoT. (Ex.: <i>Expressões ou comentários negativos</i>).
		3 - O usuário consegue executar corretamente a sequência de ações necessária para cumprir a tarefa. (Ex.: <i>Conceder a permissão aos sensores da aplicação antes de executar uma ação.</i>)
		4 - O usuário consegue identificar corretamente todas as “coisas” que compõem o sistema IoT. (Ex.: <i>Luzes, ares condicionados e travas de porta</i>).
		5 - O usuário consegue manipular corretamente as “coisas” para atingir seus objetivos na execução da tarefa. (Ex.: <i>Dar os comandos necessários para um serviço ser executado.</i>)
		6 - O usuário não identifica quais ações o sistema IoT realiza no ambiente. (Ex.: <i>Ajuste de temperatura e luminosidade do ambiente.</i>)
		7 - O usuário comparou positivamente o sistema IoT com outros que já utilizou. (Ex.: <i>Elogios quanto a uma funcionalidade parecida com um sistema que agrada ao usuário.</i>)
		8 - O usuário comparou negativamente o sistema IoT com outros que já utilizou. (Ex.: <i>Usuário recorda de situações frustrantes já vivenciada por ele causada por alguma falha ou problema ocasionado pelo sistema IoT durante a avaliação.</i>)

Fonte: elaborado pelo autor.

A Tabela 19 apresenta os treze itens de verificação da categoria *thing-thing interaction*, organizados nas subcategorias *sensibilidade ao contexto* e *programabilidade*.

Tabela 19 - Itens de verificação da categoria *thing-thing* versão inicial do CHASE.

Categoria		Itens de Verificação
THING-THING INTERACTION	SENSIBILIDADE AO CONTEXTO	14 - O sistema se adequa corretamente às necessidades do usuário na execução da tarefa. (Ex.: <i>O sistema oferece um serviço no momento que o usuário precisa.</i>)
		15 - O sistema não se adapta corretamente às mudanças de contexto para oferecer serviços ou funcionalidades ao usuário.
		16 - As falhas na identificação do contexto contribuíram para uma experiência negativa em determinadas tarefas do sistema IoT.
	PROGRAMABILIDADE	17 - As regras pré-estabelecidas pelo sistema IoT para o funcionamento entre as “coisas” são conflitantes. (Ex.: <i>Duas “coisas” podem influenciar a luz do ambiente. No entanto, as regras de funcionamento de uma “coisa” não permitem o correto funcionamento de outra.</i>)
		18 - As regras de serviços interdependentes do sistema IoT não funcionaram corretamente entre as “coisas.” (Ex.: <i>Ao abrir a porta, as luzes do ambiente deveriam acender, mas não acendem.</i>)
		19 - O sistema IoT não realizou as ações previamente programadas pelo usuário. (Ex.: <i>Sistema IoT falha ao executar em um serviço ao usuário.</i>)

Fonte: elaborado pelo autor.

5.1.3 Descrição de como utilizar a versão inicial do CHASE

O *checklist* precisa ser aplicado com métodos empíricos no mínimo por dois avaliadores, um responsável pela condução das tarefas a serem realizadas pelos usuários e outro avaliador dedicado à observação e preenchimento do instrumento de avaliação. Os avaliadores devem previamente verificar se a aplicação IoT apresenta as características de *sensibilidade ao contexto* e *programabilidade* e se todos os itens de verificação presentes do *checklist* são observados na avaliação. Caso se identifique que algum item não se aplica ao escopo da avaliação, o observador deve marcar previamente na ferramenta a opção “não se aplica (N/A)” para evitar distrações durante a observação. É recomendado que o observador estude o instrumento e obtenha familiaridade com os itens de verificação. A realização da avaliação piloto pode auxiliar na familiaridade dos avaliadores com os pontos de verificação do *checklist*.

Recomenda-se que o preenchimento aconteça de forma organizada e conforme observe-se a ocorrência ou não das situações descritas nos itens de verificação. É importante notar que a subcategoria “aspectos gerais da UX” pode ser avaliada para todo o conjunto de tarefas previstas no experimento. Já as subcategorias de “sensibilidade ao contexto” e “programabilidade” podem ser observadas em tarefas que propiciem sua observação em ambas as categorias. Dessa forma, recomenda-se que os avaliadores preparem o ambiente da avaliação para reproduzir as situações contextuais chaves para o funcionamento da aplicação IoT, sejam elas realizadas em laboratório ou no contexto real de uso.

Quanto ao preenchimento dos itens contidos na categoria *thing-thing interaction* é fortemente indicado, que durante o planejamento da avaliação, ocorra a marcação das tarefas diretamente relacionadas à verificação desses itens. Por exemplo, tarefas que o usuário precisa programar algum estado do ambiente IoT estarão fortemente ligadas as subcategorias de programabilidade na categoria *thing-thing* e *human-thing*. As simulações de contexto provavelmente impactaram nos itens de verificação referentes à característica de sensibilidade ao contexto. A reprodução das situações contextuais é primordial para a observação desses itens. É importante reforçar que os itens dessa categoria, se relacionam ao funcionamento do ambiente IoT e não são diretamente relacionadas as ações do usuário.

A interpretação do *checklist* pode ser guiada através pela identificação dos itens em que o usuário demonstrara uma experiência negativa. Após a delimitação da porção mais crítica, deve-se sugerir um conjunto de recomendações que auxiliem nas melhorias do sistema IoT,

tendo em vista a melhoria da UX. Caso mais de um observador realize o preenchimento do *checklist*, eles devem se reunir e consolidar os resultados em conjunto.

Para auxiliar na observação do usuário, recomenda-se o uso da técnica *Thinking aloud* (HAUSER, 1989) para que se tenha uma observação mais rica sobre a compreensão das atitudes e ações do usuário. A técnica precisa ser estimulada pelo condutor das tarefas do usuário e registrada pelo observador que deve realizar o preenchimento da ferramenta. Assim como algum sistema de log que auxilie na identificação dos problemas na *thing-thing*, visto que pode ser difícil ao avaliador perceber o motivo de possíveis problemas de funcionamento das coisas utilizando só a observação.

5.2 Metodologia para elaboração e avaliação do CHASE

A partir dos resultados da revisão da literatura, apresentados no Capítulo 4, foi identificada a necessidade de propor um instrumento de avaliação de UX em IoT. Sendo assim, esta dissertação propõe um *checklist* de avaliação do comportamento do usuário nesse cenário, considerando a qualidade pragmática e a qualidade hedônica, além de diretrizes para a condução da avaliação.

Para atingir o objetivo citado anteriormente, não se encontrou uma metodologia bem definida para criação de *checklists* na busca da literatura realizada neste trabalho. No entanto, foi encontrado e considerado para esta dissertação o *guideline* de Stufflebeam (2000), que foi proposto a partir da experiência do autor em construir *checklist* de avaliação para diversos contextos. Stufflebeam (2000) organiza a criação de um *checklist* de avaliação em 12 *guidelines* que são descritas na Tabela 20. Cada *guideline* é composta por um conjunto de subitens a serem cumpridos para a criação do *checklist* de avaliação.

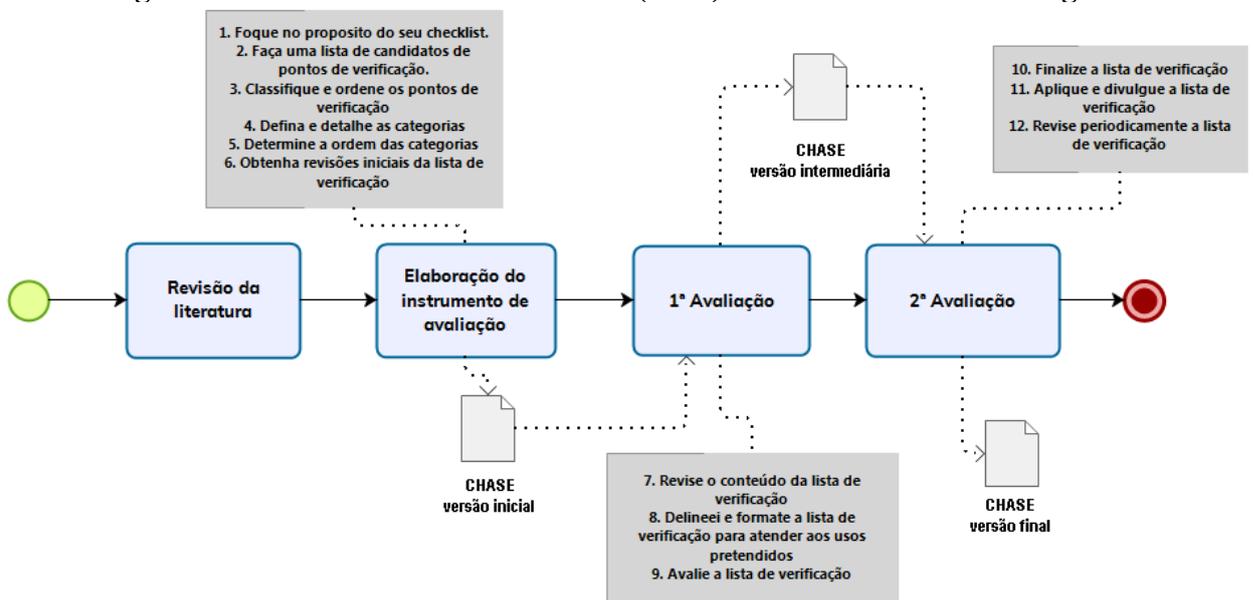
Tabela 20 - *Guidelines* para desenvolver um *checklist* de avaliação.

<i>Guidelines</i>	
1. Foque no propósito do seu <i>checklist</i> .	7. Revise o conteúdo da lista de verificação
2. Faça uma lista de candidatos de pontos de verificação.	8. Projete e formate a lista de verificação para atender aos usos pretendidos
3. Classifique e ordene os pontos de verificação	9. Avalie a lista de verificação
4. Defina e detalhe as categorias	10. Finalize a lista de verificação
5. Determine a ordem das categorias	11. Aplique e divulgue a lista de verificação
6. Obtenha revisões iniciais da lista de verificação	12. Revise periodicamente a lista de verificação

Fonte: Adaptado de Stufflebeam (2000).

Para o desenvolvimento do CHASE foi necessária a adaptação de algumas fases do processo proposto e adequação das *guidelines* aos passos da metodologia da Figura 1, apresentada na Seção 1.4. A Figura 16 descreve então o mapeamento das *guidelines* de Stufflebeam (2000) nos passos da metodologia desta dissertação. Em cada passo da metodologia, foi utilizado um conjunto de métodos para geração dos itens, classificação dos itens, formatação, revisão e avaliação do *checklist*. Ao final do processo, todas as *guidelines* foram utilizadas no decorrer da elaboração e avaliação do CHASE.

Figura 16 – *Guidelines* de Stufflebeam (2000) observadas na metodologia.



Fonte: elaborado pelo autor.

A definição do instrumento de avaliação foi feita a partir dos resultados da revisão da literatura e da avaliação da UX em um ambiente IoT, devido aos desafios identificados na revisão e percebidos na observação dos usuários. Um dos propósitos da revisão da literatura era a identificação de instrumentos de avaliação que considerasse aspectos da UX e IoT, cujos resultados estão na Seção 4.2. Outro método que auxiliou na identificação do instrumento de avaliação proposto foi a avaliação da UX do Automa GREAt (ANDRADE et al., 2017), um sistema IoT composto de um ar-condicionado, três luzes inteligentes e um aplicativo móvel.

Os resultados dos dois estudos mencionados anteriormente evidenciaram a necessidade do avaliador de ter uma orientação dos aspectos a serem avaliados durante a interação do usuário com o ambiente IoT, vista a complexidade de um ambiente IoT, pelo número de coisas e serviços distribuídos no ambiente, como discutido na Seção 1.2. Portanto, a realização desses dois estudos auxiliou na compreensão e elaboração do instrumento proposto

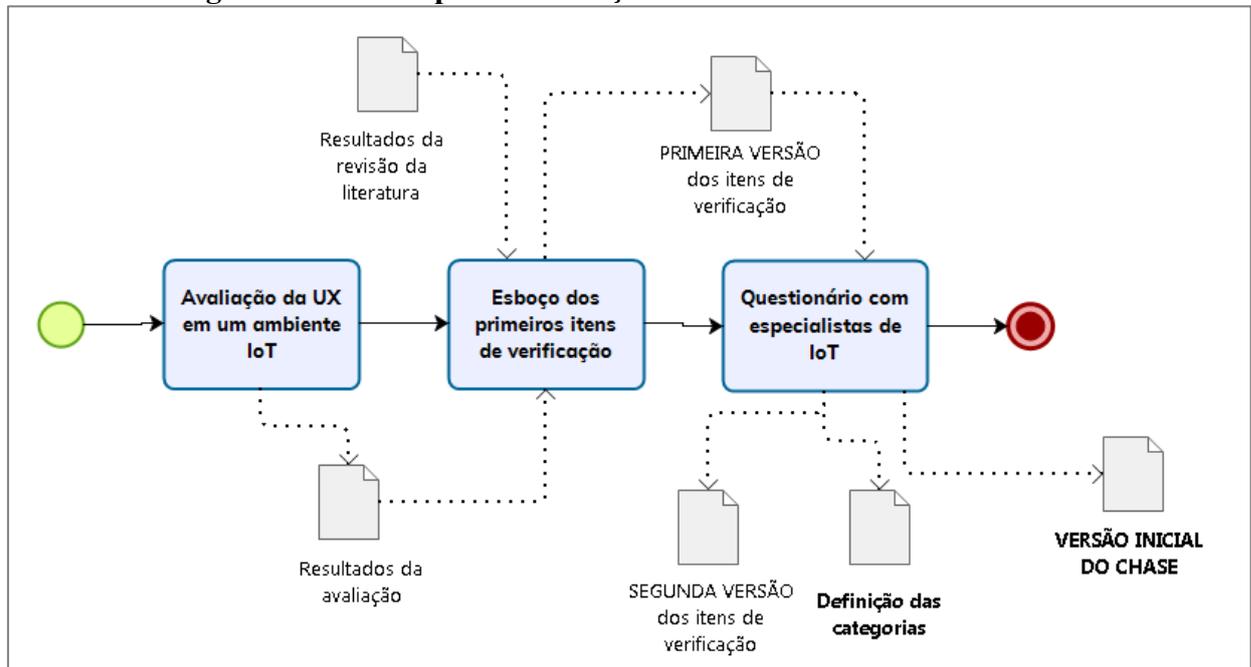
nesta dissertação: CHASE - um *checklist* de avaliação da UX para auxiliar na observação do usuário durante sua interação com o ambiente IoT. As avaliações do CHASE seguindo as *guidelines* de Stufflebeam (2000) são descritas em detalhes no Capítulo 6.

5.3 Processo de Elaboração do CHASE

Esta seção descreve os métodos utilizado no passo 2 da metodologia, referente a elaboração do instrumento de avaliação, utilizando as *guidelines* de Stufflebeam (2000) como apresentado na Figura 16.

O esboço dos primeiros itens de verificação do *checklist* foram gerados a partir dos resultados da revisão da literatura e da avaliação da UX do Automa GREat, que será apresentado em detalhes na Seção 5.3.2. Após a delimitação dos primeiros itens de verificação, os itens foram submetidos à revisão de especialistas de IoT através de um questionário. A partir do *feedback* dos especialistas, a primeira versão do CHASE foi concluída e os passos para o desenvolvimento dele são descritos na Figura 17.

Figura 17 - Passos para elaboração da versão inicial do CHASE



Fonte: elaborada pelo autor com notação BPMN.

Nas próximas seções são descritos a aplicação de cada método, seus resultados e a contribuição no processo de desenvolvimento da versão inicial CHASE.

5.3.1 Passo 1: Levantamento de itens de verificação a partir dos resultados da revisão da literatura

Através da revisão da literatura, descrita em detalhes no Capítulo 4, foi possível definir algumas características da versão inicial do CHASE:

- Deve ser utilizado com a aplicação de métodos de avaliação empíricos em um ambiente IoT;
- Deve considerar as interações *human-thing* e *thing-thing* nos aspectos a serem avaliados;
- Deve haver aspectos específicos focados em características de IoT, principalmente relacionadas a *sensibilidade ao contexto* e *programabilidade*; e
- Deve abordar aspectos da UX relacionados a *satisfação*, *compreensão* e *percepção do usuário* e *significância* da experiência fornecida pelo sistema IoT ao usuário.

Essas características auxiliaram na compreensão e na definição inicial do foco dos itens de verificação do instrumento a ser proposto. Outra estratégia utilizada é apresentada na Tabela 21 que exemplifica os tipos de problemas e dificuldades listados na literatura, que deram insumo para a versão inicial do instrumento de avaliação.

Tabela 21 - Exemplo de descrição dos problemas identificados na revisão da literatura.

Problemas de UX		Dificuldades na execução da avaliação	
Estudo	Descrição	Estudo	Descrição
(PAPETTI et al., 2016)	Dificuldades na instalação do objeto inteligente no ambiente IoT.	(CAI et al., 2015)	Avaliação no ambiente controlado pode destoar do ambiente de uso real do usuário.
(PAPETTI et al., 2016)	Não identificação das expectativas e preferências reais do usuário da aplicação.	(CAI et al., 2015)	Avaliar a UX durante um período para saber se houve mudança da percepção do usuário com o uso prolongado de um sistema IoT.
(KAILA et al., 2012)	Dificuldade na identificação das funcionalidades distribuídas no ambiente e no mapeamento delas na interface do dispositivo móvel.	(CAI et al., 2015)	A UX pode ser diferente de um sistema IoT avaliado individualmente, em relação a um ambiente com várias aplicações IoT.

Fonte: elaborada pelo autor.

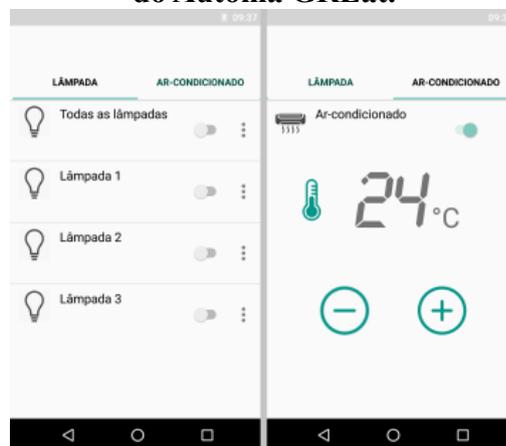
Os exemplos descritos na Tabela 21 auxiliaram na reflexão sobre as características iniciais do *checklist*, porém, para melhor compreensão e aprofundamento das questões descritas na literatura, foi realizado um estudo executando uma avaliação de UX no cenário IoT com o Automa GREAt (ANDRADE et al., 2017).

Apesar de utilizar os resultados como ponto de reflexão, ainda não tinham sido criados ou definidos os itens de verificação, aspectos da UX a serem avaliados e definidas as categorias do CHASE. Essa decisão só ocorreu ao final do passo 2 e início do passo 3 como apresentado na Figura 17.

5.3.2 Passo 2: Identificação de dificuldades na avaliação de UX em um ambiente IoT

Em paralelo à revisão da literatura, foi realizada uma avaliação de UX em um ambiente IoT, utilizando o Automa GREat⁶. O principal objetivo desta etapa foi verificar as dificuldades ao realizar a avaliação de UX em um ambiente IoT e quais problemas de UX ocorreriam nesse ambiente. Isso auxiliou principalmente na visualização das categorias e melhor organização dos aspectos envolvendo UX e IoT. Para isso, foi utilizado o Automa GREat (ANDRADE et al., 2017), um aplicativo móvel que realiza o controle de luzes inteligentes (três luzes) e de um ar-condicionado do ambiente. A Figura 18 apresenta as interfaces do Automa GREat.

Figura 18 - Interfaces do aplicativo móvel do Automa GREat.



Fonte:Andrade et al., (2017).

A avaliação⁷ foi organizada em três partes: *i) assinatura do termo de consentimento e coleta de dados demográficos e experiência com tecnologia por meio de questionário, ii) observação do comportamento do usuário ao realizar tarefas específicas, e iii) entrevistas e*

⁶ O Automa GREat é um sistema IoT desenvolvido no nosso grupo de pesquisa, o GREat. Esse sistema IoT é composto por três lâmpadas inteligentes, um ar-condicionado inteligente e um aplicativo móvel. O autor desta dissertação não participou do desenvolvimento do Automa GREat.

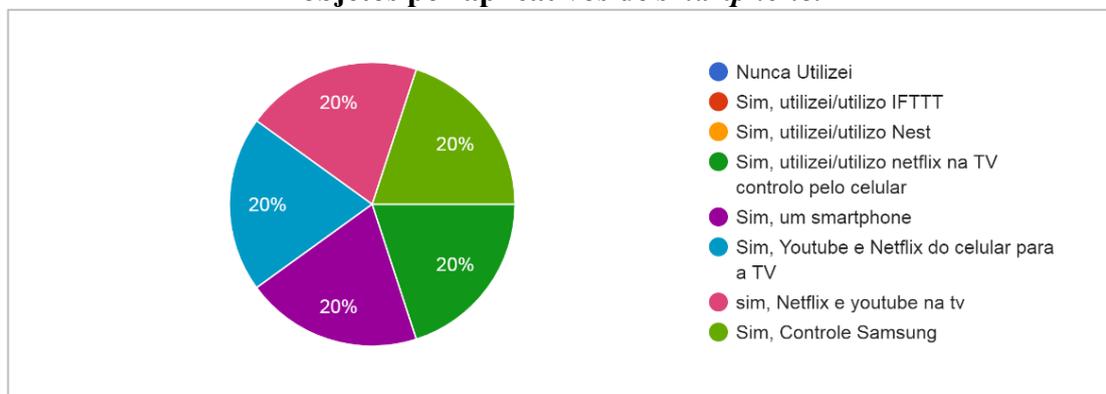
⁷ Todos os instrumentos utilizados na avaliação encontram-se no link: <https://goo.gl/uHFkks>

questionários - *Aspectos de Usabilidade e Satisfação do Usuário* (DARIN et al., 2016) e *SAM* (BRADLEY e LANG, 1994). Após a realização de um teste piloto, a avaliação foi realizada por cinco usuários, sendo quatro homens e uma mulher que executaram um conjunto de seis tarefas em laboratório. Os usuários tinham de 18 a 60 anos, com familiaridade com dispositivos móveis e precisavam saber mexer nas funções básicas de um ar-condicionado.

5.3.2.1 Resultados Principais

Os usuários que avaliaram o Automa GREat possuíam pouca familiaridade com soluções IoT, mas questionados sobre a experiência em controlar objetos por meio de dispositivos móveis, todos apresentaram alguma experiência principalmente experiência em controlar a TV pelo *smartphone*, utilizando serviços de *streaming* como o Youtube ou a Netflix, por exemplo. As respostas dos usuários são apresentadas na Figura 19.

Figura 19 - Familiaridade dos usuários ao controlar objetos por aplicativos de *smartphone*.



Fonte: elaborado pelo autor.

Os principais resultados da avaliação são apresentados na Tabela 22. A partir deles, foi possível identificar alguns aspectos questões relacionados à observação do usuário que se diferenciam de avaliações mais tradicionais. Diferente de aplicativos tradicionais, onde a interface está em um único dispositivo, em um ambiente IoT ela transpõe um único dispositivo e se torna o ambiente como um todo. Tal cenário transforma a observação do usuário mais custosa, devido à quantidade de elementos a precisam ser observados, as coisas e o usuário. Além disso, foi identificado como os problemas na interação *thing-thing* pode impactar na UX. Por exemplo, o aplicativo móvel apresentou falha na conexão, que por sua vez, não conseguiu

comunicar ao ar-condicionado que precisava ser desligado, ocasionado que 40% dos usuários não conseguissem concluir a T5. Além disso, o aplicativo não emitia nenhum *feedback* acerca do problema ao usuário, tornando um problema crítico.

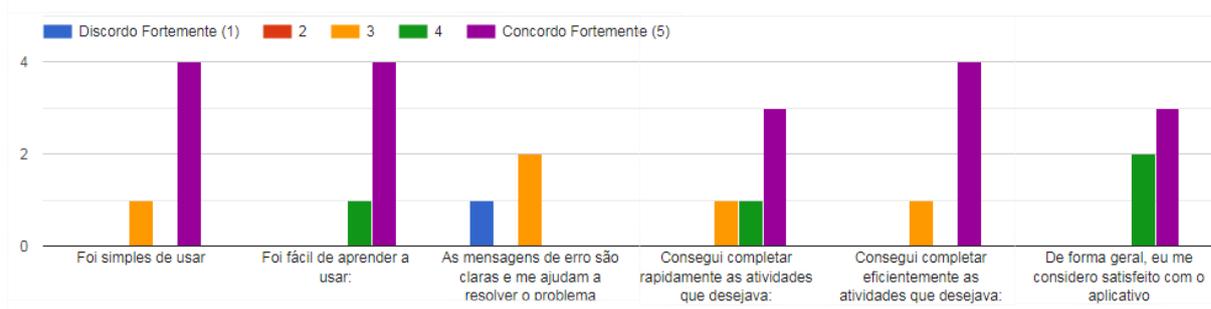
Tabela 22 – Resultados da avaliação do Automa GREat.

Tarefas	% Taxa de Completeude	Exemplo de problema de UX e IoT identificado
T1. Ligar ar-condicionado	80%	O usuário realizou os passos da tarefa corretamente. No entanto, a aplicação falhou em ligar o ar condicionado causando frustração ao usuário.
T2. Ligar luzes	100%	O usuário ficava inseguro quanto ao <i>feedback</i> de qual das luzes seria acesa no ambiente ao interagir na interface do aplicativo.
T3. Mudar a temperatura do ar-condicionado	80%	O usuário realizou os passos da tarefa corretamente. No entanto, a aplicação falhou em ligar o ar condicionado causando frustração ao usuário.
T4. Alterar a cor das luzes	80%	O usuário não conseguiu identificar como alterar a cor das lâmpadas.
T5. Desligar ar-condicionado	60%	O usuário realizou os passos da tarefa corretamente, mas a aplicação não funcionou ao comando do usuário.
T6. Desligar luzes	100%	O usuário teve dificuldade no mapeamento da interação de qual luz seria apagada no ambiente ao interagir com a interface.

Fonte: elaborado pelo autor.

Através dos resultados do questionário de *Aspectos de usabilidade e satisfação do usuário*, descritos na Figura 20, a maioria dos usuários considerou o aplicativo fácil de usar, eficiente e com um bom grau de satisfação.

Figura 20 - Fragmento dos aspectos de usabilidade e satisfação do Automa GREat.



Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto aos resultados do questionário SAM, o instrumento foi respondido por quatro usuários, sendo que um usuário não respondeu o questionário. Quanto ao grau de entusiasmo, satisfação e sentimento de controle, 75% dos usuários marcaram o nível de maior grau em todos os três aspectos avaliados pelo questionário.

Em relação à percepção do usuário sobre a experiência com o Automa GREAt, os usuários acharam fácil de usar, útil, simples e prático. Quanto aos aspectos a serem melhorados, os usuários relataram falhas no *feedback* da aplicação ao não tratar problemas de conexão entre as coisas. Além disso, houve reclamação sobre a estética da interface do aplicativo por considerarem pouco atrativa ou a falta de um histórico de ações que salvem as preferências da última sessão de uso feita pelo usuário.

A avaliação com o Automa GREAt permitiu verificar de forma mais profunda os problemas possíveis de ocorrer em um ambiente IoT e suas consequências positivas e negativas na UX.

5.3.3 Passo 3: Refinamento dos itens do CHASE com especialistas de IoT

Com base nos resultados da revisão da literatura e da avaliação da UX em um ambiente IoT, um conjunto de 15 itens de verificação para avaliação da UX em ambientes IoT foi proposto. Para aprofundar questões relacionadas à IoT e à avaliação da UX, refinar e avaliar os itens de verificação, foi enviado um questionário por email para 10 pesquisadores que desenvolvem e avaliam aplicações no contexto IoT. Foi solicitado ao grupo inicial, que caso conhecesse alguém no perfil do questionário, que encaminhasse ou passasse o contato para que mais pesquisadores recebessem o convite de participação da pesquisa.

O questionário⁸ foi disponibilizado online e era constituído por 14 questões (quatro abertas) organizadas em três seções. A primeira seção abordava questões sobre dados demográficos do especialista; a segunda, sua experiência com IoT; e a terceira, investigava como esses especialistas avaliavam a UX de sistemas IoT e a percepção deles sobre um conjunto de itens de verificação gerados com resultados dos métodos apresentados anteriormente neste trabalho. É importante reforçar que aspectos éticos de privacidade e anonimato foram respeitados durante a aplicação do questionário. A Tabela 23 apresenta o primeiro esboço dos itens de verificação, que foi priorizado pelos respondentes do questionário.

Os itens serviram para exemplificar os aspectos a serem considerados na avaliação da UX no cenário IoT e permitiram aos especialistas sugerirem a cobertura de aspectos considerados prioritários e que não estão sendo contemplados nessa versão inicial.

⁸O questionário está disponível no link: <https://goo.gl/uHFkks>.

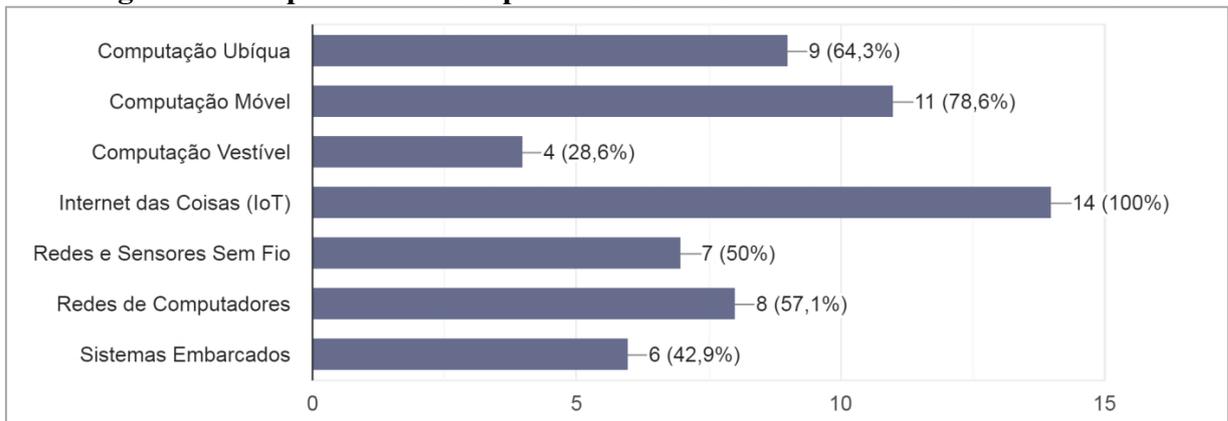
Tabela 23 - Versão inicial dos itens de verificação do CHASE.

Itens de Verificação	
1.	O usuário demonstra sinais de desconforto ou incômodo com o sistema IoT (por exemplo: Sinais de cansaço, insegurança durante a interação).
2.	O usuário percebeu problemas de funcionamento relacionados a interação <i>thing-thing</i> (Por exemplo: Problemas de sincronia, responsividade e conectividade entre as coisas)
3.	O usuário não consegue programar as ações do sistema IoT de acordo com suas preferências.
4.	O usuário consegue compreender todas as coisas que compõem o sistema IoT e manipulá-las adequadamente.
5.	O sistema IoT percebe as mudanças de contexto e se adequa corretamente as necessidades do usuário.
6.	O usuário percebeu os problemas de conectividade e sincronia no sistema IoT, o que ocasionam atraso nos serviços fornecidos pelo sistema IoT.
7.	As mudanças de contexto não percebidas pelo sistema IoT afetam negativamente a experiência do usuário na interação com o sistema IoT.
8.	O usuário demonstra sinais de frustração durante a interação (por exemplo: expressões de descontentamento ou tristeza).
9.	O sistema IoT ofereceu uma experiência positiva aos usuários (por exemplo: atendeu suas expectativas e necessidades, funcionou corretamente).
10.	O usuário demonstrou sinais de contentamento com o sistema IoT (por exemplo: expressões de satisfação, alegria e bem-estar).
11.	O usuário não compreende quais ações o sistema IoT realiza no ambiente.
12.	O usuário realizou comparações positivas da experiência em relação a outros sistemas que já utilizou.
13.	O usuário realiza comentários positivos sobre a interação com o sistema IoT.
14.	O modo de interação principal (pode ser por instrução, conversação, manipulação ou exploração) do sistema está adequado as necessidades do usuário (Por exemplo: o sistema apresenta uma interface conversacional que deixa a interação mais natural e foi bem recebida pelo usuário).
15.	O usuário não compreende que tipos de restrições ou funcionalidades não são fornecidas pelo sistema IoT.

Fonte: elaborado pelo autor.

5.3.3.1 Resultados

O questionário ficou aberto por 12 dias e foi respondido por 14 especialistas (93% homens e 7% mulheres). Dos 14 respondentes, 64% apresentavam de um a dois anos trabalhando com IoT e 36% apresentavam experiência de quatro a cinco anos na área. Quanto à atuação dos especialistas, 64% são professores universitários e 57% são estudantes de pós-graduação (mestrado ou doutorado). A Figura 21 apresenta em quais campos de estudo os respondentes possuem experiência.

Figura 21 - Experiência dos especialistas com outras áreas do conhecimento.

Fonte: elaborado pelo autor.

Ainda relacionado à experiência com IoT, os participantes apresentaram uma média de participação do desenvolvimento e/ou avaliação de pelo menos duas aplicações no cenário de IoT, em domínios como *smartphones*, mobilidade urbana e saúde. Quanto à dificuldade em avaliar as características de *sensibilidade ao contexto*, os especialistas relataram:

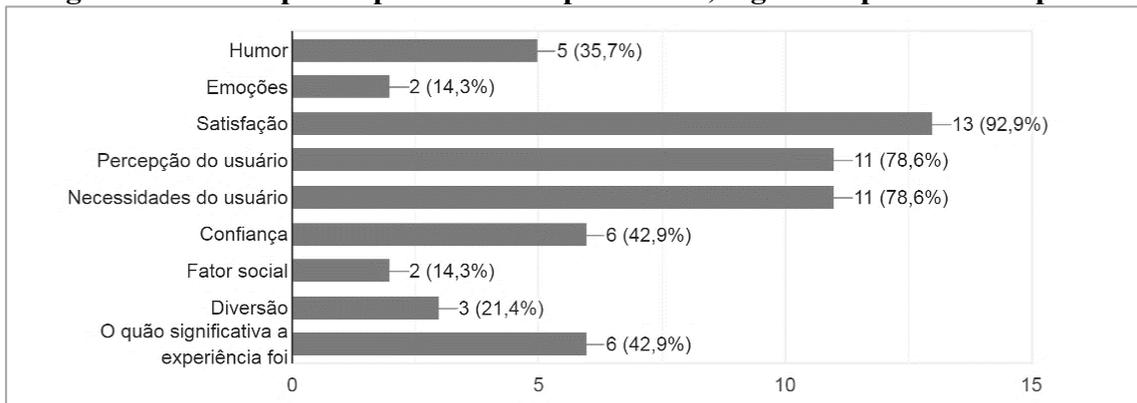
- Dificuldade em preparar o ambiente (contexto) da avaliação para ser adequado aos usuários;
- Os impactos das diferenças entre o ambiente simulado na avaliação e o ambiente real de uso com a validade dos resultados obtidos na avaliação;
- Dificuldade em controlar e monitorar os diversos componentes do sistema IoT, ocasionando em uma avaliação mais complexa do que um sistema tradicional, devido a presença de sensores e atuadores, entre outros componentes; e
- A configuração do ambiente deve ser cuidadosamente planejada: "Como precisamos lidar com mais componentes do que um sistema tradicional (sensores, aplicações), pensar em uma boa configuração, a mais próxima do real, é uma dificuldade. Também, a coleta de métricas que exigem instrumentação do código e que pode envolver os diversos componentes, é mais difícil."

Já com relação ao desenvolvimento e avaliação da *programabilidade* de regras e serviços no contexto IoT, os especialistas apresentaram considerações mais relacionadas ao desenvolvimento do que a avaliação em si do ponto de vista do usuário. As considerações se

concentraram em sugerir observar protocolos de comunicação na literatura, não especificados pelo respondente, observar aplicações IoT utilizando regras do tipo *if-this-then-that* (IFTTT) e o uso de inteligência artificial como um dos pontos centrais nessa característica em aplicações IoT, especialmente quando se trata do aprendizado em relação ao comportamento de cada usuário.

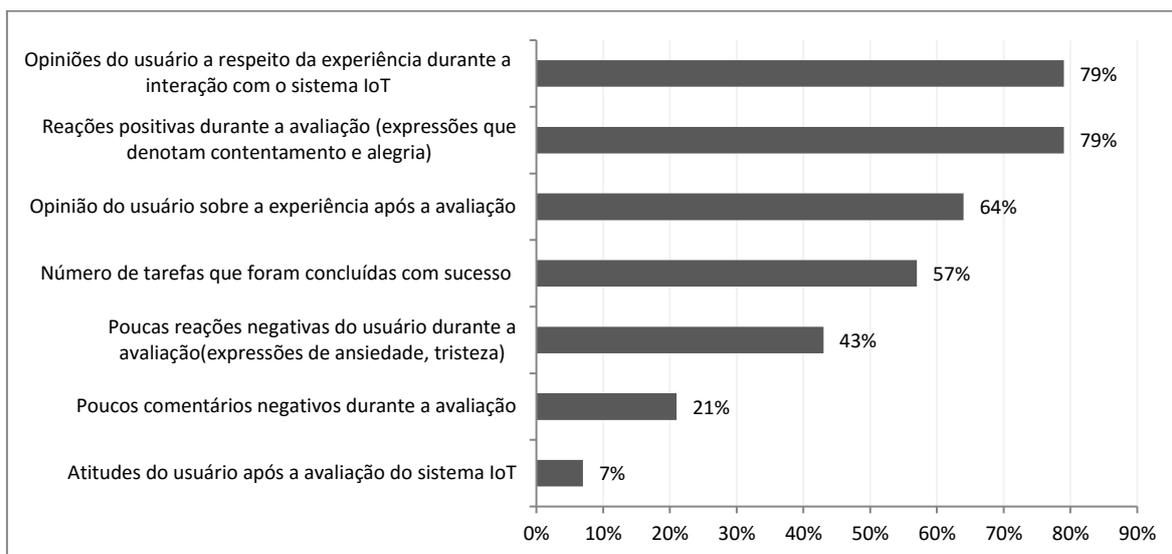
A última seção do questionário se concentrou em como os especialistas estão tratando a avaliação de UX nas aplicações IoT. A partir dos resultados descritos na Figura 21, os aspectos da UX identificados na revisão da literatura e discutidos no Capítulo 4. Os especialistas marcaram os aspectos da UX, que na visão deles são os principais para a IoT. O resultado, que é descrito na Figura 22, apresenta que os aspectos principais são *satisfação*, *percepção do usuário e necessidades do usuário*.

Figura 22 - Principais aspectos da UX para a IoT, segundo opinião dos especialistas.



Fonte: elaborado pelo autor.

Os respondentes informaram quais tipos de comportamento do usuário eram observados para identificar durante a avaliação os aspectos relacionados à satisfação e à experiência do usuário. Essas informações são obtidas por meio de comentários realizados pelo usuário durante ou após a avaliação. A Figura 23 descreve quais comportamentos relacionados à satisfação e à experiência do usuário são comumente observados pelos especialistas ao avaliar a UX de um ambiente IoT.

Figura 23 – Comportamentos de UX observados por avaliadores de ambientes IoT.

Fonte: elaborado pelo autor.

Os especialistas selecionaram os itens de verificação mais importantes ao realizar uma avaliação de UX em um ambiente IoT. Nas Tabelas 24 e 25, são apresentados os pontos do *checklist* mais bem avaliados pelos especialistas. Dessa forma, o item que foi mais significativo para 80% dos especialistas era: “O sistema IoT percebe as mudanças de contexto e se adequa corretamente as necessidades do usuário”. Além da priorização dos itens, os especialistas sugeriram melhorias na descrição dos itens e a incorporação de aspectos não contemplados pelos pontos de verificação apresentados no questionário. Dessa forma, os itens de verificação passaram a incorporar melhor e de maneira mais clara aspectos relacionados à *programabilidade*, *sensibilidade ao contexto* e sincronia de serviços, estratégias de interação, satisfação e prazer no uso.

Tabela 24 - Avaliação dos itens de verificação pelos especialistas de IoT

% especialistas	Item de verificação
80%	O sistema IoT percebe as mudanças de contexto e se adequa corretamente as necessidades do usuário.
70%	O usuário percebeu problemas de funcionamento relacionados a interação <i>thing-thing</i> (Por exemplo: Problemas de sincronia, responsividade e conectividade entre “coisas”).
60%	O usuário demonstra sinais de desconforto ou incômodo com o sistema IoT (por exemplo: sinais de cansaço, insegurança durante a interação).
60%	O usuário demonstra sinais de frustração durante a interação (por exemplo: expressões de descontentamento ou tristeza).

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 25 – Continuação da avaliação dos itens de verificação pelos especialistas de IoT

% especialistas	Item de verificação
50%	O usuário consegue compreender todas as coisas que compõem o sistema IoT e manipulá-las adequadamente.
50%	O usuário demonstrou sinais de contentamento com o sistema IoT (por exemplo: expressões de satisfação, alegria e bem-estar).
50%	O usuário não compreende quais ações o sistema IoT realiza no ambiente.
40%	O usuário não consegue programar as ações do sistema IoT de acordo com suas preferências.
40%	O sistema IoT ofereceu uma experiência positiva aos usuários (por exemplo: atendeu suas expectativas e necessidades, funcionou corretamente).
40%	O modo de interação principal (pode ser por instrução, conversação, manipulação ou exploração) do sistema está adequado as necessidades do usuário (por exemplo: O sistema apresenta uma interface conversacional que deixa a interação mais natural e foi bem recebida pelo usuário).
30%	O usuário percebeu os problemas de conectividade e sincronia no sistema IoT, o que ocasionam atraso nos serviços fornecidos pelo sistema IoT.
30%	As mudanças de contexto não percebidas pelo sistema IoT afetam negativamente a experiência do usuário na interação com o sistema IoT.
30%	O usuário não compreende que tipos de restrições ou funcionalidades não são fornecidas pelo sistema IoT.
20%	O usuário realizou comparações positivas da experiência em relação a outros sistemas que já utilizou.
20%	O usuário realiza comentários positivos sobre a interação com o sistema IoT.

Fonte: elaborado pelo autor.

Os itens de verificação melhor avaliados estão relacionados ao contexto, a interação *thing-thing* e aspectos que denotam uma experiência negativa. Tal resultado evidencia a preocupação dos especialistas em obter indícios sobre esses aspectos ao avaliar a UX em um ambiente IoT.

5.3.4 Discussão dos resultados dos métodos aplicados na elaboração do checklist

O questionário com especialistas de IoT auxiliou em aprofundar a compreensão de questões já levantadas na revisão da literatura e na avaliação de UX do Automa GREat. Foi possível compreender como os especialistas implementam e como avaliam essas características de IoT. Dessa forma, a discussão dos resultados identificou três pontos importantes discutidos ao logo desta Seção. O primeiro é relacionado às dificuldades enfrentadas na avaliação das soluções IoT, relacionadas principalmente a simulação do contexto durante a avaliação e sua correspondência com o contexto real de uso dos usuários.

Outra questão relacionada foi quais aspectos são observados durante a avaliação pelos especialistas, principalmente relacionados à satisfação e à UX. Conclui-se que são

observados principalmente os comentários emitidos durante e após a avaliação, expressões e emoções de contentamento e frustração.

Apesar de apresentarem experiência com IoT, as avaliações na perspectiva do usuário consideram aspectos tradicionais de IHC relacionados principalmente a usabilidade, como discutido na revisão da literatura e identificados novamente com os resultados do questionário com especialistas. Esse é o segundo ponto de discussão identificado, no qual foi observada a utilidade da proposta do *checklist* de observação da UX, principalmente para pesquisadores e membros da indústria não familiarizados com IoT ou UX. A partir dessa percepção, foi definido que uma das metas do CHASE é auxiliar esse público formado por pesquisadores, avaliadores e membros da indústria sem ou com pouca experiência em avaliações de UX em ambientes IoT.

O terceiro ponto de discussão é relacionado aos itens de verificação iniciais. Eles foram propostos com o intuito de refletir os aspectos de interesse encontrados na literatura. No entanto, o questionário com especialistas auxiliou na priorização e no enfoque dos aspectos tanto relacionados à UX, como a IoT. Além disso, indicou quais aspectos poderiam ser incluídos e descritos claramente.

A partir da reflexão baseada nesses três pontos, a primeira versão do *checklist* foi elaborada e descrita na seção 5.1.

5.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou o processo de elaboração do CHASE, um *checklist* de avaliação da UX em ambientes IoT. A *elaboração do instrumento* ocorreu através dos resultados de três métodos, uma revisão da literatura, uma avaliação da UX em um ambiente IoT e um questionário com especialistas de IoT. Juntamente com os métodos citados anteriormente, as *guidelines* de Stufflebeam (2000) orientaram todo o processo de definição, elaboração, revisão e avaliação do *checklist*, que foi executado por cada método aplicado na elaboração do *checklist*.

A versão inicial do CHASE era composta de 19 itens de verificação organizados em duas categorias (*human-thing* e *thing-thing*) e as três subcategorias (*aspectos gerais da UX*, *sensibilidade ao contexto* e *programabilidade*). Além dos itens de verificação, o *checklist* apresentava o conjunto de nove orientações relacionada ao uso e aplicação do *checklist* em uma avaliação de UX em um ambiente IoT.

6 AVALIAÇÃO DO CHASE

Nesta seção é descrito como o CHASE foi avaliado e as melhorias realizadas após cada avaliação. A Seção 6.1 descreve a primeira avaliação do CHASE com especialistas de IHC, que resulta na versão intermediária do *checklist*. Na Seção 6.2 é descrita a segunda avaliação com avaliadores de IHC utilizando o CHASE em uma avaliação real de UX no cenário de IoT. Na Seção 6.3 são discutidos os resultados das duas avaliações do CHASE. Na Seção 6.4 descreve as considerações finais relacionadas aos resultados das avaliações do CHASE.

6.1 Primeira Avaliação: por especialistas em IHC

Após a elaboração da versão inicial do CHASE, o instrumento foi avaliado por três especialistas em IHC, dois doutores e um doutorando. Stufflebeam (2000) orienta que a avaliação do *checklist* deve ocorrer em três passos:

- i) *engajar potenciais usuários e especialistas para revisar o checklist,*
- ii) *aplicar o checklist em um contexto real de uso, e*
- iii) *reunir os resultados da aplicação do checklist, diagnosticando pontos fracos e melhorias a serem realizadas.*

Dessa forma, foi realizada a primeira avaliação do instrumento através de um questionário a ser respondido por especialistas de IHC. O objetivo do questionário era avaliar a estrutura do *checklist* e obter a revisão dos itens de verificação propostos.

Para auxiliar a avaliação dos especialistas de IHC, as *guidelines* propostas por Stufflebeam (2000) apresenta um conjunto de oito critérios para avaliar um *checklist* de avaliação. Martz (2010) apresenta uma forma de, utilizando os critérios de avaliação propostos por Stufflebeam, avaliar um *checklist*, adicionando aspectos que precisam ser observados em um *checklist* de avaliação. A Tabela 26 apresenta então os critérios propostos por Stufflebeam (2000) e os aspectos a serem avaliados no estudo conduzido por Martz (2010).

Tabela 26 - Critérios e aspectos a serem avaliados em um *checklist* de avaliação

<i>Critérios de Avaliação de checklist de avaliação de Stufflebeam</i>	<i>Aspectos a serem coletados sobre um checklist de avaliação segundo Martz (2010).</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicabilidade para todos os usos pretendidos 2. Concretude 3. Clareza 4. Facilidade de compreensão 5. Facilidade de uso 6. Imparcialidade 7. Parcimônia 8. Pertinência ao contexto 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aspectos positivos 2. Aspectos negativos 3. O que está faltando? 4. O que precisa melhorar?

Fonte: Stufflebeam (2000) e Martz (2010).

O questionário⁹ foi organizado para explicar o processo de elaboração do *checklist* e, para isso, foram avaliados os itens de verificação, os campos a serem preenchidos no *checklist*, assim como os critérios e aspectos abordados na Tabela 23. O questionário foi disponibilizado em uma planilha no Excel organizada em sete seções, cada seção do questionário correspondia a uma aba. A Tabela 27 apresenta a organização do questionário que foi formatado em forma de planilha.

Tabela 27 - Organização do questionário de avaliação do CHASE

Sumário de abas/Seções do questionário	Descrição
1. Instruções e apresentação	Convite e descrição do objetivo do questionário.
2. Geração do <i>checklist</i>	Descrição do processo de elaboração do <i>checklist</i> .
3. Apresentação do <i>checklist</i>	Descrição do <i>checklist</i> , seus itens, categorias e forma de uso.
4. Avaliação dos itens	Avaliação dos itens de verificação propostos no <i>checklist</i> .
5. Avaliação dos campos	Avaliação dos campos que o observador pode preencher do <i>checklist</i> .
6. Avaliação geral do <i>checklist</i>	Avaliação do <i>checklist</i> segundo critérios e aspectos específicos.
7. Sobre você	Questionário sobre sua experiência com avaliação de IHC.

Fonte: elaborado pelo autor.

As três primeiras abas apresentam explicações sobre os objetivos do questionário, o processo de elaboração do *checklist* e a forma de uso do *checklist* em si. Da aba quatro a seis, são explorados aspectos relacionados à estrutura, aos campos a serem preenchidos e aos itens de verificação. Era predominante o uso de escalas para que o respondente atribuísse um estado

⁹O questionário está disponível no link: <https://goo.gl/uHFkks>

pré-definido, seguido de uma pergunta aberta para que os especialistas informassem uma explicação sobre a avaliação dos aspectos do *checklist* avaliado. Por fim, na aba sete o usuário responde questões relacionadas à sua experiência em avaliações de IHC em geral.

Após a realização do teste piloto, o questionário foi enviado para quatro pesquisadores com experiência em avaliação de IHC e foi pedido que eles retornassem a planilha respondida dez dias após o recebimento do e-mail/convite.

6.1.1 Resultados da primeira avaliação

Dos quatro especialistas contatados, três retornaram a planilha respondida. Dois especialistas tinham mais de seis anos em experiência com avaliações de IHC e um tinha entre quatro e cinco anos de experiência. A Tabela 28 apresenta o resumo das informações dos respondentes do questionário.

Tabela 28 - Perfil dos especialistas em IHC da avaliação do CHASE

ID do especialista	Tipos de sistemas que já avaliou	Tipo de critérios de qualidade de uso avaliados	Possui conhecimento avançado de IHC	Experiência com UX	Experiência com IoT
ESP A	Web, Móvel, Ubíquo e IoT	Usabilidade	Avaliação da usabilidade	Não possui	Avaliação e Requisitos
ESP B	Desktop, Web, Móvel, Jogos, Interação 3D e Realidade Virtual	Acessibilidade Comunicabilidade Usabilidade UX	Acessibilidade, Engenharia Semiótica e End-user Development	Como professora.	Não possui.
ESP C	Desktop, Web, Móvel, Ubíquo, IoT, Vestível e Jogos	Acessibilidade Comunicabilidade Usabilidade UX	Avaliação da usabilidade e UX	Consultoria em empresas, projetos de desenvolvimento tecnológico, projetos científicos e ministrando aulas	Desenvolvimento e avaliação de soluções IoT

Fonte: elaborado pelo autor.

Apenas dois respondentes (ESP A e C) possuíam experiência com IoT e apenas um não apresentava experiência com UX. No entanto, todos os especialistas apresentavam experiência com avaliações de IHC em sistemas variados.

Quanto a avaliação dos itens de verificação, todos sofreram alteração com a revisão dos especialistas. A maioria das alterações era relacionada a uma melhor clareza do ponto de verificação e/ou do exemplo e a ter um enfoque melhor nos aspectos da UX. Todos os itens que

foram removidos já estavam presentes em outro item ou poderia ser unido com um item já existente. Os especialistas concordaram com a descrição de dez itens, parcialmente com cinco e sugeriram a remoção de quatro itens. A Tabela 29 apresenta os itens que foram parcialmente aprovados pelos especialistas ou removidos do *checklist*.

Tabela 29 - Itens de verificação removidos ou com a descrição parcialmente aprovada.

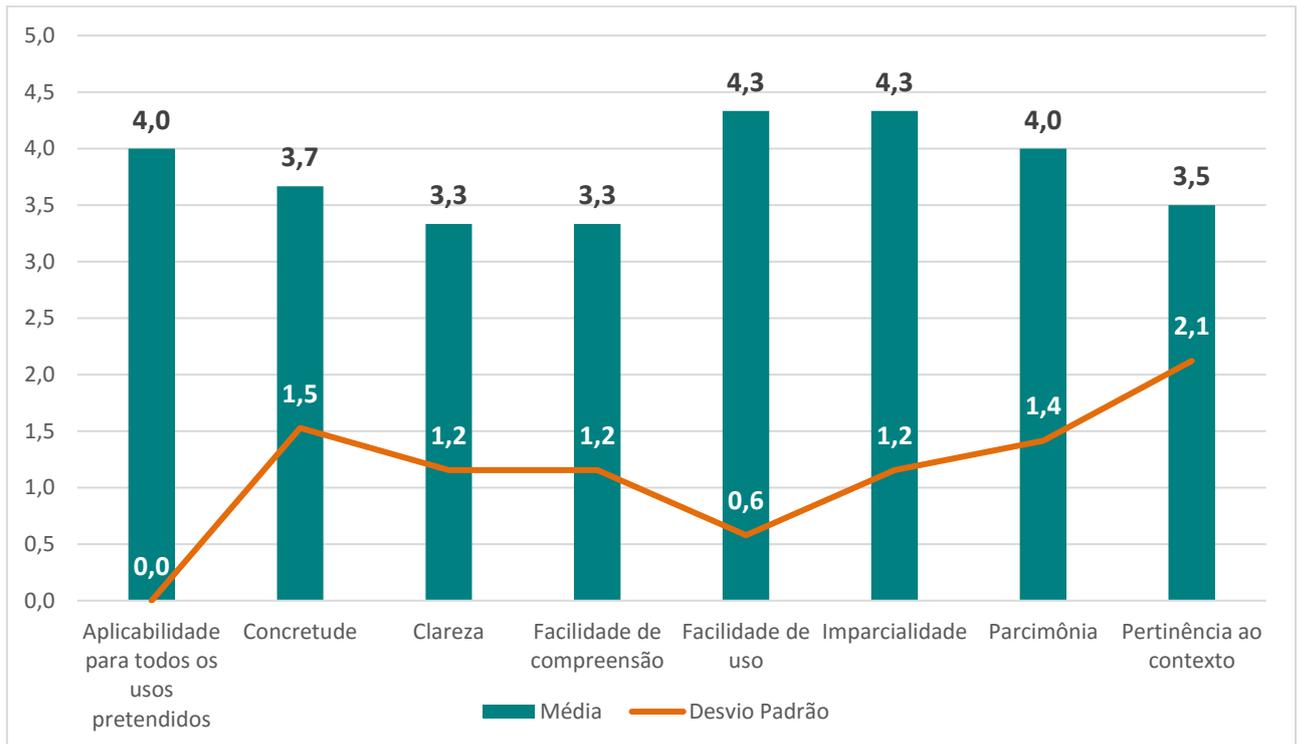
Itens de Verificação	Você concorda com a descrição do item?	Ações realizadas no item.
5. O usuário consegue manipular corretamente as “coisas” para atingir seus objetivos na execução da tarefa. (Ex.: Dar os comandos necessários para um serviço ser executado.)	Remover o item	Unir ao item 3.
7. O usuário comparou positivamente o sistema IoT com outros que já utilizou. (Ex.: Elogios quanto a uma funcionalidade parecida com um sistema que agrada ao usuário.)	Remover o item	A descrição do item está presente no item 1 do <i>checklist</i> .
8. O usuário comparou negativamente o sistema IoT com outros que já utilizou. (Ex.: Usuário recorda de situações frustrantes já vivenciada por ele causada por alguma falha ou problema ocasionado pelo sistema IoT durante a avaliação.)	Remover o item	A descrição do item está presente no item 2.
9. O usuário não identificou problemas no sistema IoT ocasionados por falhas nas simulações do contexto previstas na avaliação. (Ex.: Mudança de tarefa.)	Parcialmente	Reescrever o item de acordo com as orientações dos revisores.
12. O usuário não consegue programar as ações disponíveis no sistema IoT, durante a execução de uma tarefa. (Ex.: Programar que circunstâncias um serviço deve ser executado.)	Remover o item	Unir ao item 11.
13. As regras configuradas pelo usuário são conflitantes com as regras de funcionamento do sistema IoT. (Ex.: As luzes da casa só ligam a parti das 18h, mas em um dia nublado, o ambiente fica muito escuro e o usuário não consegue ligar as luzes devido à restrição do sistema IoT.)	Parcialmente	Reescreve o item e melhorar, vê se precisa quebrar em dois itens devido a quantidade de informações na descrição e no exemplo.
15. O sistema não se adapta corretamente às mudanças de contexto para oferecer serviços ou funcionalidades ao usuário.	Parcialmente	Reescrever o item de forma positiva e com o enfoque na UX + do que na usabilidade.
18. As regras de serviços interdependentes do sistema IoT não funcionaram corretamente entre as “coisas.” (Ex.: Aos abrir a porta, as luzes do ambiente deveriam acender, mas não acendem.)	Parcialmente	Reescrever o item de forma positiva, direta e com o enfoque na UX + do que na usabilidade.
19. O sistema IoT não realizou as ações previamente programadas pelo usuário. (Ex.: Sistema IoT falha ao executar em um serviço ao usuário.)	Parcialmente	Retirar item, unir ao item 18 e colocar o enfoque na UX.

Fonte: elaborado pelo autor.

Todos os campos a serem preenchidos pelo avaliador apresentados na primeira versão foram aprovados pelos especialistas. No entanto, o ESP B sugeriu a inclusão da opção “parcialmente” no campo “Essa situação ocorreu durante a avaliação do sistema IoT?”.

Em relação aos critérios de avaliação do *checklist* os respondentes através de uma escala *likert* de cinco pontos, onde um era discordo fortemente e cinco concordo fortemente. Caso preferisse, o respondente poderia colocar a opção “Não sei” no critério. A Figura 24 apresenta a avaliação final de cada critério através da média e do desvio padrão.

Figura 24 - Avaliação dos critérios segundo a opinião dos especialistas em IHC



Fonte: elaborado pelo autor.

Os valores gerados para cada critério variam de um a cinco devido ao número de pontos escala *likert* escolhida, tendo como base o estudo conduzido por Martz (2010). Quanto ao valor da média, quanto mais próximo de cinco melhor o *checklist* atende ao critério. Em relação ao desvio padrão, quanto mais próximo de zero, evidencia um consenso maior entre a opinião dos especialistas sobre o critério. Os critérios melhor avaliados foram aplicabilidade para todos os usos pretendidos e facilidade de uso, que demonstraram maior consenso entre os especialistas. Parcimônia e Pertinência ao contexto apresentaram desvio padrão alto devido a um dos especialistas (ESP A) ter marcado a opção “não sei” nesses critérios. Já os critérios concretude, clareza e facilidade de uso obtiveram um desvio padrão alto, devido à descrição dos itens e/ou dos exemplos estarem confusa, se confundindo com a descrição de outros itens, pontos já comentados na avaliação dos itens do CHASE. Apesar da variação entre a opinião

dos especialistas, a média foram todas acima de três, o que apresenta uma boa avaliação do instrumento, já que uma avaliação abaixo de três seria considerada com um viés mais negativo.

Em relação aos aspectos gerais do *checklist*, a Tabela 30 apresenta as impressões dos especialistas quanto aos pontos positivos, negativos, ausentes e que precisam melhoria.

Tabela 30 - Visão dos especialistas sobre a versão inicial do CHASE

Aspectos	Opinião dos especialistas
Positivos	É curto e simples. Não requer muito conhecimento na área. Indica problemas de IoT e seus impactos na UX que poderiam passar despercebido por avaliadores inexperientes.
Negativos	Melhorar a descrição dos itens e dos exemplos para auxiliar avaliadores inexperientes, pois podem ter dificuldade em entendê-los. Alguns itens estão com forte direcionamento para a usabilidade, seria melhor reescrevê-los com o foco na UX.
O que está faltando?	“Apesar de ser bom manter itens que falam de tarefas, corretude na execução e atingir objetivos (todos de usabilidade), é importante inserir (ou transformar alguns dos itens) em itens mais específicos de UX, abrangendo aspectos como prazer, dominância, sentimento de controle, estímulo, atratividade etc.”
O que precisa melhorar?	Descrição dos itens e dos exemplos pode ser mais simples e direta. Padronizar a forma de escrita dos itens (positiva ou negativa) para que fique claro se o <i>checklist</i> é uma lista de itens desejados ou indesejados.

Fonte: elaborado pelo autor.

Os especialistas consideraram como principais aspectos positivos a simplicidade do instrumento, não ter exigência de um conhecimento profundo na área, organização das categorias e subcategorias. Os pontos negativos foram a descrição confusa dos itens e dos exemplos, que foram apontados também como pontos a melhorar também. Com relação ao que estava faltando os respondentes consideraram necessário um melhor direcionamento dos itens relacionados aos aspectos subjetivos da UX.

Assim, baseado nas sugestões dos especialistas foram criados onze itens de verificação todos relacionados à categoria *human-thing* e às subcategorias *aspectos gerais de UX* (seis novos itens) e *sensibilidade ao contexto* (cinco novos itens). A Tabela 31 apresenta os itens de verificação criados a partir do *feedback* dos especialistas.

Tabela 31 - Itens de verificação criados a partir das revisões dos especialistas

<i>Human-Thing Interaction</i>	
<i>Aspectos Gerais da UX</i>	<i>Sensibilidade ao contexto</i>
O usuário parece estar satisfeito com a aparência do sistema IoT (o aspecto visual das "coisas" e da interface, se houver, agrada o usuário) Ex. comentários a respeito das cores, formas e textura das coisas e da interface.	As mudanças de contexto ocorrem de forma fluída e mantém o fluxo da tarefa realizada pelo usuário.
O usuário se sente estimulado a explorar as ações e os serviços que o sistema IoT pode realizar. Exemplo: O usuário se sente confortável em explorar as funcionalidade e serviços oferecidos pelo ambiente IoT.	As simulações e mudanças de contexto ocorrem de acordo com as expectativas do usuário.
O sistema IoT fornece ao usuário um sentimento de controle sobre as ações realizadas, mesmo que as ações não estejam sobre o controle real do usuário. Exemplo: Automação de serviços ocorre de forma a não ferir a liberdade do usuário.	As simulações de contexto durante a avaliação ocorrem de acordo com as expectativas do usuário.
O usuário demonstra emoções positivas durante a interação com o sistema IoT. Exemplo: alegria e entusiasmo	O usuário mantém o sentimento de controle ao ocorrer uma mudança de contexto na avaliação e o sistema IoT se adaptar proativamente a ela, mudando seu estado.
O usuário demonstra emoções negativas durante a interação com o sistema IoT. Exemplo: tristeza, insegurança e medo.	O usuário se sente confortável perante as adaptações proativas do sistema IoT acionadas devido a mudanças de contexto.
A ação do sistema IoT atende a expectativa do usuário durante a realização de uma tarefa na avaliação. Exemplo: ligar e desligar uma coisa, um serviço funcionar como o usuário espera.	

Fonte: elaborado pelo autor.

6.1.2 Versão intermediária do CHASE

Após a realização dos ajustes e melhorias apontados pelos especialistas de IHC, o CHASE passou a apresentar 25 pontos de verificação e foi formatado seguindo as recomendações de Bichelmeyer (2003). As recomendações são apresentadas em formato de *checklist* e se organizam em cinco categorias (BICHELMAYER, 2003): contexto, conteúdo, estrutura, imagens (se utilizar) e usabilidade. Um fragmento da nova versão do *checklist* da categoria *Human-Thing* da subcategoria *sensibilidade ao contexto* é apresentado na Figura 25.

Figura 25 - Fragmento da versão intermediária do CHASE

2.Human Thing-Interaction - Sensibilidade ao Contexto	<i>Essa situação ocorreu durante a avaliação?</i>	<i>Quais tarefas?</i>
2.1 As simulações de contexto previstas na avaliação funcionaram corretamente.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
2.2 As simulações e mudanças de contexto ocorrem de acordo com as expectativas do usuário.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
2.3 As simulações de contexto durante a avaliação ocorrem de acordo com as expectativas do usuário.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
2.4 O usuário mantém o sentimento de controle ao ocorrer uma mudança de contexto na avaliação e o sistema IoT se adaptar proativamente a ela, mudando seu estado.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
2.5 O usuário se sente confortável perante as adaptações proativas do sistema IoT acionadas devido a mudanças de contexto.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
2.6 As mudanças de contexto ocorrem de forma fluida e mantém o fluxo da tarefa realizada pelo usuário.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
Observações:		

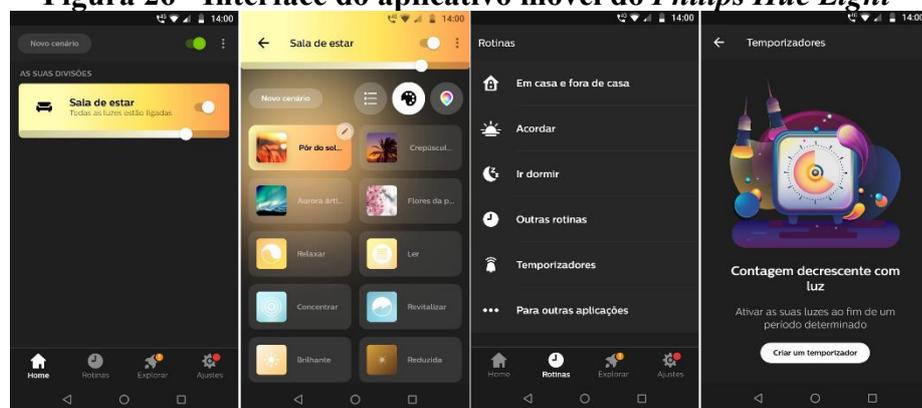
Fonte: elaborado pelo autor.

Não houve alterações no modo de uso do CHASE como explicado com detalhes na Seção 5.1.3. O *checklist* ficou com alguns itens com uma quantidade de texto considerável. Temendo prejudicar a observação, por exigir concentração na leitura dos itens e o observador perder alguma reação importante do usuário, foi elaborado duas versões do *checklist*, uma com e outra sem exemplos. A versão intermediária do CHASE pode ser encontrada no Apêndice B.

6.2 Segunda avaliação: da UX em um ambiente IoT

A segunda avaliação do CHASE ocorreu por meio de uma avaliação da UX de um ambiente IoT com as luzes inteligentes do *Philips Hue Light (PHL)*, a interface móvel do aplicativo é apresentada na Figura 26.

Figura 26 - Interface do aplicativo móvel do *Philips Hue Light*



Fonte: *Philips Hue Light* versão 3.9.0.

Dessa forma, avaliadores com experiência em realizar avaliações de IHC foram convidados a utilizar o *checklist* proposto nesta dissertação e prover *feedbacks* com relação a seu uso em uma avaliação de UX em um ambiente IoT. Três avaliadores foram convidados a participar da avaliação do *checklist*. A segunda avaliação¹⁰ ocorreu por meio das seguintes etapas:

- i. Explicação dos objetivos da pesquisa, de como seria conduzido a avaliação e assinatura do termo de consentimento;
- ii. Treinamento para nivelamento dos especialistas com conceitos relacionados a IoT e a UX. O treinamento se dava por meio de uma apresentação com o apoio de *slides* de 10 a 15 minutos sobre os conceitos UX e IoT, assim como conceitos específicos trabalhados no *checklist* como dimensão pragmática e hedônica, programabilidade e sensibilidade ao contexto;
- iii. Familiarização livre do especialista com o instrumento de avaliação, sem intervenção ou explicação do pesquisador que conduzia a avaliação do CHASE;
- iv. Uso do instrumento através da avaliação da UX de um ambiente IoT;
- v. Avaliação do CHASE por meio de questionário; e
- vi. Entrevista semi-estruturada para coletar impressões dos especialistas sobre o uso do CHASE na avaliação.

A avaliação da UX que ocorria dentro da segunda avaliação do CHASE estava organizada em cinco etapas:

- i. Assinatura do termo de consentimento;
- ii. Questionário de coleta de dados demográficos e experiência com tecnologia;
- iii. Sete tarefas a serem realizadas no ambiente com três luzes do PHL:
 1. Ligar as luzes;
 2. Ajustar intensidade da lâmpada para 65%;
 3. Modificar a cor das luzes para uma cor de sua preferência;
 4. Escolher um tema de cores que lhe agrade;
 5. Programe o horário das luzes acenderem e apagarem;

¹⁰Todos os instrumentos utilizados na avaliação com os especialistas e com o usuário utilizando o PHL estão disponíveis no link: <https://goo.gl/uHFkks>

6. Configure para as luzes apagarem daqui a 1 min; e
 7. Configure para as luzes acenderem daqui a 1 min.
- iv. Aplicação de dois questionários de UX: a versão português do *User experience questionnaire* (COTA et al., 2014) e o SAM (BRADLEY e LANG, 1994);
 - v. Entrevista semi-estruturada com três perguntas acerca da experiência com o PHL.

Após a observação e o uso com o *checklist*, o especialista respondia um questionário que era composto da pelas questões das duas últimas seções do questionário aplicado na primeira avaliação do CHASE descrito na Seção 6.1. As questões eram referentes aos critérios de Stufflebeam (2000) e a coleta da experiência dos participantes com avaliação de IHC, UX e IoT. Por fim, o avaliador participava de uma entrevista semi-estruturada era composta de duas perguntas:

- a. Você utilizaria esse instrumento proposto?
- b. Você sentiu dificuldade de utilizar o CHASE sem os exemplos?

Durante a avaliação do CHASE foi observado que o *checklist* com os exemplos ficou com alguns itens de verificação com uma quantidade de texto considerável, acarretando uma maior dificuldade de observação da interação do usuário com o ambiente IoT. Dessa forma, foi investigada a possibilidade de deixar os exemplos só como materiais de estudo para o avaliador. Após as duas perguntas, o especialista era convidado a falar suas impressões sobre o instrumento, quais sugestões e melhorias ele havia identificado.

6.2.1 Resultados da segunda avaliação

Os resultados apresentados nesta seção são relacionados à segunda avaliação do CHASE com avaliadores de IHC. Dessa forma, a avaliação da UX em um ambiente com o PHL não foi considerada diretamente para esta avaliação do instrumento, pois não se está comparando ou avaliando a eficiência do *checklist* com outros instrumentos de avaliação.

Três avaliadores participaram da segunda avaliação do CHASE, a Tabela 32 apresenta as informações relacionadas à experiência dos participantes com avaliações com a participação direta do usuário. Todos os participantes apresentavam uma familiaridade com avaliações de IHC e UX, mas nenhum possuía experiência com IoT.

Tabela 32 - Perfil dos participantes da segunda avaliação do CHASE.

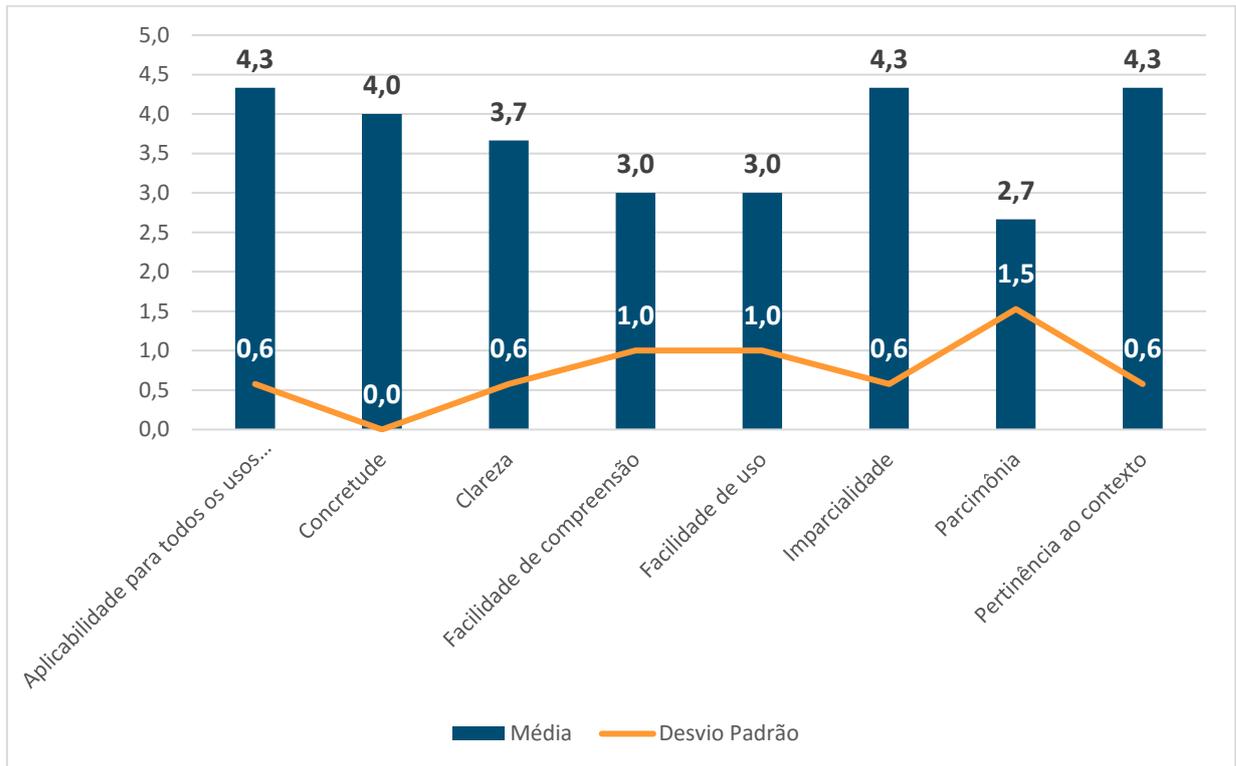
<i>ID do avaliador</i>	<i>Experiência com avaliação de IHC</i>	<i>Tipos de sistemas que já avaliou</i>	<i>Tipo de critérios de qualidade de uso avaliados</i>	<i>Possui conhecimento avançado de IHC</i>	<i>Experiência com UX</i>	<i>Experiência com IoT</i>
<i>AVALIADOR I</i>	Entre cinco e seis anos Participou de + 50 avaliações de IHC	Desktop, Web e Móvel	Acessibilidade Comunicabilidade Usabilidade UX	Avaliação da usabilidade e levantamento de requisitos	Processo global de design; criação de novos produtos e avaliação	Não possui.
<i>AVALIADOR II</i>	Entre quatro e cinco anos Participou de + 20 avaliações IHC	Desktop, Móvel, ubíquo e jogos	Usabilidade UX	Avaliação da usabilidade e um pouco de UX	Avaliação de UX de apps móveis e ubíquos Estudo em avaliação da UX em jogos e <i>player experience</i> .	Não possui.
<i>AVALIADOR III</i>	Entre cinco e seis anos Participou de + 7 avaliações de IHC	Desktop, Web, Móvel e Ubíquo	Usabilidade UX	Avaliação da usabilidade e UX	Avaliação de apps moveis e ubíquos	Não possui.

Fonte: elaborado pelo autor.

Cada participante observou com o apoio do CHASE dois usuários interagindo com um ambiente IoT. O AVALIADOR I realizou a observação sozinho de dois usuários. Já os AVALIADOR II e AVALIADOR III realizaram a observação dos mesmos usuários devido a disponibilidade de agenda dos especialistas. Ao todo quatro usuários (dois homens e duas mulheres) distintos foram observados durante a segunda avaliação do CHASE.

Em relação a avaliação do *checklist*, a Figura 27 apresenta o resultado dos critérios de Stufflebeam (2000). O questionário foi interpretado seguindo os mesmos procedimentos da primeira avaliação do CHASE.

Figura 27 - Avaliação dos critérios da segunda avaliação do CHASE.



Fonte: elaborado pelo autor.

Dos oito critérios, sete apresentaram uma avaliação de média positiva para os critérios. A maioria dos critérios apresentou um bom alinhamento dos especialistas, como é possível identificar pelos resultados do desvio padrão, com exceção dos critérios de facilidade de uso, facilidade de compreensão e parcimônia. Os critérios de facilidade de uso e compreensão foram afetados por alguns itens que foram considerados redundantes e confusos. Já a parcimônia foi mal avaliada devido ao formato do *checklist*, que não foi bem avaliado principalmente pelo AVALIADOR I, o que ocasionou a diferença alta na média e no desvio padrão. Essa avaliação foi importante para a melhoria e aprimoramento do CHASE de modo prático.

A Tabela 33 apresenta os aspectos positivos e negativos da *versão intermediária do CHASE* listados pelos avaliadores. O principal aspecto positivo está com relação a guiar a conduzir o avaliador a perceber aspectos de UX e IoT. Esses aspectos positivos são essenciais para auxiliar os avaliadores inexperientes, cujo é principal público do CHASE. Como pontos negativos são descritos aspectos com relação ao formato do *checklist* para a aplicabilidade de alguns itens de verificação. Tais observações foram importantes para a elaboração da nova versão do *checklist*.

Tabela 33 – Consolidação dos aspectos positivos e negativos do CHASE

Aspectos	Opinião dos avaliadores
Positivos	<ul style="list-style-type: none"> • Bom guia para planejar a avaliação. • Auxilia na organização do pensamento e a guiar atenção para pontos relevantes. • Levantar aspectos específicos da IoT como as interações <i>thing-thing</i> e <i>sensibilidade ao contexto</i>. Levantar os aspectos de UX considerando o estado emocional do usuário. Trabalhar com avaliação de expectativas do usuário versus conseguir realizá-la no sistema IoT.
Negativos	<ul style="list-style-type: none"> • Há dificuldade de utilizar o instrumento durante a aplicação, pois cada tarefa do teste pode levantar problemas nos diversos itens do <i>checklist</i>. No modelo atual do instrumento, fica difícil passear pelos itens do <i>checklist</i> ao mesmo tempo em que observa o usuário. • Fiquei em dúvida com as questões de contexto. • O <i>checklist</i> exige um pouco mais de experiência com o instrumento para ficar mais fácil o uso.

Fonte: elaborado pelo autor.

A Tabela 34 apresenta os aspectos considerados ausentes e a melhorar do *checklist*. A inclusão do estado parcialmente e a opção de organizar os itens por tarefa foi considerado os elementos mais faltosos do instrumento. Os aspectos a melhorar estão relacionados principalmente a formatação, estrutura e redundância de itens como os 2.2 e 2.3 da versão intermediária do CHASE descrita no apêndice B.

Tabela 34 – Consolidação dos aspectos a melhorar e ausentes do CHASE

Aspectos	Opinião dos avaliadores
O que está faltando?	<ul style="list-style-type: none"> • Senti falta de uma opção parcialmente. • Poderia testar organizar os itens por tarefa.
O que precisa melhorar?	<ul style="list-style-type: none"> • Alguns itens poderiam ser mais claros • Colocar espaço para observações por itens. • Ver se os itens 2.2 e 2.3 não estão redundantes. • Item 1.4 ver a parte do "atendendo" • O modelo de formatação do instrumento, para que seja possível utilizá-lo enquanto acompanha o usuário utilizando o artefato. Por exemplo: destacar palavras-chave que facilitam encontrar o item varrendo os olhos. • Destacar os itens positivos e negativos por meio de cores (verde, vermelho). • Dividir o formulário para que seja possível avaliar cada atividade. Colocar um item de avaliação quantitativa, no estilo dos graus de severidade. • Pensar em uma versão eletrônica, como numa planilha de excel, para que seja mais fácil de anotar as observações do que escrevendo. • Deixar mais claro os itens N/A.

Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto aos resultados das entrevistas, todos os avaliadores afirmaram que utilizariam o instrumento de avaliação. Além disso, dois avaliadores de IHC comentaram que

seria melhor deixar os exemplos como materiais de apoio para os avaliadores da UX, enquanto o avaliador com maior experiência em avaliação (AVALIADOR I), afirmou que seria bom ter uma versão com exemplos. Assim, foi decidido que seria interessante apresentar versões do instrumento com e sem os exemplos para se adequar a preferência do avaliador.

Os avaliadores sugeriram que o instrumento tem potencial de auxiliar o avaliador a conduzir o usuário através do uso do protocolo *thinking aloud* (HAUSER, 1989). No entanto, é importante reforçar que o avaliador precisa ter experiência e cuidado para não influenciar e induzir o usuário a apresentar um comportamento ou realizar comentários que ele não falaria naturalmente. Em caso de dúvida, a recomendação é que não interfira no comportamento do usuário para não comprometer a validade da avaliação. Dessa forma, foi identificada a necessidade de um guia de uso com instruções de como utilizar o *checklist* no contexto de uma avaliação de UX no ambiente IoT. As observações e sugestões dos participantes das avaliações do CHASE auxiliaram a geração da nova versão do *checklist*, assim como na elaboração do guia de uso.

6.3 Discussão dos resultados das avaliações do CHASE

As duas avaliações realizadas no CHASE foram importantes para a coleta e análise de impressões e sugestões de melhorias do instrumento. Enquanto a primeira avaliação realizada por meio de um questionário coletou informações com um viés mais teórico, focando em aspectos como a organização e estruturação do *checklist* em categorias e subcategorias, a forma de escrita dos itens de verificação e os aspectos teóricos de IoT e de UX cobertos pelo instrumento de avaliação. Após a correção dos aspectos que precisavam de melhorias ocorreu uma nova análise do *checklist* com uma abordagem diferente da utilizada na primeira versão do CHASE.

A segunda avaliação obteve informações mais práticas do uso do CHASE por meio de uma avaliação real de UX em um ambiente IoT com usuários reais. Dessa forma, as duas avaliações buscaram analisar de forma complementar aspectos teóricos e práticos do CHASE. Enquanto os resultados da primeira avaliação se concentraram na melhoria das descrições dos itens de verificação, a segunda avaliação resultou em uma melhor organização e aplicabilidade do CHASE durante uma avaliação.

Os oito critérios de avaliação propostos por Stufflebeam (2000) foram um ótimo guia para a identificação e análise dos pontos fortes e fracos das versões avaliadas do CHASE, pois conduzia más críticas e sugestões feitas em ambas as avaliações do instrumento, porém de

forma mais evidente na resposta dos especialistas de IHC da primeira avaliação. Por exemplo, itens de verificação mal escritos, impactaram diretamente em critérios de avaliação como clareza, concretude, compreensão e facilidade uso. Outro exemplo que deixou clara a relação dos pontos de melhoria apontados pelos especialistas e os critérios foram as ressalvas na organização e distribuição dos campos a serem preenchidos pelo avaliador que não sofreu grandes alterações na primeira avaliação, mas afetou negativamente a nota do critério de parcimônia na segunda avaliação, pois pareceu um pouco confuso e complexo o preenchimento dos campos da forma como estavam durante a observação do usuário interagindo com o ambiente IoT.

Outro aspecto importante e primordial nas avaliações do CHASE foi solicitar aos avaliadores que descrevessem os pontos positivos, negativos, ausentes e a melhorar do *checklist*, pois permitiu nas duas avaliações um melhor controle dos principais pontos a serem trabalhados no instrumento. Os avaliadores apresentaram um ótimo consenso em relação aos aspectos avaliados, principalmente nos pontos considerados ausentes e de melhoria. Entre esses últimos o que mais se destacou foi a ausência do campo “parcial” para o controle adequado das situações descritas nos itens de verificação do instrumento.

O grupo de participantes da segunda avaliação apresentou uma maior preocupação em aspectos relacionados à interpretação dos dados reportados pelo *checklist*. Esse cuidado ganhou maior atenção foi devido à avaliação da UX em um ambiente IoT intensificarem essa preocupação de como interpretar os dados coletados na avaliação. No entanto, é importante ressaltar que o primeiro grupo de especialistas sugeriu melhorias para facilitar a interpretação do *checklist*, mas sem certas percepções que só a aplicação do instrumento em uma avaliação real pode proporcionar. O ponto de melhoria que mais se destacou na segunda avaliação foi a sugestão de adotar uma escala de “severidade”, recurso comum em avaliações heurísticas (NIELSEN e MOLICH, 1990), para cada item de verificação do CHASE. O recurso foi sugerido para auxiliar na priorização dos itens mais problemáticos durante a observação do usuário.

Dessa forma, a evolução proporcionada pelas duas avaliações, resultou na geração de uma versão do CHASE mais madura. Além disso, a versão resultante de ambas as avaliações pode direcionar melhor a visão dos avaliadores desde o planejamento, execução e interpretação dos dados da avaliação de UX através do seu guia de uso. Esse guia é essencial para avaliadores da academia e da indústria com pouca experiência na avaliação de UX em um ambiente IoT, público para quem se destina o CHASE. Os resultados das duas avaliações reforçaram de forma

positiva a organização do *checklist* em duas categorias (*human-thing* e *thing-thing*) e em três subcategorias (aspectos gerais da UX, sensibilidade ao contexto e programabilidade).

6.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou e descreveu os resultados das duas avaliações realizadas no CHASE, um *checklist* de avaliação da UX em ambientes IoT. A primeira avaliação do *checklist* aconteceu através de um questionário composto com questões explorando aspectos a serem melhorados nos itens de verificação, da organização e estrutura do instrumento. O questionário foi respondido por três pesquisadores de IHC, que avaliaram o *checklist* também através de oito critérios de avaliação propostos por Stufflebeam (2000) e elencando aspectos positivos, negativos, ausentes e a melhorar descritos por Martz (2010). A partir do *feedback* dos avaliadores, uma nova versão do CHASE foi proposta com 25 itens de verificação e com melhorias na estrutura.

A segunda avaliação do *checklist* foi feita através da aplicação do *checklist* em uma avaliação da UX em um ambiente IoT. A avaliação ocorreu em um ambiente controlado com o sistema de luzes inteligentes *Philips Hue Light*. Um conjunto de três avaliadores experientes em avaliação de UX observou o comportamento do usuário com o *checklist*. Através de um questionário e uma entrevista semi-estruturada foram coletadas a opinião dos avaliadores acerca do instrumento proposto. Dessa forma, modificações na estrutura e descrição de seis itens de verificação foram feitas para atender as observações e sugestões de melhoria dos especialistas.

Por fim, os resultados das avaliações auxiliaram na elaboração da versão final do CHASE descrita no Capítulo 7.

7 GUIA DE USO DO CHASE

Neste capítulo é descrita o guia de uso do CHASE para auxiliar avaliadores de IHC na utilização do instrumento em avaliações de UX no ambiente IoT. Na Seção 7.1 é descrito em que contexto e características é indicada a utilização do CHASE. Já a Seção 7.2 é apresentado como o checklist pode ser utilizado em uma avaliação de UX no ambiente IoT. A Seção 7.3 descreve os aspectos de IoT e UX presentes no CHASE direcionado principalmente a avaliadores sem muita experiência na avaliação de ambientes IoT e/ou UX. A organização e a estrutura do *checklist* são descritas na Seção 7.4. As considerações finais do guia de uso são apresentadas na Seção 7.5.

7.1 Condições de aplicação do CHASE

O CHASE serve como um instrumento que facilita a avaliação da experiência do usuário em ambientes IoT. Como mencionado no corpo desta dissertação, as avaliações nesses ambientes podem ser custosas, avaliadores inexperientes podem ter dificuldade em identificar quais aspectos no comportamento do usuário e do ambiente IoT devem ser priorizados e observados nessas avaliações. Assim, o CHASE deve ser utilizado com métodos de avaliação empíricos, visto que ela auxilia na observação do comportamento do usuário ao interagir com o ambiente IoT, identificando as características que impactam o usuário de maneira positiva e negativa. Além disso, como identificado neste trabalho e por Maia e Furtado (2016) as avaliações de UX ocorrem com predominância de métodos empíricos.

Partindo desse cenário, o CHASE pode auxiliar membros da academia e da indústria que não possuam familiaridade com ambientes IoT e/ou UX. Avaliadores mais experientes podem utilizar como ferramenta de apoio na observação da interação do usuário, enquanto os menos experientes podem o utilizar como um guia do que observar durante a avaliação. O CHASE é um instrumento que pode ser aplicado na avaliação de protótipos funcionais ou produtos em estágio de desenvolvimento avançado ou finalizado. O momento da utilização do *checklist* pode variar de acordo com a metodologia de desenvolvimento escolhida para a implementação do ambiente IoT e do momento destinado no projeto para avaliação com o usuário final, sendo elas no decorrer ou no final do desenvolvimento da aplicação IoT. Dessa forma, dentro do ciclo de desenvolvimento de *software* tradicional o uso do CHASE pode ocorrer nas fases de teste ou evolução do *software*.

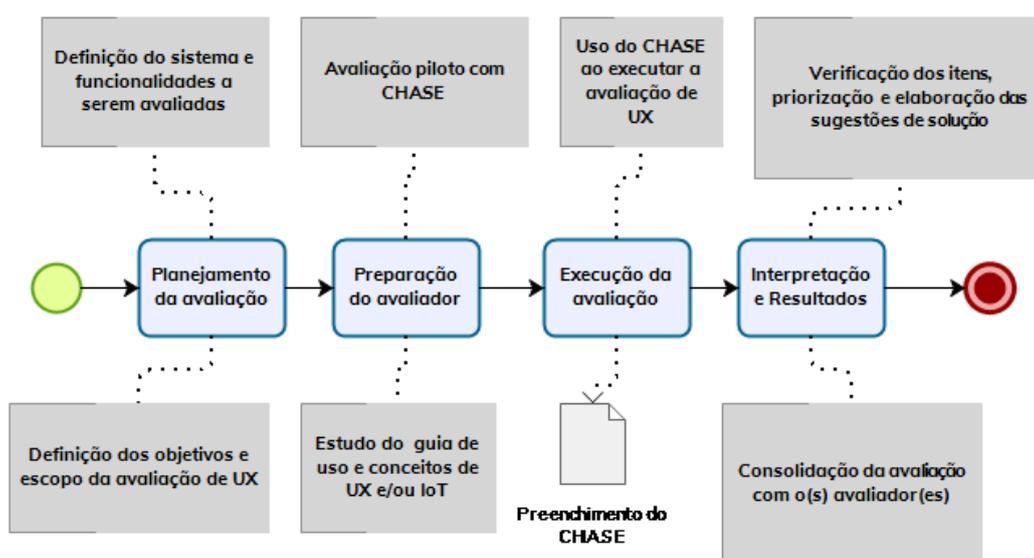
As avaliações do CHASE demonstram bons resultados quanto à aplicação do instrumento em ambientes controlados, entretanto, ainda é necessário expor o instrumento a diversos tipos de avaliação para verificar aspectos não identificados nesta pesquisa e comprovar sua eficácia em outros ambientes IoT controlados. Um procedimento similar deve ser adotado também ao realizar avaliações em ambiente IoT não controlados. Dessa forma, verificando o comportamento do instrumento nessas avaliações será possível identificar a necessidade ou não de atualização do *checklist*, ocasionando em uma nova versão do CHASE. As principais diferenças em avaliações em ambientes controlados e não controlados são discutidas por Rogers, Sharp e Preece (2013).

Em sua versão final o CHASE é composto de 26 itens de verificação organizados em duas categorias de interação (*human-thing* e *thing-thing*) e três subcategorias (aspectos gerais da UX, sensibilidade ao contexto e programabilidade). Além disso, o *checklist* acompanha um conjunto de recomendações direcionadas para a realização da avaliação, do manuseio do *checklist* e para a sua impressão.

7.2 Como utilizar o CHASE em uma avaliação de UX em um ambiente IoT

A aplicação do CHASE em uma avaliação da UX de um ambiente IoT pode ser organizada em quatro passos, que são descritos na Figura 28.

Figura 28 – Etapas do guia de uso do CHASE



Fonte: elaborado pelo autor.

A primeira etapa é o *planejamento da avaliação* quando o avaliador deve organizar como será a avaliação da UX a ser executada. Dessa forma, o avaliador deve:

- Definir o escopo da avaliação. O avaliador precisa descrever os objetivos da avaliação, os aspectos de UX a serem considerados, qual o ambiente IoT e as funcionalidades que serão avaliadas;
- Averiguar o funcionamento e configuração dos objetos inteligentes e sensores que serão utilizados pelo ambiente IoT. Essa averiguação é necessária principalmente para garantir o correto funcionamento dos componentes do ambiente IoT. Além disso, deve-se verificar quais e quantas simulações de contexto serão necessárias durante a avaliação. Os avaliadores devem considerar quais tarefas o usuário realizará no ambiente IoT ao realizarem essa averiguação; e
- Definir o número de observadores que utilizarão o CHASE na avaliação de UX. As próximas etapas auxiliaram os observadores a compreenderem como usar o CHASE.

A etapa após o planejamento é a de *preparação do avaliador* quando ocorre a familiarização dos avaliadores com o CHASE. Nessa fase é fortemente recomendado que sejam executadas as seguintes ações principalmente para avaliadores inexperientes em avaliações de UX em ambientes IoT. O avaliador deve:

- Estudar o CHASE de forma a compreender as definições de cada característica de UX e IoT disponibilizados no guia de uso CHASE. O avaliador deve entender bem a descrição de cada item de verificação e a forma de preenchimento do instrumento de avaliação.
- Executar avaliação piloto, observando a utilização do CHASE durante a avaliação. É indicada a realização de pelo menos duas avaliações pilotos para a familiarização do avaliador baseado nos resultados da segunda avaliação do CHASE. Esse passo se torna quase obrigatório no caso de avaliadores inexperientes em avaliações de UX no ambiente IoT. É importante destacar que não é possível delimitar uma ordem de observação dos itens do CHASE. Apesar da idiosincrasia de cada avaliador, o CHASE apresenta um conjunto de recomendações e uma organização que podem auxiliar o observador durante a avaliação.

- Verificar o funcionamento do ambiente IoT checando as configurações e o funcionamento dos objetos inteligentes, sensores, conexão com a Internet e a comunicação entre os objetos inteligentes do ambiente. Assim, verificando em caso de uso de ambientes controlados, se as simulações de contexto e as regras de funcionamento previstas no ambiente IoT estão com o funcionamento correto. As simulações e mudanças de contexto podem ser organizadas de acordo com as tarefas que o usuário terá de realizar, variando de acordo com os recursos e a complexidade da avaliação de UX a ser realizada no ambiente IoT. O avaliador precisa ter de forma clara como o contexto é percebido pelo ambiente IoT e os impactos que acarreta a UX;
- Verificar as quais as categorias, subcategorias e itens de verificação que não se aplicam ao escopo da avaliação ou do ambiente IoT; e
- Analisar se há necessidade de ajustes na avaliação. Dessa forma, revisando os métodos de avaliação e instrumentos escolhidos. Além do funcionamento do ambiente IoT, a execução das simulações contextuais e demais aspectos que envolverem a avaliação do ambiente IoT.

Na etapa de ***execução da avaliação*** o avaliador realiza a aplicação do CHASE ao observar o usuário interagindo com um ambiente IoT em uma avaliação real de UX. Nessa etapa os avaliadores devem:

- Registrar a avaliação de UX através do preenchimento do CHASE por cada observador. O avaliador pode registrar no próprio *checklist* impresso ou digitalizar os dados para manuseio em uma planilha eletrônica; e
- Verificar problemas e falhas do ambiente IoT relacionados a interação *thing-thing*. Por exemplo, falhas em sensores que ocasionaram problemas nas simulações de contexto e impedem dos objetos inteligentes presentes no ambiente IoT funcionarem adequadamente.

Após a execução da avaliação de UX com o apoio do CHASE é realizada a ***interpretação dos dados e sumarização dos resultados***. Nessa fase é importante:

- Interpretar os dados CHASE. Cada avaliador deve individualmente listar os itens de verificação, categorias, características de UX e IoT mais violados. Assim como listar as sugestões de melhorias de cada observador;

- Realizar a consolidação dos dados, em caso de mais de um avaliador, chegando a um consenso principalmente quanto às situações que ocorreram na avaliação e a severidade dos itens de verificação violados;
- Indicar possíveis soluções para os itens de verificação violados; e
- Elaborar um relatório resumindo os resultados da avaliação. Sugere-se fortemente que o relatório seja simples, direto e de fácil interpretação.

O guia de uso serve como um apoio para todos os avaliadores que decidem utilizar o CHASE em avaliações de UX em um ambiente IoT. Caso a avaliação possua mais de um observador, eles devem chegar um consenso com relação UX do ambiente IoT avaliado. O relatório da avaliação precisa apresentar seus cruzamentos de dados à listagem de itens violados, o número de itens de verificação violados por categoria do CHASE e por tarefa. É importante que os avaliadores auxiliem na melhora da UX do ambiente IoT através da lista de solução dos problemas identificados na avaliação.

7.3 Descrição dos aspectos de UX e IoT presentes no CHASE

Para as explicações a serem realizadas nesta seção, é necessário retomar a organização teórica do CHASE. A Tabela 35 apresenta as descrições das características e subcaracterísticas que estão disponíveis nas orientações do *checklist*.

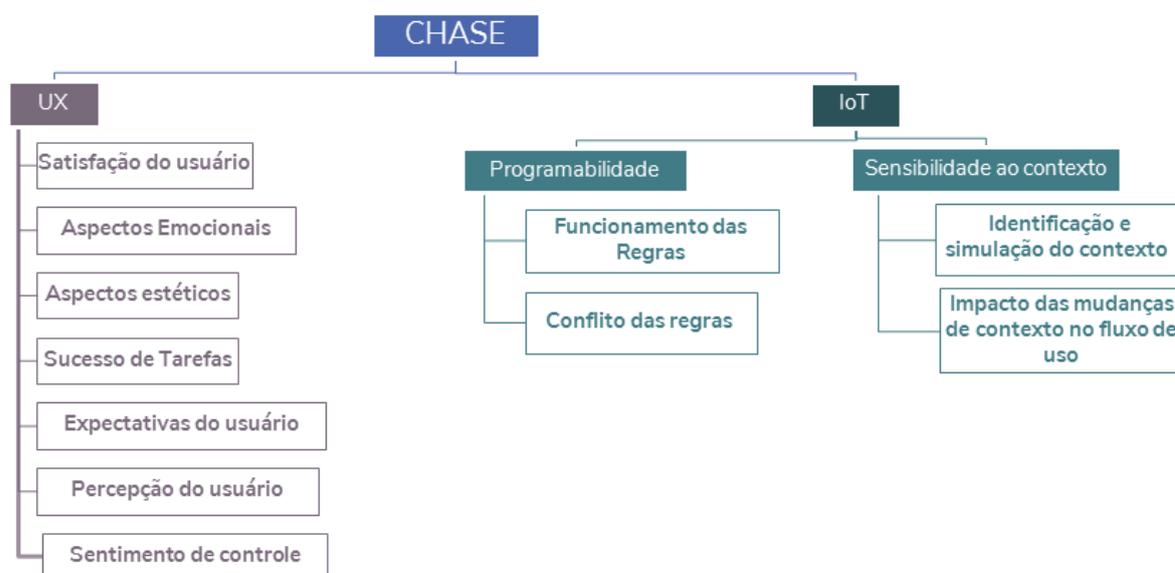
Tabela 35 - Explicação das categorias e subcategorias do CHASE

Categorias	Human-Thing Interaction	É a interação que ocorre entre os objetos inteligentes e o usuário. (Por exemplo, usuário liga a luz do ambiente através de um aplicativo).
	Thing-Thing Interaction	É a interação que se relaciona à intercomunicação entre os objetos inteligentes com o intuito de trocar informações e fornecer serviços aos usuários. (Por exemplo, ao abrir a porta, a iluminação do ambiente é ativada).
Subcategoria	Aspectos gerais de UX	Subcategoria ligada a satisfação do usuário, a identificação do controle do usuário sobre o ambiente IoT e a identificação de sua utilidade. <i>Só está presente na categoria Human-Thing.</i>
	Sensibilidade ao Contexto	Um sistema é sensível ao contexto se ele usa contexto para fornecer informações e/ou serviços relevantes para o usuário, a relevância depende tarefa do usuário.
	Programabilidade	As "coisas" podem assumir uma variedade de comportamento. No nível mais simples, um dispositivo programável é aquele que pode assumir uma variedade de comportamentos em um comando de usuário sem requerer alterações físicas.

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir das categorias e subcategorias durante a aplicação dos métodos que construíram e avaliaram o CHASE foram identificados, refinados e descritos os aspectos de UX e IoT presente nos itens de verificação do CHASE. É apresentado na Figura 29 os aspectos organizados em aspectos de UX (total de sete) e de IoT (total de quatro). O intuito de adicionar a descrição desses aspectos ao guia de uso é auxiliar e facilitar avaliadores inexperientes a compreender melhor os pontos de verificação do *checklist*.

Figura 29–Aspectos de UX e IoT cobertos nos itens de verificação do CHASE.



Fonte: elaborado pelo autor.

Os aspectos relacionados à UX permanecem conforme apresentado no referencial teórico deste trabalho e seguindo a visão dos *dezessete estudos identificados na revisão da literatura*. A seguir são apresentadas a definição de cada aspecto de UX presente no CHASE com sua devida descrição e referências da literatura. É importante ressaltar que os vários especialistas de IHC e IoT acabaram por contribuir para um melhor entendimento dos aspectos listados. Em caso de dificuldade no entendimento de algum aspecto, as referências podem ser consultadas para uma melhor compreensão de cada aspecto. A seguir são descritos os aspectos relacionados à UX:

- **Satisfação do usuário:** O conforto e a aceitabilidade do ambiente IoT para seus usuários.

Referências: ISO 9241-11 (1998), Hassenzahl e Tractinsky (2006), Wang et al. (2010), Strasser et al. (2012), Schroeter et al. (2013), Brajnik e Giachin (2014), Cai et al. (2015), Rowland et al. (2015), Ejupi et al. (2016) e Papetti et al. (2016).

- **Aspectos emocionais:** As emoções que são geradas no usuário durante e após a interação dele com o ambiente IoT.
Referências: Norman (2004), Hassenzahl e Tractinsky (2006), Carabalona et al. (2012), Huang, WU e LIU (2013), Brajnik e Giachin (2014), Harjumaa et al. (2014), Rowland et al. (2015) e Vaziri et al. (2016).
- **Aspectos estéticos:** O quão é agradável ao usuário as características visuais dos elementos que compõem o ambiente IoT.
Referências: Norman (2004), Hassenzahl e Tractinsky (2006), Kaila et al. (2012), Rowland et al. (2015) e Papetti et al. (2016).
- **Sucesso de tarefas:** O usuário consegue concluir a tarefa sem apresentar erros.
Referências: ISO 9241-11 (1998), Hassenzahl e Tractinsky (2006), Wang et al. (2010), Strasser et al. (2012), Schroeter et al. (2013), Brajnik e Giachin (2014), Cai et al. (2015), Rowland et al. (2015), Ejupi et al. (2016) e Papetti et al. (2016).
- **Expectativas do usuário:** O nível em que o ambiente IoT consegue se comportar e se fazer perceber conforme o usuário espera.
Referências: Hassenzahl e Tractinsky (2006), Brajnik e Giachin (2014), Harjumaa et al. (2014), Herrmann et al. (2015), Rowland et al. (2015) e Callaway et al. (2016).
- **Percepção de usuário:** O usuário percebe as mudanças no ambiente de forma a contribuir para a construção de um entendimento correto e positivo sobre o funcionamento do ambiente IoT.
Referências: Hassenzahl e Tractinsky (2006), Strasser et al. (2012), Brajnik e Giachin (2014), Rowland et al. (2015), Callaway et al. (2016), Ejupi et al. (2016) e Papetti et al. (2016).
- **Sentimento de controle:** O nível de sensação de controle que o ambiente IoT fornece ao usuário através de suas ações, não apresentando um comportamento que seja considerado inapropriado ou invasivo pelo usuário.
Referências: Bradley e Lang (1994), Norman (2004), Hassenzahl e Tractinsky (2006), Kühnel et al. (2010), Kymäläinen et al. (2017) e Heidrich et al. (2011).

A explicação dos aspectos de IoT foram organizados de acordo com as características *sensibilidade ao contexto* e *programabilidade*. Em sensibilidade ao contexto os aspectos são:

- ***Identificação e simulação de contexto:*** O grau em que o ambiente IoT consegue perceber as informações do contexto de forma a suprir as necessidades e as preferências do usuário de forma positiva. As simulações contextuais auxiliam ao usuário a entender em quais situações o ambiente IoT pode suprir suas necessidades.

Referências: Wang et al. (2010), Strasser et al. (2012), Rowland et al. (2015), Harjumaa et al. (2014), Papetti et al. (2016) e Andrade et al. (2017).

- ***Impacto das mudanças de contexto no fluxo de uso:*** O grau em que o ambiente IoT consegue apresentar um uso sem mudanças bruscas de comportamento ou sem deixar o usuário confuso quanto ao que precisa ser feito. *Essa característica* está também relacionada à identificação do contexto, porém concentrado em questões relacionadas ao uso do ambiente IoT através de diferentes contextos que possam surgir nos cenários de uso da avaliação.

Referência: Wang et al. (2010), Strasser et al. (2012), Rowland et al. (2015), Harjumaa et al. (2014), Papetti et al. (2016) e Andrade et al. (2017).

Já relacionado aos aspectos presentes na característica de *programabilidade*:

- ***Funcionamento das regras:*** O grau em que o ambiente IoT consegue executar de corretamente as regras de funcionamento estabelecidas.

Referências: Kühnel et al. (2010), Strasser et al. (2012), Huang, WU e LIU (2013), Harjumaa et al. (2014), Cai et al. (2015), Rowland et al. (2015), Papetti et al. (2016) e Andrade et al. (2017).

- ***Conflito de regras:*** O grau de tratamento que o ambiente IoT resolve as situações de conflito entre as regras de funcionamento previamente configuradas.

Referências: Kühnel et al. (2010), Strasser et al. (2012), Huang, WU e LIU (2013), Harjumaa et al. (2014), Cai et al. (2015), Rowland et al. (2015), Papetti et al. (2016) e Andrade et al. (2017).

A partir da descrição dos aspectos descritos anteriormente, é possível ter uma melhor compreensão sobre os pontos a serem observados em cada característica e item de verificação do CHASE. Tais aspectos não se caracterizam como uma contribuição original do trabalho para a literatura, mas como uma discussão e uma sumarização dos aspectos já discutidos pela comunidade científica na literatura e presentes nas referências mencionadas na descrição de cada aspecto.

7.4 Organização e estrutura do CHASE

O instrumento de avaliação apresenta um aspecto visual organizado com o objetivo de melhorar o manuseio e preenchimento do *checklist* durante a observação do usuário no ambiente IoT. Cada categoria e subcategoria foram organizadas em módulos no instrumento, recebendo uma cor distinta, auxiliando o avaliador a se localizar facilmente entre as subcategorias do CHASE.

A descrição de cada item de verificação recebeu destaque em palavra-chave, facilitando a identificação da ideia geral do item durante a avaliação. O destaque recebeu a mesma cor da categoria para auxiliar o manuseio do instrumento. A Figura 30 apresenta um exemplo da organização visual do CHASE em módulos e por cores.

Figura 30 - Módulos da versão final do CHASE.

1.Human-Thing Interaction Aspectos gerais da UX	2.Human-Thing Interaction Sensibilidade ao contexto	3.Human-Thing Interaction Programabilidade
1.1 O usuário demonstra sinais de contentamento com o sistema IoT.	2.1 As simulações de contexto previstas na avaliação funcionaram corretamente .	3.1 O usuário identifica corretamente os serviços passíveis de serem programados .
1.2 O usuário demonstra sinais de descontentamento ou incômodo com o sistema IoT.	2.2 As mudanças de contexto ocorrem de acordo com as expectativas do usuário .	3.2 O usuário tenta programar ações de acordo com suas preferências pessoais , mas o sistema IoT não oferece regras de funcionamento correspondentes.
	4.Thing-Thing Interaction Sensibilidade ao contexto	5.Thing-Thing Interaction Programabilidade
	4.1 O sistema IoT se adequa corretamente às expectativas do usuário na execução da tarefa.	5.1 O conflito entre as regras de funcionamento do sistema IoT, causam serviços maus executados e uma experiência negativa ao usuário.
	4.2 O sistema IoT augmenta a satisfação do usuário ao se adaptar corretamente .	5.2 O usuário configurou regras de funcionamento que NÃO foram executadas corretamente pelas "coisas" do sistema IoT.

Fonte: elaborado pelo autor.

O CHASE apresenta quatro campos a serem preenchidos por item de verificação. A Figura 31 apresenta os campos do CHASE e as opções de preenchimento, os que possuem disponível em cada campo.

Figura 31 - Campos a serem preenchidos do CHASE.

Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade	Observações
<input type="checkbox"/> SIM		<input type="checkbox"/> 1	
<input type="checkbox"/> NÃO		<input type="checkbox"/> 2	
<input type="checkbox"/> PARCIALMENTE		<input type="checkbox"/> 3	
<input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 4	

Fonte: elaborado pelo autor.

Para avaliadores inexperientes pode ser, de início, complicado lidar com a quantidade de campos a serem preenchidos. Deve-se observar bem o relacionamento de cada campo com o item de verificação para que não ocorra um preenchimento incorreto dos campos. A seguir, é explicado como deve ocorrer o preenchimento de cada campo:

- “*Essa situação ocorreu durante a avaliação?*”: este campo se preocupa se o estado do item de verificação foi alcançado ou não. Se foi alcançado, mas não da forma esperada pelo usuário. Ou se o estado não se aplica ao escopo da avaliação ou do sistema IoT avaliado.
- “*Quais tarefas?*”: esse é o campo que se concentra em saber da quantidade em que um item foi violado. É importante também para identificar onde os problemas podem ter ocorrido, seja em uma tarefa pontual ou durante toda a experiência do usuário com o ambiente IoT avaliado.
- *Severidade*: ajuda a identificar a gravidade das situações presentes nos itens de verificação e nas atividades avaliadas. O avaliador atribui uma nota de um a quatro para cada item de verificação, significando um para problemas de gravidade simples e quatro para violações consideradas catastróficas; e
- *Observações*: esse campo não é de preenchimento obrigatório, mas auxilia o avaliador a identificar os porquês de determinadas situações. Além disso, ajuda a registrar eventos importantes (positivos e negativos) ocorridos na avaliação da UX.

A partir do *feedback* dos coletados nas avaliações do CHASE foi observado que os avaliadores podem apresentar diferentes formas de preferência e experiência ao manusear o *checklist*. Assim, na tentativa de deixar os usuários do CHASE mais confortáveis quanto ao manuseio do instrumento, foi proposto três esquemas de formatação do *checklist*:

1. *Versão modular* – essa é a versão que o CHASE foi originalmente projetado, contendo todos os campos de uso a serem preenchidos. Os itens de verificação estão separados em módulos.

2. *Versão modular com exemplos* - essa é a versão do CHASE em que os itens de verificação possuem os exemplos, indicado principalmente para avaliadores que tenham pouca experiência em realizar observação do comportamento do usuário, auxiliando durante a avaliação.
3. *Versão compacta* – essa versão privilegia a visualização de todos os itens de verificação de uma forma rápida e sucinta. Algumas notas e observações que o avaliador queira fazer pode ser feita nas bordas ou em um papel a parte.

A Figura 32 apresenta um fragmento da versão compacta do CHASE com a categoria *thing-thing* e os itens de verificação da subcategoria *sensibilidade ao contexto*.

Figura 32 - Fragmento da versão compacta do CHASE.

Thing-Thing Interaction		Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade
4. SENSIBILIDADE AO CONTEXTO	4.1 O sistema IoT se adequa corretamente às expectativas do usuário na execução da tarefa.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	4.2 O sistema IoT umenta a satisfação do usuário ao se adaptar corretamente .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	4.3 O sistema IoT oferece serviços e funcionalidades de acordo com as necessidades do usuário e as mudanças de contexto.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	4.4 O sistema IoT falhou na identificação do contexto contribuindo para que o tenha percepção negativa da experiência.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4

Fonte: elaborado pelo autor.

Para auxiliar na descrição dos itens de verificação, os exemplos foram colocados como um material de apoio para o avaliador se preparar para a avaliação e compreender de forma prática a ideia do item de verificação. Eles foram retirados da versão principal do CHASE devido à quantidade de informações que o item de verificação iria apresentar, podendo atrapalhar o avaliador durante a avaliação.

As recomendações do CHASE foram organizadas de forma a privilegiar a avaliação de UX em si, a maneira como o *checklist* pode ser manuseado e como ele deve ser impresso. A versão final do CHASE e as recomendações podem ser encontradas no Apêndice C.

7.5 Considerações Finais

Este capítulo apresentou o guia de uso e a última versão do CHASE com os ajustes realizados a partir das avaliações do *checklist*. O guia de uso foi elaborado com o intuito de

auxiliar os avaliadores que aplicarão o CHASE em avaliações de UX em ambientes IoT. O guia de uso é composto por um conjunto de quatro etapas que auxiliaram tanto na familiarização com o instrumento como organização da avaliação a ser realizada. Além disso, o guia apresenta um conjunto de explicações acerca dos conceitos presentes nos itens de verificação do CHASE e como deve ocorrer o preenchimento durante a avaliação de UX.

8 CONCLUSÃO

Esta dissertação propôs o CHASE, um *checklist* de observação do comportamento do usuário para avaliações de UX em um ambiente IoT, voltado para avaliadores de UX nesse contexto. Este capítulo descreve os resultados alcançados nesta dissertação na Seção 8.1. A Seção 8.2 apresenta as limitações deste trabalho, seguido da descrição dos trabalhos futuros na 8.3.

8.1 Resultados Alcançados

O ambiente da Internet das Coisas oferece serviços e funcionalidades aos usuários por meio de objetos do cotidiano embutidos de poder computacional e comunicação. Em um ambiente com objetos inteligentes, o usuário pode usufruir de serviços distribuídos através de diversas “coisas”, como a iluminação e temperatura do ambiente. Dessa forma, é importante avaliar a experiência que esses ambientes proveem aos usuários, promovendo uma experiência positiva, que atende as suas necessidades e expectativas (BERGMAN; JOHANSSON, 2017).

A avaliação da experiência do usuário em um ambiente IoT é um desafio (BERGMAN; JOHANSSON, 2017; FURTADO et al., 2017), devido à complexidade que as interações desse ambiente pode ganhar e a grande quantidade de cenários de uso que pode apresentar, dependendo da quantidade de coisas presentes no ambiente. Dessa forma, este trabalho buscou investigar como a avaliação da UX ocorre no ambiente IoT. Para guiar nossa investigação foram elaboradas duas questões de pesquisa:

QPI - Quais métodos de avaliação e características da experiência do usuário são mais recorrentes no cenário IoT?

QPII - Como identificar problemas na UX durante a interação com múltiplos dispositivos e cenários de utilização, em um ambiente IoT?

Para responder a QPI foi realizada uma revisão da literatura com base na metodologia de Mapeamento Sistemático da Literatura (KITCHENHAM, 2012; PETERSEN et al., 2008). A revisão da literatura foi realizada utilizando como base a *Scopus Digital Library* e após o processo de filtragem identificou 17 estudos. Dessa forma, a aplicação de métodos de avaliação empíricos (94%) como observação em uso, entrevista e questionário são os métodos para avaliar a UX em ambientes IoT. As avaliações têm considerado características de IoT como sensibilidade ao contexto, programabilidade, sincronia e adaptabilidade. Com relação às características da UX como satisfação, controlabilidade, atratividade e engajamento. Também

são considerados aspectos mais subjetivos como quão significativa foi a experiência, a percepção do usuário e as emoções durante a interação com o ambiente IoT.

Para responder a QPII, após a revisão da literatura, foi proposto o CHASE um *checklist* de observação do comportamento do usuário em ambientes IoT. O *checklist* foi elaborado seguindo as *guidelines* de Stufflebeam (2000) em conjunto com os resultados da revisão da literatura, da avaliação da UX do aplicativo Automa GREat e um questionário com especialistas de IoT, resultando em um *checklist* com 19 itens de verificação organizados nas categorias *human-thing* e *thing-thing* com as subcategorias: *aspectos gerais da UX*, *sensibilidade ao contexto* e *programabilidade*.

A primeira avaliação do instrumento foi realizada por meio de um questionário onde o CHASE foi avaliado por três especialistas em avaliação de IHC. Uma nova versão do *checklist* foi gerada baseada na avaliação dos especialistas de IHC com melhorias na estrutura e um conjunto de 25 itens de verificação.

A segunda avaliação foi realizada através do uso do CHASE em uma avaliação de UX no ambiente com as luzes inteligentes do sistema *Philips Hue Light*. Após a observação dos usuários, um conjunto de três avaliadores avaliaram o instrumento, provendo um conjunto de melhorias a serem realizadas no *checklist* através de um questionário e entrevista semi-estruturada. Após a implementação das melhorias a versão final do CHASE ficou com um conjunto de 26 itens de verificação. O *checklist* é voltado para avaliadores, pesquisadores, membros da indústria que queiram realizar avaliações de UX e de ambientes IoT.

Dessa forma, a sumarização dos resultados alcançados desta dissertação foram:

- Revisão da literatura baseada na RSL identificando o comportamento da comunidade científica ao realizar uma avaliação de UX em ambientes IoT, identificado predominância no uso de método empíricos. A *sensibilidade ao contexto* e *programabilidade* foram as características de IoT que se destacaram, enquanto os aspectos de UX se sobressaíram satisfação, controlabilidade, atratividade e engajamento;
- Elaboração do CHASE – um *checklist* de observação do comportamento do usuário em avaliações de UX em ambientes IoT a partir dos resultados da revisão da literatura e questionário com especialistas;
- Avaliação do CHASE realizada através de uma revisão por especialistas em IHC e outra avaliação através de uma avaliação de UX de ambiente IoT, resultando em um *checklist* organizado em duas categorias e 26 itens de verificação; e

- Um guia de uso associado ao CHASE para auxiliar membros da academia e da indústria na aplicação do *checklist* ao realizar avaliação da experiência do usuário de ambiente IoT.

Em comparação aos trabalhos identificados na Seção 3 de trabalhos relacionados, o CHASE é o único que abrange todos os aspectos que auxiliam na avaliação de UX no ambiente IoT. A Tabela 36 apresenta o resumo comparativo dos trabalhos e o como cada um atende os aspectos que auxiliaram o avaliador na condução de uma avaliação de UX.

Tabela 36 - Comparativo dos trabalhos relacionados e CHASE.

Estudos	Qualidade Pragmática	Qualidade Hedônica	Diretrizes para condução da avaliação	Instrumento de avaliação	Sistema
(PROPP; BUCHHOLZ; FORBRIG, 2008)	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>	Modelo de tarefas	Casas Inteligentes pela visão da computação ubíqua
(YONG, 2013)	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	Framework conceitual	Dispositivos móveis
(PALLOT; PAWAR; SANTORO, 2013)	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	Modelo de avaliação da UX	Internet das Coisas
(MÖLLER et al., 2014)	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	Framework conceitual	Casas Inteligentes
(VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA; OLSSON; HÄKKILÄ, 2015)	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	Framework conceitual	Ubíquos
(PAPETTI et al., 2016)	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	Protocolo para avaliação	Internet das Coisas
(THOMAS; ONYIMBO; LOGESWARAN, 2016)	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>	Modelo para avaliação	Internet das Coisas
(SIEWERDT; CARVALHO; ANDRADE, 2016)	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Sim</i>	Recomendações	Ubíquos
(BERGMAN; JOHANSSON, 2017)	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	Não apresenta	Internet das Coisas
CHASE	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	Checklist	Internet das Coisas

Fonte: elaborado pelo autor.

Como consequência direta deste trabalho a Tabela 37 apresenta os dois trabalhos que foram gerados como resultado desta dissertação. Um referente à proposta do instrumento de avaliação publicado no Workshop de Teses e Dissertação do IHC e o segundo é a primeira versão do CHASE publicado no Workshop de Ferramentas e Aplicações do WebMedia.

Tabela 37 - Trabalhos publicados com relação direta a esta dissertação.

Referência
ALMEIDA, R. L. A.; Darin, T. G. R.; ANDRADE, R. M. C.; ARAÚJO, Í. L. Towards Developing a Practical Tool to Assist UX Evaluation in the IoT Scenario. In: XVII Workshop de Ferramentas e Aplicações (WFA), 2018, Salvador. XXIV Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web: Workshops e Pôsteres., 2018.
ALMEIDA, R. L. A.; Darin, T. G. R.; ANDRADE, R. M. C. Um instrumento para a condução da avaliação da Experiência do Usuário em Ambientes IoT. In: XVI Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2017), 2017, Joinville. Workshop de Teses e Dissertações do XVI Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2017), 2017.

Fonte: elaborado pelo autor.

A Tabela 38 apresenta outros artigos desenvolvidos no decorrer desta dissertação. Os trabalhos são relacionados à avaliação de IHC ou ao desenvolvimento de soluções envolvendo IoT. Todos serviram para aprofundamento nas grandes áreas envolvendo esta dissertação.

Tabela 38 - Outras publicações desenvolvidas no decorrer desta dissertação.

Referência
BRAGA, A. R.; MACIEL, F. A. O.; ALMEIDA, R. L. A.; AGUILAR, P. A. C.; GOMES, D. G.; ANDRADE, R. M. C. Gerenciamento Térmico e Elétrico de um Centro de Dados utilizando Sensoriamento IoT. In: Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva, 2017, São Paulo. 9º SBCUP - Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva, 2017.
ALMEIDA, R. L. A.; MESQUITA, L. B. M.; CARVALHO, R. M.; ANDRADE, R. M. C.. When Technology supports Urban Mobility: Improvements for Mobile Applications based on an UX Evaluation. In: HCI International, 2017, Vancouver. Human-Computer Interaction, 2017.
ALMEIDA, R. L. A.; MESQUITA, L. B. M.; CARVALHO, R. M.; A. JUNIOR, B. R.; ANDRADE, R. M. C.. Quando a Tecnologia apoia a Mobilidade Urbana: Uma Avaliação sobre a Experiência do Usuário com Aplicações Móveis. In: XV Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC), 2016, São Paulo. XV Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, 2016.
ALMEIDA, R. L. A.; MACEDO, A. A.; ARAÚJO, Í. L.; AGUILAR, P. A. ; ANDRADE, R. M. C. . WatchAlert: Uma evolução do aplicativo fAlert para detecção de quedas em smartwatches. In: XXII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web, 2016, Teresina. Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web: Workshops e Sessão de Pôsteres., 2016.
ALMEIDA, R. L. A.; Darin, T. G. R.; VIANA, W.; ANDRADE, R. M. C. Um Mapeamento Sistemático sobre Avaliação de Modelos Mentais e Conceituais de Interfaces Digitais. In: XXI Congresso Internacional de Informática Educativa, 2016, Santiago. Nuevas Ideas en Informática Educativa, 2016. v. 12.

Fonte: elaborado pelo autor.

8.2 Limitações

O trabalho apresenta limitações em alguns passos como a revisão da literatura que não foi exaustiva. Por exemplo, o trabalho apresenta limitações relacionadas à *string* de busca

por incluir somente termos que relacionassem trabalhos com o termo de forma explícita, deixando de identificar trabalhos de outros campos com potencial de validade para IoT. No entanto, nos testes realizados na *string*, ao incluir termos relacionados à *ubicomp* ou à *cyber physical systems*, a quantidade de trabalhos retornados era muito grande, o que tornaria este trabalho de mestrado inviável. Dessa forma, pode haver outras maneiras de avaliar a UX em ambientes IoT, não identificadas na busca da literatura. Além disso, a execução da revisão foi realizada por um só pesquisador, o que não é indicado para revisão da literatura, utilizando como base a metodologia de RSL.

Além disso, o CHASE apresenta forte influência para avaliar ambientes IoT relacionados a casas e prédios inteligentes. Isso ocorre devido à forte influência do domínio nos estudos identificados na literatura, nos especialistas IoT que participaram da elaboração do instrumento, e nos dois ambientes IoT avaliados que pertenciam ao mesmo domínio de solução IoT. Então, não é garantido que em *ambiente outdoor de cidades inteligentes*, por exemplo, o *checklist* consiga manter o nível de auxílio, que em um ambiente IoT de casas e prédios inteligentes. É importante então aplicar em outros domínios de IoT para que os itens de verificação e os exemplos consigam abranger aspectos comuns. Além disso, as duas soluções IoT utilizadas na construção e avaliação do CHASE foram as únicas viáveis para o uso da pesquisa, visto que devido a limitações técnicas e de infraestrutura o autor não obteve acesso a outras soluções de IoT adequadas ao uso deste trabalho.

O CHASE aborda especificamente duas características de IoT (*sensibilidade ao contexto e programabilidade*), porém outras características também são importantes como sincronia, invisibilidade e segurança. Seria interessante adicionar subcategorias e itens de verificação relacionados a essas outras características. Além disso, aspectos da interação *thing-thing* relacionados à subdivisão em nível de coisas e Internet, como discutido na Seção 2.1.4, não foram devidamente explorados nesta pesquisa.

Em relação a avaliação do CHASE, apenas dois especialistas de IHC das duas avaliações executadas, apresentavam conhecimento em IHC e IoT. Desses, apenas um tinha conhecimento avançado em UX e IoT. Assim, é possível que outros especialistas de UX e IoT consigam indicar mais aspectos comuns a serem avaliados. O *checklist* foi validado apenas com uma breve avaliação de UX. É importante que haja diversos tipos de avaliação de UX com o *checklist* para que os itens de verificação e o formato sejam “estressados” de forma a verificar a aplicabilidade em diversos tipos de ambiente IoT e avaliações de UX.

8.3 Trabalhos Futuros

Diversos aspectos identificados neste trabalho podem ser considerados como oportunidades de pesquisa, a seguir:

- Conduzir mais avaliações de UX em ambiente IoT para refinamento e melhoria dos itens de verificação;
- Incluir mais características de IoT nas subcategorias do CHASE;
- Verificar as diferenças de conduzir as avaliações com o CHASE em ambiente controlados e não controlados;
- Desenvolver simuladores de contexto para auxiliar nas avaliações da UX em ambiente controlados;
- Desenvolver uma ferramenta que monitore a interação *thing-thing* e auxilie ao avaliador a identificar os problemas presentes nessa interação, apresentando uma avaliação mais completa na UX do ambiente IoT avaliado;
- Propor outros instrumentos de avaliação, como questionários ou conjunto de heurísticas, a partir das informações capturadas na revisão da literatura e do questionário com especialista de IoT com o foco em IHC e IoT;
- Desenvolver um *framework* conceitual de IHC relacionado ao *design* de ambientes IoT e validá-lo a partir do instrumento proposto nesta dissertação;
- Executar uma busca sistemática na literatura em busca de verificar a existência de outros *checklist* de observação, visto que a revisão da literatura realizada nesta dissertação não identificou *checklist* de observação nos estudos primários identificados;
- Verificar a relação do usuário com os dados coletados no ambiente IoT e os impactos e sinergias nas interações *human-thing* e *thing-thing*, assim como observar aspectos da privacidade que impactariam na UX;
- Desenvolver heurísticas para UX em ambientes IoT a partir das informações levantadas a partir dos métodos utilizados nessa dissertação, como a revisão da literatura e questionário com especialistas de IoT; e

- Elaborar uma versão digital do CHASE que auxilie os avaliadores no preenchimento e interpretação dos dados coletados durante as avaliações com o instrumento.

REFERÊNCIAS

- ALSHQAQI, Sarah Abdalrahman; ZAHARY, Ammar T.; ZAYED, Mohammed Mohammed. Ubiquitous Computing Environment: literature review. *In: 2019 First International Conference of Intelligent Computing and Engineering (ICOICE)*. IEEE, 2019. **Anais [...]** Mukalla:Hadramout University, 2019 p.1-8.
- ANDRADE, Rossana Maria Castro; CARVALHO, Rainara Maia; ARAÚJO, Italo Linhares DE; OLIVEIRA, Káthia Marção.; MAIA, Marcio Espíndola. Freire. What changes from ubiquitous computing to internet of things in interaction evaluation? *In: International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions*. **Anais [...]** Springer, Cham, 2017. p. 3-21.
- ARAÚJO, Ítalo Linhares de; DOURADO, Lucas; FERNANDES, Leticia; ANDRADE, Rossana Maria de Castro.; AGUILAR, Paulo Armando C. An Algorithm for Fall Detection using Data from SmartWatch. *In: 13th Annual Conference on System of Systems Engineering (SoSE)*.2018. **Anais [...]**.IEEE, 2018. p.124-131.
- BACCHETTI, Rafael. Evaluation of the Interaction with an Internet of Things Smart Building.*In: International Conference on Human-Computer Interaction HCI*, 2016, Toronto, Canadá., **Anais [...]**, Springer, Cham, 2016. p. 403-408.
- BEATTIE, Mark; HALLBERG, Josef; NUGENT, Chris; SYNNESE, Kare; CLELAND, Ian; LEE, Sungyoung. A collaborative patient-carer interface for generating home based rules for self-management. *In: International Conference on Smart Homes and Health Telematics*, 2015, Hammamet, Tunisia. **Anais [...]**. Springer, Cham, 2015. p. 93-102.
- BERGMAN, Johanna; JOHANSSON, Isabelle. **The user experience perspective of internet of things development**. 2017. 86f. Dissertação Certec, Dept. of Design Sciences, Lund University, Lund, 2017.
- BEVAN, Nigel. What is the difference between the purpose of usability and user experience evaluation methods. *In: The Workshop UXEM.*, **Anais [...]**, 2009.p. 1-4.
- BEYER, Hugh; HOLTZBLATT, Karen. **Contextual design: defining customer-centered systems**. Elsevier, 1998. v. 32, 500 p.
- BICHELMMEYER, Barbara A. **Checklist for Formatting Checklists**. Structure, 2003.
- BONACCORSI, Manuele; BETTI, Stefano; RATENI, Giovanni; ESPOSITO, Dario; BRISCHETTO, Alessia; MARSEGLIA, Marco; DARIO, Paolo; CAVALLO, Filippo. ‘HighChest’: An augmented freezer designed for smart food management and promotion of eco-efficient behaviour. **Sensors**, Suíça, v. 17, n.6, 2017.
- BRADLEY, M.; LANG, Peter J. Measuring Emotion: The Self-Assessment Semantic Differential Manikin and the. **Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry**, [s.l.], v. 25, n.1, p. 49–59, 1994.
- BRAJNIK, Giorgio; GIACHIN, Cristina. Using sketches and storyboards to assess impact of age difference in user experience. **International Journal of Human-Computer Studies**, [s.l.], v. 72, n.6, p. 552–566, 2014.

BROOKE, John. SUS: a quick and dirty usability scale. **Usability evaluation in industry**, [s.l.], v. 189, n.194, p. 4–7, 1996.

BUCHHOLZ, Gregor; PROPP, Stefan. Towards usability evaluation for smart appliance ensembles. *In: International Workshop on Design, Specification, and Verification of Interactive Systems.*, 2008, Berlin. **Anais [...]**. Springer, 2008. p. 294-299.

CAI, Hao; TOFT, Egon; HEJLESEN, Ole; HANSEN, John; OESTERGAARD, Claus; DINESEN, Birthe. Health professionals' user experience of the intelligent bed in patients' homes. **International Journal of Technology Assessment in Health Care**, [s.l.], v. 31, n^o 4, p. 256–263, 2015.

CALLAWAY, Libby; TREGLOAN, Kate; WILLIAMS, Gavin; CLARK, Ross. Evaluating access and mobility within a new model of supported housing for people with neurotrauma: a pilot study. **Brain Impairment**, [s.l.], v. 17, n.1, p. 64–76, 2016.

CARABALONA, Roberta; GROSSI, Ferdinando; TESSADRI, Adam; CASTIGLIONI, Paolo; CARACCILOLO, Antonio; MUNARI, Ilaria DE. Light on! Real world evaluation of a P300-based brain-computer interface (BCI) for environment control in a smart home. **Ergonomics**, [s.l.], v. 55, n.5, p. 552–563, 2012.

CARRINO, Stefano; PÉCLAT, Alexandre; MUGELLINI, Elena; ABOU KHALED, Omar; INGOLD, Rolf. Humans and smart environments: a novel multimodal interaction approach. *In: Proceedings of the 13th international conference on multimodal interfaces - ICMI '11.*, 2011. Alicante, Espanha. **Anais [...]**. Association for Computing Machinery, Nova York Estados Unidos, 2011.p.105-112.

CARVALHO, Rainara Maia; ANDRADE, Rossana Maria de Castro.; OLIVEIRA, Káthia Marçal DE. Quality characteristics and measures for human–computer interaction evaluation in ubiquitous systems. **Software Quality Journal**, [s.l.], v. 25, n. 3, p. 743-795, 2017.

CARVALHO, Rainara Maia; ANDRADE, Rossana Maria de Castro.; OLIVEIRA, Káthia Marçal DE. Towards a catalog of conflicts for HCI quality characteristics in UbiComp and IoT applications: Process and first results. *In: Proceedings - International Conference on Research Challenges in Information Science.*, 2018, Nates, França. **Anais [...]**. IEEE, 2018. p.1-6.

CAVIGLIONE, Luca; COCCOLI, Mauro; GROSSO, Alberto. A framework for the delivery of contents in RFID-driven smart environments. *In: 2011 IEEE International Conference on RFID-Technologies and Applications*, 2011, Sitges. **Anais [...]**. IEEE, 2011. p.45-49.

COTA, Manuel Pérez; THOMASCHEWSKI, Jörg; SCHREPP, Martin; GONÇALVES, Ramiro. Efficient measurement of the user experience. A Portuguese version. *In: **Procedia Computer Science***, [s.l.], v. 27, p. 491-498, 2014

CROWLEY, Ayn E.; SPANGENBERG, Eric R.; HUGHES, Kevin R. Measuring the hedonic and utilitarian dimensions of attitudes toward product categories. **Marketing Letters**, [s.l.] v. 3, n. 3, p. 239-249, 1992

CRUZ, Yuliana Puerta; COLLAZOS, César A.; GRANOLLERS, Toni. The thin red line between usability and user experiences. *In: XVI International Conference on Human Computer Interaction.* , 2015, Vilanova I La Geltru, Espanha.**Anais [...]**. p.1-2.

DARIN, Ticianne; ANDRADE, Rossana; MACEDO, José; ARAÚJO, David; MESQUITA, Lana; SÁNCHEZ, Jaime. Usability and UX evaluation of a mobile social application to increase students-faculty interactions. *In: International Conference on Human-Computer Interaction*, 2016. Toronto, Canada. **Anais [...]**. Springer, Cham, 2016. p. 21-29

DAVIS, Fred. D. **A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems**. 1985. 291 f. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology, 1985.

DESMET, Pieter. Measuring emotion: Development and application of an instrument to measure emotional responses to products. **Funology** 2. [s.l.], Springer, 2018. p. 391–404.

DIEFENBACH, Sarah; KOLB, Nina; HASSENZAHN, Marc. The ‘Hedonic’ in Human-Computer Interaction – history, contributions, and future research directions. *In: Conference on Designing interactive systems*, 2014, Vancouver, Canadá. **Anais [...]**. 2014. p. 305-314.

DONG, Tao; CHURCHILL, Elizabeth; NICHOLS, Jeffrey. Understanding the challenges of designing and developing multi-device experiences. *In: ACM Conference on Designing Interactive Systems - DIS '16*. , 2016, Brisbane, Austrália. **Anais [...]**. 2016. p. 62-72.

EHRENBRINK, Patrick; HILLMANN, Stefan; WEISS, Benjamin; MÖLLER, Sebastian. Psychological Reactance in HCI: A Method Towards Improving Acceptance of Devices and Services. *In: 28th Australian Conference on Computer-Human Interaction*, Launceston., 2016, Tasmania. **Anais [...]**. 2016. p. 478–482

EJUPI, Andreas; GSCHWIND, Yves J.; VALENZUELA, Trinidad; LORD, Stephen R.; DELBAERE, Kim. A Kinect and Inertial Sensor-Based System for the Self-Assessment of Fall Risk: A Home-Based Study in Older People. **Human-Computer Interaction**, [s.l.], v. 31, n.3–4, p. 261–293, 2016.

FABBRI, Sandra CP Ferraz. Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. *In: PRATES, Raquel Oliveira; BARBOSA, Simone Diniz Junqueira. Avaliação de interfaces de usuário: conceitos e métodos*. Campinas: SBC, v. 2, 2003.

FERNÁNDEZ, Miguel Ángel; PELÁEZ, Víctor; LÓPEZ, Gloria; CARUS, Juan Luis; LOBATO, Vanesa. Multimodal interfaces for the smart home: Findings in the process from architectural design to user evaluation. *In: International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence*., 2012. **Anais [...]**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 173-180.

FRANSSILA, Heljä. User experiences and acceptance scenarios of NFC applications in security service field work. *In: Second International Workshop on Near Field Communication*., 2010. **Anais [...]**. IEEE, 2010. p. 39-44.

FURTADO, Elizabeth Sucupira; NOVA, Gilberto Villa; GASPARINI, Isabela; MIRANDA, Leonardo Cunha DE; BARBOSA, Marcelo; ALENCAR, Tatiana Silva DE; ALMEIDA NERIS, Vânia Paula DE. Re-evaluating the first five years of the GrandIHC-Br-Challenge 3: ubiquity, multiple devices and tangibility. *In: XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 2017, Joinville. **Anais [...]**. 2017. p. 1-7.

GARCÍA-VÁZQUEZ, Juan Pablo; RODRÍGUEZ, Marcela D.; ANDRADE, Angel G.; BRAVO, José. Supporting the strategies to improve elders’ medication compliance by

providing Ambient aids. **Personal and Ubiquitous Computing**, [s.l.], v. 15, n. 4, p. 389–397, 2011.

GLANZNIG, Michael. User experience research: modelling and describing the subjective. **Interdisciplinary Description of Complex Systems**, [s.l.] v.10, n.3, p. 235–247, 2012.

HARJUMAA, Marja; IDIGORAS, Igone; ISOMURSU, Minna; GARZO, Ainara. Expectations and user experience of a multimodal medicine management system for older users. **Journal of Assistive Technologies**, [s.l.], v. 8, n.2, p. 51–63, 2014.

HARJUMAA, Marja. Expectations and user experience of a multimodal medicine management system for older users. **Journal of Assistive Technologies**, [s.l.], v. 8, n.2, p. 51–63, 2014.

HASSENZAHL, Marc; TRACTINSKY, Noam. User experience-a research agenda. **Behaviour & information technology**, [s.l.], v. 25, n.2, p. 91–97, 2006.

HASSENZAHL, Marc. The effect of perceived hedonic quality on product appealingness. **International Journal of Human-Computer Interaction**, [s.l.], v. 13, n.4, p. 481–499, 2001.

HASSENZAHL, Marc. The thing and i: understanding the relationship between user and product. **Funology: from usability to enjoyment**, [s.l.], p.31–42, 2003.

HASSENZAHL, Marc. The hedonic/pragmatic model of user experience. **Towards a UX manifesto**, [s.l.], v. 10, 2007.

HASSENZAHL, Marc. User experience (UX): towards an experiential perspective on product quality. *In: The 20th International Conference of the Association Francophone d'Interaction Homme-Machine on - IHM '08*, 2008. **Anais [...]**. p. 11–15, 2008.

HASSENZAHL, Marc. Experience design: technology for all the right reasons. **Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics**, [s.l.], v. 3, n.1, p. 1–95, 2010.

HASSENZAHL, Marc; BEU, Andreas; BURMESTER, Michael. Engineering joy. **IEEE Software**, [s.l.], v. 18, n. 1, p. 70-76, 2001.

HASSENZAHL, Marc; BURMESTER, Michael; KOLLER, Franz. AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. **Mensch & computer 2003**. Vieweg Teubner, Verlag, 2003. p. 187-196.

HASSENZAHL, Marc; PLATZ, Axel; BURMESTER, Michael; LEHNER, Katrin. Hedonic and ergonomic quality aspects determine a software's appeal. *In: SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '00*. Haia, Holanda, 2000. **Anais [...]**. 2000. p. 201-208.

HASSENZAHL, Marc; WIKLUND-ENGBLOM, Annika; BENGS, Anette; HÄGGLUND, Susanne; DIEFENBACH, Sarah. Experience-oriented and product-oriented evaluation: psychological need fulfillment, positive affect, and product perception. **International journal of human-computer interaction**, [s.l.], v. 31, n. 8, p. 530-544, 2015..

HAUSER, D. Thinking aloud. **Heart Lung**, [s.l.], v. 18, n.3, p. 321–322, 1989.

HEIDRICH, Felix; ZIEFLE, Martina; RÖCKER, Carsten; BORCHERS, Jan. Interacting with smart walls: a multi-dimensional analysis of input technologies for augmented environments. *In: 2nd Augmented Human International Conference.*, 2011, Tóquio. **Anais [...]**. 2011. p.1-8.

HERRMANNY, Katja; GÖZÜYASLI, Levent; DEJA, Daniel; ZIEGLER, Jürgen. Sensor-based and tangible interaction with a TV community platform for seniors. *In: 7th ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems - EICS '15.*, 2015, Duisburg. **Anais [...]**. 2015. p. 180-189.

HIX, Deborah; HARTSON, H. Rex. **Developing user interfaces: ensuring usability through product & process.** [s.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 1993.

HUANG, Yu-Chun; WU, Kuan-Ying; LIU, Yu-Tung. Future home design: an emotional communication channel approach to smart space. **Personal and ubiquitous computing**, [s.l.], v. 17, n.6, p. 1281–1293, 2013.

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION (ISO). **Ergonomics of human-system interaction - Part 11: Usability: Definitions and Concepts.** *In: ISO 9241-11:2018(E).*, 2018.

ISO/IEC 25000. **Software Engineering - Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Guide to SQuaRE.** 2005.

ISO. **ISO 9241-11: Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs): Part 11: Guidance on Usability.** 1998.

KAILA, Lasse; RAULA, Henrik; VALTONEN, Miika; PALOVUORI, Karri. Living wood: a self-hiding calm user interface. *In: 16th International Academic MindTrek Conference.*, 2012. Tampere, Finlândia. **Anais [...]**. 2012. p. 267-274.

KITCHENHAM, Barbara; Systematic review in software engineering: where we are and where we should be going. *In: The 2nd international workshop on evidential assessment of software technologies*, , 2012, Lund. **Anais [...]**. 2012. p. 1-2.

KITCHENHAM, Barbara; CHARTERS, Stuart. Guidelines for performing Systematic Literature reviews in Software Engineering. Technical report, Ver. 2.3 **EBSE Technical Report. EBSE**, [s.l.], 2007.

KORT, Joke; VERMEEREN, Arnold; FOKKER, Jenneke. Conceptualizing and measuring user experience. **Towards a UX manifesto**, [s.l.], p. 57, 2007

KOSKELA, Tiiu; VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, Kaisa. Evolution towards smart home environments: empirical evaluation of three user interfaces. **Personal and Ubiquitous Computing**, [s.l.], v. 8, n. 3-4, p. 234-240, 2004.

KRIESTEN, Bastian; MERTES, Christian; TÜNNERMANN, René; HERMANN, Thomas. Unobtrusively controlling and linking information and services in smart environments. *In: 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction Extending Boundaries - NordiCHI '10.* , 2010, Reykjavik. **Anais [...]**. 2010. p. 276-285.

KÜHNEL, Christine; WESTERMANN, Tilo; WEISS, Benjamin; MÖLLER, Sebastian. Evaluating multimodal systems: a comparison of established questionnaires and interaction

parameters. *In: 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction Extending Boundaries - NordiCHI '10.*, 2010, Reykjavik. **Anais [...]**. 2010. p. 286-294

KUJALA, Sari; ROTO, Virpi; VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, Kaisa; KARAPANOS, Evangelos; SINNELÄ, Arto. UX Curve: a method for evaluating long-term user experience. **Interacting with computers**, [s.l.], v. 23, n. 5, p. 473-483, 2011.

KUNIAVSKY, Mike. **Observing the User Experience: A Practitioner's Guide to User Research**. [s.l.], Elsevier, 2003.

KYMALAINEN, Tiina; HEINILA, Juhani; TUOMISTO, Timo; PLOMP, Johan; URHEMAA, Timo. Creating scenes for an intelligent nursing environment: co-design and user evaluations of a home control system. *In: 8th International Conference on Intelligent Environments, IE 2012.*, Guanauta. **Anais [...]**. IEEE, 2012. p. 87-94.

KYMÄLÄINEN, Tiina; KAASINEN, Eija; HAKULINEN, Jaakko; HEIMONEN, Tomi; MANNONEN, Petri; AIKALA, Maiju; PAUNONEN, Hannu; RUOTSALAINEN, Jouni; LEHTIKUNNAS, Lauri. A creative prototype illustrating the ambient user experience of an intelligent future factory. **Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments**, [s.l.], v. 9, n°1, p. 41–57, 2017.

KYMÄLÄINEN, Tiina; PLOMP, Johan; TUOMISTO, Timo; HEINILÄ, Juhani; URHEMAA, Timo. Designing smart living for ageing Alice—and the persons next door. **Intelligent Buildings International**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 3-22, 2017.

LALLEMAND, Carine; GRONIER, Guillaume; KOENIG, Vincent. User experience: a concept without consensus? exploring practitioners' perspectives through an international survey. **Computers in Human Behavior**, [s.l.], v. 43, p. 35–48, 2015.

LARSON, Reed; CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. The experience sampling method. *In: Flow and the foundations of positive psychology*. Springer, Dordrecht, 2014. p. 21-34.

LAUGWITZ, Bettina; HELD, Theo; SCHREPP, Martin. Construction and evaluation of a user experience questionnaire. *In: Symposium of the Austrian HCI and usability engineering group.*, 2008 **Anais [...]**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. p. 63-76.

LAW, Effie Lai-Chong; ROTO, Virpi; HASSENZAHL, Marc; VERMEEREN, Arnold P. O. S.; KORT, Joke. Understanding, scoping and defining user experience. *In: 27th international conference on Human factors in computing systems - CHI 09.*, 2009, Boston. **Anais [...]**. 2009. p. 719-728

LAW, ELC; HORNBAEK, Kasper. Measures of usability and user experience: correlation and confusion. *In: HCI 2007 Workshop: Towards a UX Manifesto*, 2007, Lancaster. **Anais [...]**. 2007. p. 49-56.

LEE, U; HAN, K.; CHO, H.; CHUNG, K. M; HONG, H; LEE, S. J.; CARROLL, J. M. Intelligent positive computing with mobile, wearable, and IoT devices: Literature review and research directions. **Ad Hoc Networks**, [s.l.], v. 83, p. 8-24, 2019.

LIANG, Yunji; ZHOU, Xingshe; YU, Zhiwen; WANG, Haipeng; GUO, Bin. A context-aware multimedia service scheduling framework in smart homes. **EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking**, [s.l.], v. 2012, n. 1, p. 1-15, 2012

LUND, Arnold M. Measuring usability with the USE questionnaire. **Usability interface**, [s.l.], v. 8, n2, p. 3–6, 2001.

MAIA, Camila Loiola Brito; FURTADO, Elizabeth S. A study about psychophysiological measures in user experience monitoring and evaluation. *In: 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems.*, 2016., São Paulo. **Anais [...]**. 2016. p. 1-9.

MAIA, Camila Loiola Brito; FURTADO, Elizabeth Sucupira. Uma revisão sistemática sobre medição da experiência do usuário. *In: 13th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems.*, 2014, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. 2014. p. 369-372.

MAIA, Camila Loiola Brito; FURTADO, Elizabeth Sucupira. A systematic review about user experience evaluation. *In: International Conference of Design, User Experience, and Usability.*, 2016, Toronto. **Anais [...]**. Springer, Cham, 2016. p. 445-455.

MAIKE, Vanessa R. M. L.; BUCHDID, Samuel.; BARANAUSKAS, Maria Cecília.; A smart supermarket must be for all: a case study including the visually impaired. *In: 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems - IHC '16*, 2016, São Paulo. **Anais [...]**, 2016. p. 1-10.

MÄKELÄ, Anu; SURI, Jane Fulton. Supporting users' creativity: design to induce pleasurable experiences. *In: The International Conference on Affective Human Factors Design.*, 2001, Seattle. **Anais [...]**. 2001. p. 387-394.

MANDRYK, Regan L.; INKPEN, Kori M.; CALVERT, Thomas W. Using psychophysiological techniques to measure user experience with entertainment technologies. **Behaviour and Information Technology**, [s.l.], v. 25, n.2, p. 141–158, 2006.

MARTZ, Wes. Validating an evaluation checklist using a mixed method design. **Evaluation and program planning**, [s.l.], v. 33, n. 3, p. 215-222, 2010.

MASHAL, Ibrahim; ALSARYRAH, Osama; CHUNG, Tein Yaw; YANG, Cheng Zen; KUO, Wen Hsing; AGRAWAL, Dharma P. Choices for interaction with things on Internet and underlying issues. **Ad Hoc Networks**, [s.l.], v. 28, p. 68–90, 2015.

MASHAPA, Job; GREUNEN, Darelle VAN. User experience evaluation metrics for usable accounting tools. *In: Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists*, 2010, Bela Bela. **Anais [...]**. 2010. p. 170-181

MASIP, Lúcia; OLIVA, Marta; GRANOLLERS, Toni. OPEN-HEREDEUX: open heuristic resource for designing and evaluating user experience. *In: IFIP Conference on Human-Computer Interaction*, 2011, Lisboa. **Anais [...]**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. p. 418-421.

MIGLINO, Orazio; FUCCIO, Raffaele DI; FERDINANDO, Andrea DI; RICCI, Carlo. Blockmagic, a hybrid educational environment based on RFID technology and internet of things concepts. *In: International Internet of Things Summit.*, 2014, Roma. **Anais [...]**. Springer, Cham, 2014. p. 64-69

MILLEN, David R. Rapid ethnography: time deepening strategies for HCI field research. *In: 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*, 2000, Nova York. **Anais [...]**. 2000. p. 280-286.

MINERVA R., A. BIRU, D. Rotondi. Towards a definition of the Internet of Things (IoT). **IEEE Internet Initiative**, [s.l.], n.1, 2015.

MÖLLER, Sebastian; ENGELBRECHT, Klaus-peter; HILLMANN, Stefan; EHRENBRINK, Patrick. New ITG Guideline for the Usability Evaluation of Smart Home Environments. *In: Speech Communication; 11. ITG Symposium.*, 2011, Erland. **Anais [...]**. VDE, 2014. p. 1-4.

MOREIRA, Eliana Alves; REIS, Julio Cesar DOS; BARANAUSKAS, M. Cecília Calani. TangiSAM : tangible artifacts for evaluation of affective. *In: Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, 2017, Joinville. **Anais [...]**. 2017. p. 1-10.

MORVILLE, Peter. User experience honeycomb. **Web Log Post** Disponível em: <http://semanticstudios.com/publications/semantics/000029>. Acesso em: 30 nov.2018. Php, v. 21, p. 09-12, 2004.

NASSAR, Victor. Common criteria for usability review. **Work**, [s.l.], v. 41, n. Suplemento1, p. 1053-1057, 2012.

NAWAZ, A.; HELBOSTAD, J. L.; SKJÆRET, N.; VEREIJKEN, B.; BOURKE, A.; DAHL, Y.; MELLONE, S. Designing Smart Home Technology for Fall Prevention in Older People. *In: International Conference on Human-Computer Interaction.*, 2014, Creta. **Anais [...]**. Springer, Cham, 2014. p. 485-490.

NAZARI SHIREHJINI, Ali Asghar; SEMSAR, Azin. Human interaction with IoT-based smart environments. **Multimedia Tools and Applications**, [s.l.], v. 76, n.11, p. 13343–13365, 2017.

NICULESCU, Andreea I.; WADHWA, Bimlesh; QUEK, Evan. Smart City Technologies: Design and Evaluation of An Intelligent Driving Assistant for Smart Parking. **International Journal of Scientific Engineering and Technology (IJASEIT)**, [s.l.], v. 6, n. 6, p. 1096-1102, 2016

NIELSEN, Jakob; MOLICH, Rolf. Heuristic evaluation of user interfaces. *In: SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 1990, Seattle. **Anais [...]**. 1990. p. 249-256.

NORMAN, Donald A. **Emotional design: Why we love (or hate) everyday things**. Basic Civitas Books, 2004.

NORMAN, Donald. **The design of everyday things: Revised and expanded edition**. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing., 2013.

OLIVEIRA, Edson; VIANA, Davi; CRISTO, Marco; CONTE, Tayana. How have software engineering researchers been measuring software productivity? - a systematic mapping study. *In: International Conference on Enterprise Information Systems*. SCITEPRESS, 2017, Porto. **Anais [...]**. 2017. p. 76-87.

PALLOT, Marc; PAWAR, Kulwant; SANTORO, Roberto. A user experience framework and model within experiential living labs for Internet of Things. *In: International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE) & IEEE International Technology Management Conference*, 2013, Haia. **Anais [...]**. IEEE, 2013. p. 1-15.

- PAPETTI, Alessandra; CAPITANELLI, Andrea; CAVALIERI, Lorenzo; CECCACCI, Silvia; GULLÀ, Francesca; GERMANI, Michele. Consumers vs Internet of Things: a systematic evaluation process to drive users in the smart world. **Procedia CIRP**, [s.l.], v. 50, p. 541-546, 2016.
- PAREDES, P.; KO, R.; CALLE-ORTIZ, E.; CANNY, J. Fiat-Lux: interactive urban lights for combining positive emotion and efficiency. *In: ACM Conference on Designing Interactive Systems*, 2016, Brisbane. **Anais [...]**. 2016. p. 785-795.
- PETERSEN, Kai; FELDT, Robert; MUJTABA, Shahid; MATTSSON, Michael. Systematic mapping studies in software engineering. *In: 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE) 12*, 2008, Bari. **Anais [...]**. 2008. p. 1-10.
- PROPP, Stefan; BUCHHOLZ, Gregor; FORBRIG, Peter. Task model-based usability evaluation for smart environments. *In: Engineering Interactive Systems*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. p. 29-40.
- RAAKE, Alexander; EGGER, Sebastian. Quality and quality of experience. *In: Quality of experience*. Springer, Cham, 2014. p. 11-33.
- ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen; PREECE, Jennifer. **Design de Interação**. Bookman Editora, 2013.
- ROTO, Virpi; OBRIST, Marianna; VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, K. User experience evaluation methods in academic and industrial contexts. *In: Workshop UXEM*, 2009, Uppsala. **Anais [...]**. 2009. p.1-5.
- ROWLAND, Claire; GOODMAN, Elizabeth; CHARLIER, Martin; LUI, Alfred; LIGHT, Ann. **Designing connected products: ux for the consumer internet of things**. [s.l.]: “O’Reilly Media, Inc.”, 2015. 1–360 p.
- RUSSELL, James A.; WEISS, Anna; MENDELSON, Gerald A. Affect Grid: a single-item scale of pleasure and arousal. **Journal of personality and social psychology**, [s.l.], v. 57, n. 3, p. 493, 1989..
- SÁNCHEZ, José Luis González; VELA, Francisco Luis Gutiérrez; SIMARRO, Francisco Montero; PADILLA-ZEA, Natalia. Playability: analysing user experience in video games. **Behaviour & Information Technology**, [s.l.], v. 31, n. 10, p. 1033-1054, 2012.
- SANTANA, Vagner F. DE; NERIS, Vânia P. A.; RODRIGUES, Kamila R. H.; OLIVEIRA, Renata; GALINDO, Newton. Activity of Brazilian HCI Community from 2012 to 2017 in the Context of the Challenge “Future, Smart Cities, and Sustainability”. *In: XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems - IHC 2017*. , 2017, Joinville. **Anais [...]**. 2017. p. 1-5.
- SCHROETER, Ch; MUELLER, S.; VOLKHARDT, M.; EINHORN, E.; HUIJNEN, C.; HEUVEL, H. VAN DEN; BERLO, A. VAN; BLEY, A.; GROSS, H. M. Realization and user evaluation of a companion robot for people with mild cognitive impairments. *In: 2013 IEEE International Conference on robotics and automation 2013, Karlsruhe*. **Anais [...]**. IEEE, 2013. p. 1153-1159

SCRIVEN, Michael. The logic and methodology of checklists. **The evaluation Center - Western Michigan University** Disponível em: http://www.wmich.edu/evalctr/checklists/papers/logic&methodology_dec07.pdf. Acesso em: 30 nov. 2018.

SHARP, Helen; LOTZ, Nicole; BLYTH, Richard; WOODROFFE, Mark; RAJAH, Dino; RANGANAI, Turugare. A protocol study of novice interaction design behaviour in botswana: solution-driven interaction design. *In: 27th International BCS Human Computer Interaction Conference.*, 2013, Londres. **Anais [...]**. BCS Learning & Development Ltd., Swindon, 2013.

SIEWERDT, Fernanda Luiza; CARVALHO, Rainara Maia; ANDRADE, Rossana Maria de Castro;. Recommendations for usability testing in ubiquitous applications. *In: 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems - IHC '16.*, 2016., São Paulo. **Anais [...]**. 2016. p. 1-4.

SOUZA, Clarisse Sieckenius De; BARANAUSKAS, Maria Cecília C.; PEREIRA, Roberto. GrandIHC-BR: Prospecção de Grandes Desafios de Pesquisa em Interação Humano-Computador no Brasil. *In: 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems.*, 2012, Cuiaba. **Anais [...]**. 2012. p. 63-64.

SPILOTIS, Evangelos; ANASTASOPOULOS, George; DEDE, Phaedra; MARINAKIS, Vangelis; DOUKAS, Haris. A framework for integrating user experience in action plan evaluation through social media: Transforming user generated content into knowledge to optimise energy use in buildings. *In: 6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)*, 2015, Corfu. **Anais [...]**. IEEE, 2015. p. 1-6.

STEVENSON, Fionn; RIJAL, Hom B. Developing occupancy feedback from a prototype to improve housing production. **Building Research & Information**, [s.l.], v. 38, n. 5, p. 549-563, 2010.

STRASSER, Ewald; WEISS, Astrid; GRILL, Thomas; OSSWALD, Sebastian; TSCHELIGI, Manfred. Combining implicit and explicit methods for the evaluation of an ambient persuasive factory display. *In: International Joint Conference on Ambient Intelligence.*, 2012, Pisa. **Anais [...]**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 113-128.

STUFFLEBEAM, Daniel L. Guidelines for developing evaluation checklists: the checklists development checklist (CDC). **Kalamazoo, MI: The Evaluation Center**. Retrieved on January, Michigan, v. 16, n. July, p. 2008, 2000.

STUFFLEBEAM, Daniel L. Evaluation checklists: Practical tools for guiding and judging evaluations. **American Journal of Evaluation**, [s.l.], v. 22, n. 1, p. 71-79, 2001.

TAIVALSAARI, Antero; MIKKONEN, Tommi. A Roadmap to the Programmable World: Software Challenges in the IoT Era. **IEEE Software**, [s.l.], v. 34, nº 1, p. 72–80, 2017.

TAN, Lu; WANG, Neng. Future internet: the internet of things. *In: 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE).*, 2010, Chengdu. **Anais [...]**. IEEE, 2010. p. V5-376-V5-380.

THE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, Inc. **IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology**. Office., 1990.

THOMAS, Michael Onuoha; ONYIMBO, Beverly Amunga; LOGESWARAN, Rajasvaran. Usability evaluation criteria for internet of things. **International Journal of Information Technology and Computer Science**, [s.l.], v. 8, n.12, p. 10–18, 2016.

THÜRING, Manfred; MAHLKE, Sascha. Usability, aesthetics and emotions in human--technology interaction. **International Journal of Psychology**, [s.l.], v. 42, n.4, p. 253–264, 2007.

VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, Kaisa; OLSSON, Thomas; HÄKKILÄ, Jonna. Towards deeper understanding of user experience with ubiquitous computing systems: systematic literature review and design framework. *In: IFIP Conference on Human-Computer Interaction.*, 2015, Bombay. **Anais [...]**. Springer, Cham, 2015. p. 384-401.

VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, Kaisa; ROTO, Virpi; HASSENZAHN, Marc. Towards practical user experience evaluation methods. **Meaningful measures: Valid useful user experience measurement (VUUM)**, [s.l.], p. 19-22, 2008.

VASSEUR, Jean-Philippe; DUNKELS, Adam. **Interconnecting Smart Objects with IP: The Next Internet (Google eBook)**. [s.l.], Morgan Kaufmann, 2010.

VAZIRI, Daryoush D.; AAL, Konstantin; OGONOWSKI, Corinna; REKOWSKI, Thomas VON; KROLL, Michael; MARSTON, Hannah R.; POVEDA, Rakel; GSCHWIND, Yves J.; DELBAERE, Kim; WIECHING, Rainer; WULF, Volker. Exploring user experience and technology acceptance for a fall prevention system: results from a randomized clinical trial and a living lab. **European Review of Aging and Physical Activity**, [s.l.], v. 13, n.1, 2016.

VERMEEREN, Apos; LAW, Elc; ROTO, Virpi; OBRIST, MARIANNA HOONHOUT, Jettie; VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, Kaisa. **User experience evaluation methods: current state and development needs**. *In: 6th Nordic conference on human-computer interaction: Extending boundaries.*, 2010, Reykjavik. **Anais [...]**. p. 521-530. 2010.

VERMESAN, Ovidiu; FRIESS, Peter; GUILLEMIN, Patrick; GUSMEROLI, Sergio; HARALD, Sundmaeker; BASSI, Alessandro; JUBERT, Ignacio Soler; MAZURA, Margaretha; HARRISON, Mark; EISENHAUER, Markus; DOODY, Pat. Internet of things strategic research roadmap. **Internet of things-global technological and societal trends**, [s.l.], v. 1, n. 2011, p. 9-52, 2011

WANG, Zhu; ZHOU, Xingshe; YU, Zhiwen; WANG, Haipeng; NI, Hongbo. Quantitative evaluation of group user experience in smart spaces. **Cybernetics and Systems**, [s.l.], v. 41, n. 2, p. 105–122, 2010.

WRIGHT, Peter; MCCARTHY, John. Experience-centered design: designers, users, and communities in dialogue. **Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics**, [s.l.], v. 3, n.1, p. 1–123, 2010.

XIAO, Lu; YAN, Xueheng; EMERY, Alison. Design and evaluation of web interfaces for informal care providers in senior monitoring. **American Society for Information Science and Technology**, [s.l.], v. 50, n. 1, p. 1-10, 2013.

YANG, Rayoung; NEWMAN, Mark W. Learning from a learning thermostat: lessons for intelligent systems for the home. *In: ACM international joint conference on Pervasive and ubiquitous computing.*, 2013, Zurich. **Anais [...]**. 2013. p. 93-102.

YONG, Lim Tek. User experience evaluation methods for mobile devices. *In: Third International Conference on Innovative Computing Technology (INTECH 2013).*, 2013, Londres. **Anais [...]. IEEE**, 2013. p. 281-286.

YU, Ping; MA, Xiaoxing.; CAO, Jiannong; LU, Jian. Application mobility in pervasive computing: a survey. **Pervasive and Mobile Computing**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 2-17, 2013.

APÊNDICE A – VERSÃO INICIAL DO CHASE

CHECKLIST PARA AVALIAÇÃO DE UX NO CONTEXTO DE IOT

Orientações e Recomendações de Uso:

- Esse *checklist* é direcionado para avaliação da Experiência do Usuário (UX) no cenário de Internet das Coisas (IoT).
- Para aplicação deste instrumento de avaliação é necessário que a avaliação de UX seja conduzida por no mínimo de dois avaliadores. Um responsável por conduzir a avaliação junto ao usuário. Outro focado na observação e preenchimento do *checklist*.
- O *checklist* é organizado em duas categorias:
 - *Human-Thing*: Se refere à interação que ocorre entre os objetos inteligentes e o usuário
 - *Thing-Thing*: Se refere a interação que se relaciona à intercomunicação entre os objetos inteligentes com o intuito de trocar informações e fornecer serviços aos usuários
- Observe se todas as subcategorias apresentadas nas categorias *Human-Thing* e *Thing-Thing* estão presentes no escopo da sua avaliação. Marque os itens que “não se aplicam” (N/A) antes da avaliação com o usuário final para auxílio do observador no preenchimento do instrumento.
- Procure estudar os itens de verificação e procure relacionar as tarefas pretendidas na avaliação com os itens de descrição. Tal relacionamento é indicado no planejamento da avaliação para auxiliar a observância do comportamento do usuário durante a avaliação.
- Realize uma avaliação piloto para se familiarizar com os itens de verificação.
- Os itens de verificação podem apresentar recorrência em mais de uma tarefa durante a avaliação.
- Procure simular a situações contextuais chaves da sua aplicação IoT para que seja possível a verificação das subcategorias de *sensibilidade ao contexto e programabilidade*, principalmente relacionados aos itens de categoria *thing-thing*.
- Interprete o *checklist* através dos pontos de verificação mais violados. Lembre-se de relacionar os itens as tarefas realizadas e aos impactos na UX durante a interação com o ambiente IoT.

Categoria	Itens de Verificação	Essa situação ocorreu durante a avaliação do sistema IoT?			Tarefa(s) em que ocorreu?	Observações	
		SIM	NÃO	N/A			
HUMAN-THING INTERACTION	ASPECTOS GERAIS DA UX	1. O usuário demonstrou sinais de contentamento com o sistema IoT.(Ex.: Expressões de satisfação e bem-estar, como sorrisos e felicidade)					
		2. O usuário demonstra sinais de descontentamento ou incomodo com o sistema IoT.(Ex.: Expressões ou comentários negativos).					
		3. O usuário consegue executar corretamente a sequência de ações necessária para cumprir a tarefa.(Ex.: Conceder a permissão aos sensores da aplicação antes de executar uma ação.)					
		4. O usuário consegue identificar corretamente todas as “coisas” que compõe o sistema IoT.(Ex.: Luzes, ares condicionados e travas de porta).					
		5. O usuário consegue manipular corretamente as “coisas” para atingir seus objetivos na execução da tarefa.(Ex.: Dar os comandos necessários para um serviço ser executado.)					
		6. O usuário não identifica quais ações o sistema IoT realiza no ambiente.(Ex.: Ajuste de temperatura e luminosidade do ambiente.)					
		7. O usuário comparou positivamente o sistema IoT com outros que já utilizou.(Ex.: Elogios quanto a uma funcionalidade parecida com um sistema que agrada ao usuário.)					
		8. O usuário comparou negativamente o sistema IoT com outros que já utilizou.(Ex.: Usuário recorda de situações frustrantes já vivenciada por ele causada por alguma falha ou problema ocasionado pelo sistema IoT durante a avaliação.)					

HUMAN-THING INTERACTI	SENSIBILIDADE AO CONTEXTO	9. O usuário não identificou problemas no sistema IoT ocasionados por falhas nas simulações do contexto previstas na avaliação. (Ex.: <i>Mudança de tarefa.</i>)					
	PROGRAMABILIDADE	10. O usuário identifica corretamente quais funcionalidades e serviços são possíveis de serem configurados a responderem a determinadas condições. (Ex.: <i>Ligar uma “coisa” em uma determinada hora todos os dias.</i>)					
		11. O usuário não consegue programar as ações do sistema IoT de acordo com suas preferências pessoais, durante a execução de uma tarefa. (Ex.: <i>Configurar a cor da luz do ambiente para suas preferências, como amarelo ou branco.</i>)					
		12. O usuário não consegue programar as ações disponíveis no sistema IoT, durante a execução de uma tarefa (Ex.: <i>Programar que circunstâncias um serviço deve ser executado.</i>)					
		13. As regras configuradas pelo usuário são conflitantes com as regras de funcionamento do sistema IoT. (Ex.: <i>As luzes da casa só ligam a parti das 18h, mas em um dia nublado, o ambiente fica muito escuro e o usuário não consegue ligar as luzes devido a restrição do sistema IoT.</i>)					

Categoria	Itens de Verificação	Essa situação ocorreu durante a avaliação do sistema IoT?			Tarefa(s) em que ocorreu?	Observações
		SIM	NÃO	N/A		
THING-THING INTERACTION	SENSIBILIDADE AO CONTEXTO	14. O sistema se adequa corretamente às necessidades do usuário na execução da tarefa. (Ex.: <i>O sistema oferece um serviço no momento que o usuário precisa.</i>)				
	PROGRAMABILIDADE	15. O sistema não se adapta corretamente às mudanças de contexto para oferecer serviços ou funcionalidades ao usuário.				
		16. As falhas na identificação do contexto contribuíram para uma experiência negativa em determinadas tarefas do sistema IoT.				
		17. As regras pré-estabelecidas pelo sistema IoT para o funcionamento entre as “coisas” são conflitantes. (Ex.: <i>Dois “coisas” podem influenciar a luz do ambiente. No entanto, as regras de funcionamento de uma “coisa” não permitem o correto funcionamento de outra.</i>)				
	PROGRAMABILIDADE	18. As regras de serviços interdependentes do sistema IoT não funcionaram corretamente entre as “coisas.” (Ex.: <i>Aos abrir a porta, as luzes do ambiente deveriam acender, mas não acendem.</i>)				
		19. O sistema IoT não realizou as ações previamente programadas pelo usuário. (Ex.: <i>Sistema IoT falha ao executar em um serviço ao usuário.</i>)				

APÊNDICE B – VERSÃO INTERMEDIÁRIA DO CHASE

Checklist para observação do usuário em avaliações da Experiência do Usuário no cenário de Internet das Coisas

Versão: 08/11/2018

Rodrigo L. A. Almeida (rodrigoalmeida@great.ufc.br)

Diretrizes para o uso do *checklist*

Este *checklist* se destina a auxiliar pesquisadores e profissionais que possuem pouca experiência em avaliações da experiência do usuário (UX) no domínio de Internet das Coisas (IoT). O checklist unifica aspectos da IoT, como sensibilidade ao contexto e programabilidade, e da UX, como satisfação, aspectos emocionais, sentimento de controle e dominância do usuário.

Explicação das categorias do checklist		
Descrevemos aqui a explicação das categorias do checklist. Cada categoria agrupa um conjunto de itens para auxiliar o avaliador na observação do usuário.		
Categorias	Human-Thing Interaction	É a interação que ocorre entre os objetos inteligentes e o usuário. (Por exemplo, usuário liga a luz do ambiente através de um aplicativo).
	Thing-Thing Interaction	É a interação que se relaciona à intercomunicação entre os objetos inteligentes com o intuito de trocar informações e fornecer serviços aos usuários. (Por exemplo, ao abrir a porta, a iluminação do ambiente é ativada).
Subcategoria	Aspectos gerais de UX	Subcategoria ligada a satisfação do usuário, a identificação do controle do usuário sobre o ambiente IoT e a identificação de sua utilidade.
	Sensibilidade ao Contexto	Um sistema é sensível ao contexto se ele usa contexto para fornecer informações e/ou serviços relevantes para o usuário, a relevância depende tarefa do usuário.
	Programabilidade	As "coisas" podem assumir uma variedade de comportamento. No nível mais simples, um dispositivo programável é aquele que pode assumir uma variedade de comportamentos em um comando de usuário sem requerer alterações físicas.

Para aplicação deste instrumento de avaliação é necessário que a avaliação de UX seja conduzida por no mínimo de dois avaliadores. Um responsável por conduzir a avaliação junto ao usuário e outro focado na observação e preenchimento do *checklist*. Indicamos fortemente o uso do protocolo Thinking Alou para auxiliar na observação do usuário durante a interação com o ambiente IoT.

Observe se todas as subcategorias apresentadas nas categorias *Human-Thing* e *Thing-Thing* estão presentes no escopo da sua avaliação. Marque os itens que “não se aplicam” (N/A) antes da avaliação com o usuário final para auxílio do observador no preenchimento do instrumento.

Checklist para observação do usuário em avaliações da Experiência do Usuário no cenário de Internet das Coisas

Avaliador:ID do usuário:

1.Human Thing Interaction – Aspectos gerais da UX	<i>Essa situação ocorreu durante a avaliação?</i>	<i>Quais tarefas?</i>
<i>1.1 O usuário demonstra sinais de contentamento com o sistema IoT.</i>	[] SIM [] NÃO [] N/A	
<i>1.2 O usuário demonstra sinais de descontentamento ou incômodo com o sistema IoT.</i>	[] SIM [] NÃO [] N/A	
<i>1.3 O usuário consegue executar corretamente, no tempo adequado a sequência de ações necessária para cumprir a tarefa.</i>	[] SIM [] NÃO [] N/A	
<i>1.4 O usuário identifica corretamente todas as “coisas” que podem prestar serviços, atendendo as necessidades dos usuários.</i>	[] SIM [] NÃO [] N/A	
<i>1.5.O usuário fica satisfeito ao identificar corretamente as ações que o sistema IoT realizou conforme suas preferências pessoais.</i>	[] SIM [] NÃO [] N/A	
<i>1.6 O usuário parece estar satisfeito com a aparência do sistema IoT (o aspecto visual das “coisas” e da interface, se houver, agrada o usuário)</i>	[] SIM [] NÃO [] N/A	
<i>1.7 O usuário se sente estimulado a explorar as ações e os serviços que o sistema IoT pode realizar.</i>	[] SIM [] NÃO [] N/A	
<i>1.8 O sistema IoT fornece ao usuário um sentimento de controle sobre as ações realizadas.</i>	[] SIM [] NÃO [] N/A	
<i>1.9 O usuário demonstra indícios de emoções positivas durante a interação com o sistema IoT.</i>	[] SIM [] NÃO [] N/A	
<i>1.10 O usuário demonstra indícios de emoções negativas durante a interação com o sistema IoT.</i>	[] SIM [] NÃO [] N/A	
<i>1.11 A ação do sistema IoT atende a expectativa do usuário durante a realização da tarefa na avaliação.</i>	[] SIM [] NÃO [] N/A	

Observações:

2. Human Thing Interaction -Sensibilidade ao Contexto	<i>Essa situação ocorreu durante a avaliação?</i>	<i>Quais tarefas?</i>
2.1 As simulações de contexto previstas na avaliação funcionaram corretamente.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
2.2 As simulações e mudanças de contexto ocorrem de acordo com as expectativas do usuário.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
2.3 As simulações de contexto durante a avaliação ocorrem de acordo com as expectativas do usuário.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
2.4 O usuário mantém o sentimento de controle ao ocorrer uma mudança de contexto na avaliação e o sistema IoT se adaptar proativamente a ela, mudando seu estado.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
2.5 O usuário se sente confortável perante as adaptações proativas do sistema IoT acionadas devido a mudanças de contexto.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
2.6 As mudanças de contexto ocorrem de forma fluída e mantém o fluxo da tarefa realizada pelo usuário.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
Observações:		

3. Human Thing Interaction –Programabilidade	<i>Essa situação ocorreu durante a avaliação?</i>	<i>Quais tarefas?</i>
3.1 O usuário identifica corretamente os serviços passíveis de serem programados.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
3.2 O usuário tenta programar ações de acordo com suas preferências pessoais, mas o sistema IoT não oferece regras de funcionamento correspondentes.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
3.3 O usuário não é informado se as regras configuradas em um serviço, impactam no funcionamento de outros serviços no sistema IoT.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
Observações:		

4. Thing- Thing Interaction –Sensibilidade ao contexto	<i>Essa situação ocorreu durante a avaliação?</i>	<i>Quais tarefas?</i>
4.1 O sistema se adequa corretamente às expectativas do usuário na execução da tarefa.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
4.2 O sistema IoT aumenta a satisfação do usuário ao se adaptar corretamente, oferecendo serviços e funcionalidades de acordo com as necessidades do usuário e as mudanças de contexto.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
4.3 As falhas na identificação do contexto contribuíram para uma percepção negativa em determinadas tarefas do sistema IoT.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
Observações:		

5. Thing-Thing Interaction – Programabilidade	<i>Essa situação ocorreu durante a avaliação?</i>	<i>Quais tarefas?</i>
5.1 O conflito entre as regras de funcionamento do sistema IoT, causam serviços maus executados e uma experiência negativa ao usuário.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
5.2 O usuário configurou regras de funcionamento que não foram executadas corretamente pelas "coisas" do sistema IoT.	[] SIM [] NÃO [] N/A	
Observações:		

APÊNDICE C – VERSÃO FINAL DO CHASE

CHASE - Checklist para Avaliação da Experiência do Usuário em

Ambientes de Internet das Coisas

Versão: 30/08/2019

Rodrigo L. A. Almeida (rodrigolucasalmeida@gmail.com)

Este *checklist* se destina a auxiliar avaliadores, pesquisadores e profissionais que queiram observar o comportamento do usuário em uma avaliação da experiência do usuário (UX) no domínio de Internet das Coisas (IoT). O *CHASE* unifica aspectos da IoT, como *sensibilidade ao contexto* e *programabilidade*, e da UX, como *satisfação*, *aspectos emocionais*, *sentimento de controle* e *dominância do usuário* em seus itens de verificação.

Organização do *CHASE*

O *checklist* organiza os seus 26 itens em duas categorias e três subcategorias.

Explicação das categorias do <i>CHASE</i>		
Descrevemos aqui a explicação das categorias do <i>checklist</i> . Cada categoria é um conjunto de itens de verificação para auxiliar o avaliador na observação do usuário.		
Categorias	Human-Thing Interaction	É a interação que ocorre entre os objetos inteligentes e o usuário. (Por exemplo, usuário liga a luz do ambiente através de um aplicativo).
	Thing-Thing Interaction	É a interação que se relaciona à intercomunicação entre os objetos inteligentes com o intuito de trocar informações e fornecer serviços aos usuários. (Por exemplo, ao abrir a porta, a iluminação do ambiente é ativada).
Subcategoria	Aspectos gerais de UX	Subcategoria ligada a satisfação do usuário, a identificação do controle do usuário sobre o ambiente IoT e a identificação de sua utilidade. <u>Só está presente na categoria Human-Thing.</u>
	Sensibilidade ao Contexto	Um sistema é sensível ao contexto se ele usa contexto para fornecer informações e/ou serviços relevantes para o usuário, a relevância depende tarefa do usuário.
	Programabilidade	As "coisas" podem assumir uma variedade de comportamento. No nível mais simples, um dispositivo programável é aquele que pode assumir uma variedade de comportamentos em um comando de usuário sem requerer alterações físicas.

Recomendações de uso do *CHASE*

É descrito a seguir a duas recomendações relacionadas à **organização da avaliação**:

- Para aplicação deste *checklist*, é necessário que a avaliação da UX seja conduzida por no mínimo dois avaliadores. Um responsável por conduzir a avaliação junto ao usuário e outro focado na observação e preenchimento do *checklist*.
- Indicamos fortemente o estimular o usuário a pensar em voz alta (caso não tenha familiaridade com essa técnica pesquise sobre o uso protocolo *Thinking Aloud* em pesquisa com o usuário) para auxiliar na observação e no entendimento do comportamento do usuário durante a interação com o ambiente IoT. Sem esse estímulo o esforço do avaliador que observará o usuário pode ser bem maior.
- Realize de uma a duas avaliações piloto para se familiarizar com os itens de verificação.
- Os itens de verificação podem apresentar recorrência em mais de uma tarefa ou momento durante a avaliação.
- Procure simular a situações contextuais chaves da solução IoT a ser avaliada para que seja possível a verificação das subcategorias de sensibilidade ao contexto e programabilidade. Além de garantir o bom funcionamento do ambiente IoT avaliado.

- Interprete o CHASE através dos pontos de verificação mais violados. Lembre-se de relacionar os itens as tarefas realizadas e aos impactos na UX durante a interação com o ambiente IoT.

As recomendações apresentadas a seguir estão concentradas ao **manuseio do checklist**.

- Observe se todas as subcategorias apresentadas nas categorias *Human-Thing* e *Thing-Thing* estão presentes no escopo da sua avaliação e no sistema IoT a ser avaliado.
- Marque os itens que “não se aplicam” (N/A) antes da avaliação com o usuário para auxiliar o avaliador a focar nos itens de verificação presentes no escopo da avaliação.
- Para cada item de verificação o avaliador deve indicar se a descrição ocorreu ou ocorreu de forma parcialmente ou não ocorreu. Fique atento, pois alguns itens só poderão ser atribuídos esse estado ao final da avaliação.
- Observe em quais tarefas ocorreram a violação dos itens. Se atente a perceber se uma situação ocorreu durante toda a avaliação.
- Cada item deve receber um nível de severidade determinado pelo avaliador, auxiliando na interpretação saber quais itens impactaram negativamente a UX. A escala de severidade seguida no CHASE é:
 1. Não apresentou impacto negativo na UX ou não é um problema
 2. Baixo impacto na UX
 3. Grande impacto na UX
 4. Profundo impacto na UX
- O campo de observações é reservado para caso o observador queira realizar anotações durante a avaliação.
- O CHASE acompanha um conjunto de exemplos relacionados aos itens de verificação para auxiliar os pesquisadores na compreensão dos itens de verificação.

Recomendações quanto a impressão do CHASE

- Recomenda-se que a impressão do instrumento seja colorida, pois as uso das cores na formação do *checklist* foram pensadas para auxiliar na observação do usuário.
- Recomenda-se que a impressão do *checklist* seja feita em uma folha frente e verso para não atrapalhar o avaliador com uma grande quantidade de folhas durante a avaliação. Entretanto, é importante pontuar que o avaliador deve dispor da organização das folhas da forma que for mais confortável para observação do usuário.

Descrição dos formatos disponíveis

Versão Completa – Essa é a versão que o CHASE foi originalmente pensado, contendo todos os campos de uso a serem preenchidos. Os itens de verificação estão separados em módulos.

Versão Completa com Exemplos - Essa é a versão do CHASE que os itens de verificação possuem os exemplos, indicado principalmente para avaliadores que tenham pouca experiência em realizar observação do comportamento do usuário, auxiliando durante a avaliação.

Versão Compacta – Privilegia a visualização de todos os itens de verificação de uma forma rápida e sucinta. Algumas notas e observações que o avaliador queira fazer pode ser feita nas bordas ou em um papel a parte.

**CHASE - Checklist para Avaliação da Experiência do Usuário em Ambientes de Internet das Coisas
(Versão Completa)**

Avaliador:

ID do usuário:

1. Human-Thing Interaction Aspectos gerais da UX	Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade	Observações
1.1 O usuário demonstra <i>sinais de contentamento</i> com o sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.2 O usuário <i>demonstra sinais de descontentamento ou incômodo</i> com o sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.3 O usuário consegue <i>executar corretamente, no tempo adequado</i> a sequência de ações necessária para cumprir <i>a tarefa</i> .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.4 O usuário <i>identifica corretamente todas as "coisas"</i> que podem prestar serviços no ambiente IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.5 O usuário tem suas <i>necessidades atendidas</i> pelo sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.6 O usuário fica <i>satisfeito ao identificar corretamente</i> as ações que o sistema IoT realizou <i>conforme</i> suas <i>preferências pessoais</i> .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.7 O usuário parece estar satisfeito com a <i>aparência do sistema IoT</i> (o aspecto visual das "coisas" e da interface, se houver, agrada o usuário)	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.8 O usuário se <i>sente estimulado a explorar</i> as ações e os serviços que o sistema IoT pode realizar.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.9 O sistema IoT fornece ao usuário um <i>sentimento de controle</i> sobre <i>as ações realizadas</i> .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.10 O usuário <i>demonstra indícios de emoções positivas</i> durante a interação com o sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.11 O usuário <i>demonstra indícios de emoções negativas</i> durante a interação com o sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.12 A ação do sistema IoT <i>atende a expectativa do usuário</i> durante a realização da tarefa na avaliação.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	

2.Human-Thing Interaction Sensibilidade ao contexto	Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade	Observações
2.1 As simulações de contexto previstas na avaliação funcionaram corretamente .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
2.2 As mudanças de contexto ocorrem de acordo com as expectativas do usuário .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
2.3 O usuário mantém o sentimento de controle ao ocorrer uma mudança de contexto na avaliação e o sistema IoT se adaptar proativamente a ela, mudando seu estado .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
2.4 O usuário se sente confortável perante as adaptações proativas do sistema IoT acionadas devido a mudanças de contexto.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
2.5 As mudanças de contexto ocorrem de forma fluída e mantém o fluxo da tarefa realizada pelo usuário.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	

3.Human-Thing Interaction Programabilidade	Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade	Observações
3.1 O usuário identifica corretamente os serviços passíveis de serem programados .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
3.2 O usuário tenta programar ações de acordo com suas preferências pessoais , mas o sistema IoT não oferece regras de funcionamento correspondentes.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
3.3 O usuário é informado se as regras configuradas em um serviço, impactam no funcionamento de outros serviços no sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	

4.Thing-Thing Interaction Sensibilidade ao contexto	Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade	Observações
4.1 O sistema IoT se adequa corretamente às expectativas do usuário na execução da tarefa.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
4.2 O sistema IoT aumenta a satisfação do usuário ao se adaptar corretamente .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
4.3 O sistema IoT oferece serviços e funcionalidades de acordo com as necessidades do usuário e as mudanças de contexto.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
4.4 O sistema IoT falhou na identificação do contexto contribuindo para que o tenha percepção negativa da experiência.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	

5.Thing-Thing Interaction Programabilidade	Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade	Observações
5.1 O conflito entre as regras de funcionamento do sistema IoT, causam serviços maus executados e uma experiência negativa ao usuário.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
5.2 O usuário configurou regras de funcionamento que NÃO foram executadas corretamente pelas "coisas" do sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	

**CHASE - Checklist para Avaliação da Experiência do Usuário em Ambientes de Internet das Coisas
(Versão compacta)**

Avaliador:

ID do usuário:

Human-Thing Interaction		Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade
1. ASPECTOS GERAIS DA UX	1.1 O usuário demonstra sinais de contentamento com o sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	1.2 O usuário demonstra sinais de descontentamento ou incômodo com o sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	1.3 O usuário consegue executar corretamente, no tempo adequado a sequência de ações necessária para cumprir a tarefa.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	1.4 O usuário identifica corretamente todas as "coisas" que podem prestar serviços no ambiente IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	1.5 O usuário tem suas necessidades atendidas pelo sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	1.6 O usuário fica satisfeito ao identificar corretamente as ações que o sistema IoT realizou conforme suas preferências pessoais .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	1.7 O usuário parece estar satisfeito com a aparência do sistema IoT (o aspecto visual das "coisas" e da interface, se houver, agrada o usuário)	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	1.8 O usuário se sente estimulado a explorar as ações e os serviços que o sistema IoT pode realizar.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	1.9 O sistema IoT fornece ao usuário um sentimento de controle sobre as ações realizadas.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	1.10 O usuário demonstra indícios de emoções positivas durante a interação com o sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	1.11 O usuário demonstra indícios de emoções negativas durante a interação com o sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	1.12 A ação do sistema IoT atende a expectativa do usuário durante a realização da tarefa na avaliação.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
2. SENSIBILIDADE AO CONTEXTO	2.1 As simulações de contexto previstas na avaliação funcionaram corretamente .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	2.2 As mudanças de contexto ocorrem de acordo com as expectativas do usuário .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	2.3 O usuário mantém o sentimento de controle ao ocorrer uma mudança de contexto na avaliação e o sistema IoT se adapta proativamente a ela, mudando seu estado .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	2.4 O usuário se sente confortável perante as adaptações proativas do sistema IoT acionadas devido a mudanças de contexto.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	2.5 As mudanças de contexto ocorrem de forma fluida e mantém o fluxo da tarefa realizada pelo usuário.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
3. PROGRAMABILIDADE	3.1 O usuário identifica corretamente os serviços passíveis de serem programados .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	3.2 O usuário tenta programar ações de acordo com suas preferências pessoais , mas o sistema IoT não oferece regras de funcionamento correspondentes.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	3.3 O usuário é informado se as regras configuradas em um serviço, impactam no funcionamento de outros serviços no sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4

<i>Thing-Thing Interaction</i>		<i>Essa situação ocorreu durante a avaliação?</i>	<i>Quais tarefas?</i>	<i>Severidade</i>
4. SENSIBILIDADE AO CONTEXTO	4.1 O sistema IoT se adequa corretamente às expectativas do usuário na execução da tarefa.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	4.2 O sistema IoT aumenta a satisfação do usuário ao se adaptar corretamente .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	4.3 O sistema IoT oferece serviços e funcionalidades de acordo com as necessidades do usuário e as mudanças de contexto.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	4.4 O sistema IoT falhou na identificação do contexto contribuindo para <i>que o tenha</i> percepção negativa da experiência .	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
5. PROGRAMABILIDADE	5.1 O conflito entre as regras de funcionamento do sistema IoT, causam serviços maus executados e uma experiência negativa ao usuário.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
	5.2 O usuário configurou regras de funcionamento que NÃO foram executadas corretamente pelas "coisas" do sistema IoT.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4

CHASE - Checklist para Avaliação da Experiência do Usuário em Ambientes de Internet das Coisas (Versão Completa com exemplos)

Avaliador:

ID do usuário:

1. Human-Thing Interaction Aspectos gerais da UX	Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade	Observações
1.1 O usuário demonstra sinais de contentamento com o sistema IoT. <i>Ex: O usuário realiza expressões de satisfação e bem-estar, como sorrisos e comentários positivos.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.2 O usuário demonstra sinais de descontentamento ou incômodo com o sistema IoT. <i>Ex: O usuário realiza expressões de insatisfação como franzir de testa, lábios caídos, pausas longas e comentários negativos.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.3 O usuário consegue executar corretamente, no tempo adequado a sequência de ações necessária para cumprir a tarefa . <i>Ex: O usuário concede uma permissão aos sensores do ambiente IoT antes de executar uma ação de forma simples e rápida.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.4 O usuário identifica corretamente todas as "coisas" que podem prestar serviços no ambiente IoT. <i>Ex: O usuário identifica as luzes, ares condicionados e travas de porta que compõe o ambiente IoT.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.5 O usuário tem suas necessidades atendidas pelo sistema IoT. <i>Ex: O sistema IoT acende as luzes ao anoitecer ou nas situações que o usuário programou.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.6 O usuário fica satisfeito ao identificar corretamente as ações que o sistema IoT realizou conforme suas preferências pessoais . <i>Ex: O ambiente IoT se configurou (exemplo: temperatura e luminosidade) de acordo com o gosto do usuário.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.7 O usuário parece estar satisfeito com a aparência do sistema IoT (o aspecto visual das "coisas" e da interface, se houver, agrada o usuário). <i>Ex: O usuário realiza comentários e elogios a respeito das cores, formas e textura das "coisas" e da interface.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.8 O usuário se sente estimulado a explorar as ações e os serviços que o sistema IoT pode realizar. <i>Ex: O usuário consegue explorar facilmente as funcionalidade e serviços oferecidos pelo ambiente IoT como mudança de luminosidade.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.9 O sistema IoT fornece ao usuário um sentimento de controle sobre as ações realizadas . <i>Ex: O usuário sente que o ambiente IoT não realiza ações que ferem sua liberdade e privacidade mesmo com automação de serviços.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.10 O usuário demonstra indícios de emoções positivas durante a interação com o sistema IoT. <i>Ex: O usuário manifesta emoções como alegria e entusiasmo.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	

1. Human-Thing Interaction Aspectos gerais da UX	Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade	Observações
1.11 O usuário demonstra indícios de emoções negativas durante a interação com o sistema IoT. <i>Ex: O usuário manifesta emoções como tristeza, insegurança e medo.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
1.12 A ação do sistema IoT atende a expectativa do usuário durante a realização da tarefa na avaliação. <i>Ex: O ambiente IoT realiza um serviço como ligar e desligar uma coisa conforme o usuário espera.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	

2. Human-Thing Interaction Sensibilidade ao contexto	Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade	Observações
2.1 As simulações de contexto previstas na avaliação funcionaram corretamente . <i>Ex: Os contextos conseguiram criar as situações prevista para avaliar a porção do sistema IoT pretendida na avaliação.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
2.2 As mudanças de contexto ocorrem de acordo com as expectativas do usuário . <i>Ex: O sistema IoT consegue perceber a mudança de objetivos do usuário durante o uso e oferecer serviços de acordo com o que o usuário está esperando.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
2.3 O usuário mantém o sentimento de controle ao ocorrer uma mudança de contexto na avaliação e o sistema IoT se adaptar proativamente a ela, mudando seu estado. <i>Ex: O sistema IoT automatiza tanto os serviços e as funcionalidades de forma ao usuário sentir que as coisas estão acontecendo sem sua permissão ou sem de acordo com suas preferências.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
2.4 O usuário se sente confortável perante as adaptações proativas do sistema IoT acionadas devido a mudanças de contexto. <i>Ex: O usuário não se incomoda do sistema IoT ligar as luzes da casa em um dia nublado, onde a casa está com nível de iluminação natural baixa.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
2.5 As mudanças de contexto ocorrem de forma fluida e mantém o fluxo da tarefa realizada pelo usuário. <i>Ex: O usuário consegue navegar pelos serviços e funcionalidades do ambiente IoT de forma fluida, não parecendo que a cada serviço ou tarefa realizada, ele está interagindo com um sistema diferente ou precisa estar bastante atento nas ações que precisa realizar.</i>	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	

3.Human-Thing Interaction Programabilidade	Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade	Observações
3.1O usuário identifica corretamente os serviços passíveis de serem programados . Ex: O ambiente IoT liga uma "coisa" em uma determinada hora todos os dias.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
3.2 O usuário tenta programar ações de acordo com suas preferências pessoais , mas o sistema IoT não oferece regras de funcionamento correspondentes. Ex: O usuário gostaria de programar uma iluminação adequada para leitura ao anoitecer, mas o sistema IoT não apresenta tal opção de configuração.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
3.3 O usuário é informado se as regras configuradas em um serviço, impactam no funcionamento de outros serviços no sistema IoT. Ex: O usuário pede para o sistema IoT apagar as luzes da casa todos os dias as 22:00. No entanto o usuário configurou que as luzes a noite devem permanecer acesas até todos os membros da casa chegarem em casa. Chegando as 22:00, qual será o comportamento do sistema IoT?	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	

4.Thing-Thing Interaction Sensibilidade ao contexto	Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade	Observações
4.1 O sistema IoT se adequa corretamente às expectativas do usuário na execução da tarefa. Ex: O usuário pediu para as luzes ligarem em um minuto e elas funcionam de acordo com a expectativas. O sistema IoT identifica que passou um minuto e liga as luzes.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
4.2 O sistema IoT aumenta a satisfação do usuário ao se adaptar corretamente . Ex: O sistema IoT oferece um serviço no momento que o usuário precisa.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
4.3 O sistema IoT oferece serviços e funcionalidades de acordo com as necessidades do usuário e as mudanças de contexto. Ex: O usuário vai preparar um prato nunca feito antes em um jantar importante que está previsto na agenda do usuário. O sistema IoT usando de sensores e atuadores, auxilia o usuário no preparo do prato.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
4.4 O sistema IoT falhou na identificação do contexto contribuindo para que o tenha percepção negativa da experiência. Ex: O usuário configurou para apagar as luzes a 22:00. No entanto, as 22:00 as luzes permaneceram acesas.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	

5.Thing-Thing Interaction Programabilidade	Essa situação ocorreu durante a avaliação?	Quais tarefas?	Severidade	Observações
5.1 O conflito entre as regras de funcionamento do sistema IoT, causam serviços maus executados e uma experiência negativa ao usuário. Ex: O ambiente IoT possui duas "coisas" podem influenciar a luz ambiente. No entanto, as regras de funcionamento de uma "coisa" não permitem o correto funcionamento de outra.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
5.2 O usuário configurou regras de funcionamento que NÃO foram executadas corretamente pelas "coisas" do sistema IoT. Ex: O usuário configurou para ligar as luzes a 18:00. No entanto, as luzes só acendem as 18:10.	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> N/A		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	

CHASE - Checklist para observação do usuário em avaliações da Experiência do Usuário no cenário de Internet das Coisas

MATERIAL DE ESTUDO COM EXEMPLOS PARA OS ITENS

	Human-Thing Interaction	Exemplos
1. ASPECTOS GERAIS DA UX	1.1 O usuário demonstra sinais de contentamento com o sistema IoT.	O usuário realiza expressões de satisfação e bem-estar, como sorrisos e comentários positivos
	1.2 O usuário demonstra sinais de descontentamento ou incômodo com o sistema IoT.	O usuário realiza expressões de insatisfação como franzir de testa, lábios caídos, pausas longas e comentários negativos
	1.3 O usuário consegue executar corretamente, no tempo adequada sequência de ações necessária para cumprir a tarefa.	O usuário concede uma permissão aos sensores do ambiente IoT antes de executar uma ação de forma simples e rápida.
	1.4 O usuário identifica corretamente todas as "coisas" que podem prestar serviços no ambiente IoT.	O usuário identifica as luzes, ares condicionados e travas de porta que compõe o ambiente IoT.
	1.5 O usuário tem suas necessidades atendidas pelo sistema IoT.	O sistema IoT acende as luzes ao anoitecer ou nas situações que o usuário programou.
	1.6 O usuário fica satisfeito ao identificar corretamente as ações que o sistema IoT realizou conformes suas preferências pessoais .	O ambiente IoT se configurou (exemplo: temperatura e luminosidade) de acordo com o gosto do usuário.
	1.7 O usuário parece estar satisfeito com a aparência do sistema IoT (o aspecto visual das "coisas" e da interface, se houver, agrada o usuário)	O usuário realiza comentários e elogios a respeito das cores, formas e textura das "coisas" e da interface.
	1.8 O usuário se sente estimulado a explorar as ações e os serviços que o sistema IoT pode realizar.	O usuário consegue explorar facilmente as funcionalidade e serviços oferecidos pelo ambiente IoT como mudança de luminosidade.
	1.9 O sistema IoT fornece ao usuário um sentimento de controle sobre as ações realizadas.	O usuário sente que o ambiente IoT não realiza ações que ferem sua liberdade e privacidade mesmo com automação de serviços.
	1.10 O usuário demonstra indícios de emoções positivas durante a interação com o sistema IoT.	O usuário manifesta emoções como alegria e entusiasmo.
	1.11 O usuário demonstra indícios de emoções negativas durante a interação com o sistema IoT.	O usuário manifesta emoções como tristeza, insegurança e medo.
	1.12 A ação do sistema IoT atende a expectativa do usuário durante a realização da tarefa na avaliação.	O ambiente IoT realiza um serviço como ligar e desligar uma coisa conforme o usuário espera.
2. SENSIBILIDADE AO CONTEXTO	2.1 As simulações de contexto previstas na avaliação funcionaram corretamente .	Os contextos conseguiram criar as situações prevista para avaliar a porção do sistema IoT pretendida na avaliação.
	2.2 As mudanças de contexto ocorrem de acordo com as expectativas do usuário .	O sistema IoT consegue perceber a mudança de objetivos do usuário durante o uso e oferecer serviços de acordo com o que o usuário está esperando.
	2.3 O usuário mantém o sentimento de controle ao ocorrer uma mudança de contexto na avaliação e o sistema IoT se adaptar proativamente a ela, mudando seu estado .	O sistema IoT automatiza tanto os serviços e as funcionalidades de forma ao usuário sentir que as coisas estão acontecendo sem sua permissão ou sem de acordo com suas preferências.
	2.4 O usuário se sente confortável perante as adaptações proativas do sistema IoT acionadas devido a mudanças de contexto.	O usuário não se incomoda do sistema IoT ligar as luzes da casa em um dia nublado, onde a casa está com nível de iluminação natural baixa.
	2.5 As mudanças de contexto ocorrem de forma fluida e mantém o fluxo da tarefa realizada pelo usuário.	O usuário consegue navegar pelos serviços e funcionalidades do ambiente IoT de forma fluida, não parecendo que a cada serviço ou tarefa realizada, ele está interagindo com um sistema diferente ou precisa estar bastante atento nas ações que precisa realizar.
3. PROGRAMABILIDADE	3.1 O usuário identifica corretamente os serviços passíveis de serem programados .	O ambiente IoT liga uma "coisa" em uma determinada hora todos os dias
	3.2 O usuário tenta programar ações de acordo com suas preferências pessoais , mas o sistema IoT não oferece regras de funcionamento correspondentes.	O usuário gostaria de programar uma iluminação adequada para leitura ao anoitecer, mas o sistema IoT não apresenta tal opção de configuração.
	3.3 O usuário é informado se as regras configuradas em um serviço, impactam no funcionamento de outros serviços no sistema IoT.	O usuário pede para o sistema IoT apagar as luzes da casa todos os dias as 22:00. No entanto o usuário configurou que as luzes a noite devem permanecer acesas até todos os membros da casa chegarem em casa. Chegando as 22:00, qual será o comportamento do sistema IoT?

	<i>Thing-Thing Interaction</i>	<i>Exemplos</i>
4. SENSIBILIDADE AO CONTEXTO	4.1 O sistema IoT se adequa corretamente às expectativas do usuário na execução da tarefa.	O usuário pediu para as luzes ligarem em um minuto e elas funcionam de acordo com a expectativas. O sistema IoT identifica que passou um minuto e liga as luzes.
	4.2 O sistema IoT aumenta a satisfação do usuário ao se adaptar corretamente .	O sistema IoT oferece um serviço no momento que o usuário precisa.
	4.3 O sistema IoT oferece serviços e funcionalidades de acordo com as necessidades do usuário e as mudanças de contexto.	O usuário vai preparar um prato nunca feito antes em um jantar importante que está previsto na agenda do usuário. O sistema IoT usando de sensores e atuadores, auxilia o usuário no preparo do prato.
	4.4 O sistema IoT falhou na identificação do contexto contribuindo para que o tenha percepção negativa da experiência .	O usuário configurou para apagar as luzes a 22:00. No entanto, as 22:00 as luzes permaneceram acesas.
5. PROGRAMABILIDADE	5.1 O conflito entre as regras de funcionamento do sistema IoT, causam serviços maus executados e uma experiência negativa ao usuário.	O ambiente IoT possui duas "coisas" podem influenciar a luz ambiente. No entanto, as regras de funcionamento de uma "coisa" não permitem o correto funcionamento de outra.
	5.2 O usuário configurou regras de funcionamento que NÃO foram executadas corretamente pelas "coisas" do sistema IoT.	O usuário configurou para ligar as luzes a 18:00. No entanto, as luzes só acendem as 18:10.

APÊNDICE D – ESTUDOS IDENTIFICADOS NA REVISÃO DA LITERATURA

ID	Foco da avaliação	Referência
01	Usabilidade	BACCHETTI, Rafael. Evaluation of the Interaction with an Internet of Things Smart Building. In: International Conference on Human-Computer Interaction . Springer, Cham, 2016. p. 403-408.
02	Usabilidade	FERNÁNDEZ, Miguel Ángel et al. Multimodal interfaces for the smart home: findings in the process from architectural design to user evaluation. In: International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence . Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 173-180.
03	Usabilidade	GAO, Ruiling et al. Web-based motion detection system for health care. In: 2015 IEEE/ACIS 14th International Conference on Computer and Information Science (ICIS) . IEEE, 2015. p. 65-70.
04	Usabilidade	BONINO, Dario et al. DOGeye: Controlling your home with eye interaction. Interacting with Computers , v. 23, n. 5, p. 484-498, 2011.
05	Usabilidade	KYMÄLÄINEN, Tiina Kymäläinen, T., Heinilä, J., Tuomisto, T., Plomp, J., & Urhema, T. Creating Scenes for an Intelligent Nursing Environment: Co-design and User Evaluations of a Home Control System. In: 2012 Eighth International Conference on Intelligent Environments . IEEE, 2012. p. 87-94.
06	Usabilidade	HUIJNEN, Claire et al. Huijnen, C., Badii, A., van den Heuvel, H., Caleb-Solly, P., & Thiemert, D. “Maybe it becomes a buddy, but do not call it a robot”–Seamless cooperation between companion robotics and smart homes. In: International Joint Conference on Ambient Intelligence . Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. p. 324-329.
07	Usabilidade	LEITNER, Gerhard; FERCHER, Anton J.; LASSEN, Christian. End users programming smart homes–A case study on scenario programming. In: International Workshop on Human-Computer Interaction and Knowledge Discovery in Complex, Unstructured, Big Data . Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. p. 217-236.
08	Usabilidade	BEATTIE, M., HALLBERG, J., NUGENT, C., SYNNEs, K., CLELAND, I., & LEE, S. A collaborative patient-carer interface for generating home based rules for self-management. In: International Conference on Smart Homes and Health Telematics . Springer, Cham, 2014. p. 93-102.
09	Usabilidade	KOSKELA, Tiiu; VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, Kaisa; LEHTI, Lauri. Home is where your phone is: Usability evaluation of mobile phone UI for a smart home. In: International Conference on Mobile Human-Computer Interaction . Springer, Berlin, Heidelberg, 2004. p. 74-85.
10	Usabilidade	KOSKELA, Tiiu; VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, Kaisa. Evolution towards smart home environments: empirical evaluation of three user interfaces. Personal and Ubiquitous Computing , v. 8, n. 3-4, p. 234-240, 2004.

ID	Foco da avaliação	Referência
11	Usabilidade	PROPP, Stefan; BUCHHOLZ, Gregor; FORBRIG, Peter. Task model-based usability evaluation for smart environments. In: Engineering Interactive Systems . Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. p. 29-40.
12	Usabilidade	SHIREHJINI, Ali Asghar Nazari; SEMSAR, Azin. Human interaction with IoT-based smart environments. Multimedia Tools and Applications , v. 76, n. 11, p. 13343-13365, 2017.
13	Usabilidade	BLASCO, Rubén et al. A smart kitchen for ambient assisted living. Sensors , v. 14, n. 1, p. 1629-1653, 2014.
14	Usabilidade	BOUGEOIS, Elizabeth et al. Post-test perceptions of digital tools by the elderly in an ambient environment. In: International Conference on Smart Homes and Health Telematics . Springer, Cham, 2016. p. 356-367.
15	Usabilidade	BUCHHOLZ, Gregor; PROPP, Stefan. Towards usability evaluation for smart appliance ensembles. In: International Workshop on Design, Specification, and Verification of Interactive Systems . Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. p. 294-299.
16	Usabilidade	CHIKHAOUI, Belkacem; PIGOT, Hélène. Towards analytical evaluation of human machine interfaces developed in the context of smart homes. Interacting with Computers , v. 22, n. 6, p. 449-464, 2010.
17	Usabilidade	SAUNDERS, J. SYRDAL, D. S., KOAY, K. L., BURKE, N., & DAUTENHAHN, K. "Teach Me–Show Me"—End-User Personalization of a Smart Home and Companion Robot. IEEE Transactions on Human-Machine Systems , v. 46, n. 1, p. 27-40, 2015.
18	Usabilidade	PICKING, R., ROBINET, A., MCGINN, J., GROUT, V., CASAS, R., & BLASCO, R et al. The Easyline+ project: evaluation of a user interface developed to enhance independent living of elderly and disabled people. Universal Access in the Information Society , v. 11, n. 2, p. 99-112, 2012.
19	Usabilidade	CARRINO, Stefano et al. Humans and smart environments: a novel multimodal interaction approach. In: Proceedings of the 13th international conference on multimodal interfaces . ACM, 2011. p. 105-112.
20	Usabilidade	CAVALLO, Filippo; AQUILANO, Michela; ARVATI, Marco. An ambient assisted living approach in designing domiciliary services combined with innovative technologies for patients with Alzheimer's disease: a case study. American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias® , v. 30, n. 1, p. 69-77, 2015.
21	Usabilidade	CAVALLO, F.; AQUILANO, M.; BONACCORSI, M.; LIMOSANI, R.; MANZI, A.; CARROZZA, M. C.; & DARIO, P. Improving domiciliary robotic services by integrating the ASTRO robot in an Aml infrastructure. In: Gearing up and accelerating cross-fertilization between academic and industrial robotics research in Europe . Springer, Cham, 2014. p. 267-282.
22	Usabilidade	XIAO, Lu; YAN, Xueheng; EMERY, Alison. Design and evaluation of web interfaces for informal care providers in senior monitoring. In: Proceedings of the 76th ASIS&T Annual Meeting: Beyond the Cloud: Rethinking Information Boundaries . American Society for Information Science, 2013. p.8.

ID	Foco da avaliação	Referência
23	Usabilidade	NAKAZAWA, Ryo; OHMURA, Ren. Cooperation definition method for smart appliances with single colloquial sentence. In: 2016 International Conference On Advanced Informatics: Concepts, Theory And Application (ICAICTA) . IEEE, 2016. p. 1-5.
24	Usabilidade	ALOULO, Hamdi et al. Deployment of assistive living technology in a nursing home environment: methods and lessons learned. BMC medical informatics and decision making , v. 13, n. 1, p. 42, 2013.
25	Usabilidade	MIGLINO, Orazio et al. BlockMagic, A Hybrid Educational Environment Based on RFID Technology and Internet of Things Concepts. In: International Internet of Things Summit . Springer, Cham, 2014. p. 64-69.
26	Usabilidade	WEISS, Benjamin et al. Quality of talking heads in different interaction and media contexts. Speech Communication , v. 52, n. 6, p. 481-492, 2010.
27	Usabilidade	REEDER, Blaine; DEMIRIS, George; MAREK, Karen D. Older adults' satisfaction with a medication dispensing device in home care. Informatics for Health and Social Care , v. 38, n. 3, p. 211-222, 2013.
28	Usabilidade	GREGORIADES, Andreas et al. A robotic system for home security enhancement. In: International Conference on Smart Homes and Health Telematics . Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. p. 43-52.
29	Usabilidade	LEE, Chaiwoo et al. Integration of medication monitoring and communication technologies in designing a usability-enhanced home solution for older adults. In: ICTC 2011 . IEEE, 2011. p. 390-395.
30	Usabilidade	GARCÍA-VÁZQUEZ, Juan Pablo et al. Supporting the strategies to improve elders' medication compliance by providing ambient aids. Personal and Ubiquitous Computing , v. 15, n. 4, p. 389-397, 2011.
31	Usabilidade	EHRENBRINK, P., HILLMANN, S., WEISS, B., & MÖLLER, S. Psychological reactance in HCI: a method towards improving acceptance of devices and services. In: Proceedings of the 28th Australian Conference on Computer-Human Interaction . ACM, 2016. p. 478-482.
32	Usabilidade	BONACCORSI, Manuele et al. 'HighChest': An Augmented Freezer Designed for Smart Food Management and Promotion of Eco-Efficient Behaviour. Sensors , v. 17, n. 6, p. 1357, 2017.
33	Usabilidade	KYMÄLÄINEN, Tiina et al. Designing smart living for ageing Alice—and the persons next door. Intelligent Buildings International , v. 9, n. 1, p. 3-22, 2017.
34	Usabilidade	NICULESCU, Andrea I.; WADHWA, Bimlesh; QUEK, Evan. Smart city technologies: design and evaluation of an intelligent driving assistant for smart parking. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology , v. 6, n. 6, p. 1096-1102, 2016.

ID	Foco da avaliação	Referência
35	Usabilidade	JEWELL, Michael O.; COSTANZA, Enrico; KITTLEY-DAVIES, Jacob. Connecting the things to the internet: an evaluation of four configuration strategies for wi-fi devices with minimal user interfaces. In: Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on pervasive and ubiquitous computing . ACM, 2015. p. 767-778.
36	Usabilidade	SAEZ-PONS, Joan; SYRDAL, Dag Sverre; DAUTENHAHN, Kerstin. What has happened today? Memory visualisation of a robot companion to assist user's memory. Journal of Assistive Technologies , v. 9, n. 4, p. 207-218, 2015.
37	Usabilidade	DI NUOVO, Alessandro et al. A web based multi-modal interface for elderly users of the robot-era multi-robot services. In: 2014 IEEE international conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC) . IEEE, 2014. p. 2186-2191.
38	Usabilidade	DONATI, Massimiliano et al. Operating protocol and networking issues of a telemedicine platform integrating from wireless home sensors to the hospital information system. Journal of Computer Networks and Communications , v. 2013, 2013.
39	Usabilidade	PASTORINO, Matteo et al. Preliminary evaluation of a personal healthcare system prototype for cognitive eRehabilitation in a living assistance domain. Sensors , v. 14, n. 6, p. 10213-10233, 2014.
40	Usabilidade	GÖVERCIN, Mehmet et al. SmartSenior@ home: acceptance of an integrated ambient assisted living system. Results of a clinical field trial in 35 households. Informatics for health and social care , v. 41, n. 4, p. 430-447, 2016.
41	Usabilidade	SCHULZ, Trenton. Creating universal designed and trustworthy objects for the internet of things. In: International Conference on Learning and Collaboration Technologies . Springer, Cham, 2014. p. 206-214.
42	Usabilidade	BROLL, Gregor et al. Perci: Pervasive service interaction with the internet of things. IEEE Internet Computing , v. 13, n. 6, p. 74-81, 2009.
43	Usabilidade	JARA, Antonio J. et al. Communication protocol for enabling continuous monitoring of elderly people through near field communications. Interacting with Computers , v. 26, n. 2, p. 145-168, 2013.
44	Usabilidade	BOTELHO, Bernardo et al. EXPLORING THE POSSIBILITIES OF UNIVERSITY SMART CARDS INTEGRATED WITH VIRTUAL SOCIAL NETWORKS.
45	Usabilidade	INGROSSO, Andrea et al. UX and Usability on Smart TV: A Case Study on a T-commerce Application. In: International Conference on HCI in Business . Springer, Cham, 2015. p. 312-323.

ID	Foco da avaliação	Referência
46	Usabilidade	FRANSSILA, Heljä. User experiences and acceptance scenarios of NFC applications in security service field work. In: 2010 Second International Workshop on Near Field Communication . IEEE, 2010. p. 39-44.
47	Usabilidade	KRIESTEN, Bastian et al. Unobtrusively controlling and linking information and services in smart environments. In: Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries . ACM, 2010. p. 276-285.
48	Experiência do usuário	KAILA, Lasse et al. Living wood: a self-hiding calm user interface. In: Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference . ACM, 2012. p. 267-274.
49	Experiência do usuário	SCHROETER, Ch et al. Realization and user evaluation of a companion robot for people with mild cognitive impairments. In: 2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation . IEEE, 2013. p. 1153-1159.
50	Experiência do usuário	CARABALONA, Roberta et al. Light on! Real world evaluation of a P300-based brain-computer interface (BCI) for environment control in a smart home. Ergonomics , v. 55, n. 5, p. 552-563, 2012.
51	Experiência do usuário	CAI, Hao et al. HEALTH PROFESSIONALS' USER EXPERIENCE OF THE INTELLIGENT BED IN PATIENTS' HOMES. International journal of technology assessment in health care , v. 31, n. 4, p. 256-263, 2015.
52	Experiência do usuário	HUANG, Yu-Chun; WU, Kuan-Ying; LIU, Yu-Tung. Future home design: an emotional communication channel approach to smart space. Personal and ubiquitous computing , v. 17, n. 6, p. 1281-1293, 2013.
53	Experiência do usuário	HERRMANNY, Katja et al. Sensor-based and tangible interaction with a TV community platform for seniors. In: Proceedings of the 7th ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems . ACM, 2015. p. 180-189.
54	Experiência do usuário	KYMÄLÄINEN, Tiina et al. A creative prototype illustrating the ambient user experience of an intelligent future factory. Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments , v. 9, n. 1, p. 41-57, 2017.
55	Experiência do usuário	WANG, Zhu et al. Quantitative evaluation of group user experience in smart spaces. Cybernetics and Systems: An International Journal , v. 41, n. 2, p. 105-122, 2010.
56	Experiência do usuário	HARJUMAA, Marja et al. Expectations and user experience of a multimodal medicine management system for older users. Journal of Assistive Technologies , v. 8, n. 2, p. 51-63, 2014.
57	Experiência do usuário	HEIDRICH, Felix et al. Interacting with smart walls: a multi-dimensional analysis of input technologies for augmented environments. In: Proceedings of the 2nd Augmented Human International Conference . ACM, 2011. p. 1.
58	Experiência do usuário	EJUPI, Andreas et al. A kinect and inertial sensor-based system for the self-assessment of fall risk: a home-based study in older people. Human-Computer Interaction , v. 31, n. 3-4, p. 261-293, 2016.

ID	Foco da avaliação	Referência
59	Experiência do usuário	BRAJNIK, Giorgio; GIACHIN, Cristina. Using sketches and storyboards to assess impact of age difference in user experience. International Journal of Human-Computer Studies , v. 72, n. 6, p. 552-566, 2014.
60	Experiência do usuário	CALLAWAY, Libby et al. Evaluating access and mobility within a new model of supported housing for people with neurotrauma: A pilot study. Brain Impairment , v. 17, n. 1, p. 64-76, 2016.
61	Experiência do usuário	STRASSER, Ewald et al. Combining implicit and explicit methods for the evaluation of an ambient persuasive factory display. In: International Joint Conference on Ambient Intelligence . Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 113-128.
62	Experiência do usuário	VAZIRI, Daryoush D. et al. Exploring user experience and technology acceptance for a fall prevention system: results from a randomized clinical trial and a living lab. European review of aging and physical activity , v. 13, n. 1, p. 6, 2016.
63	Experiência do usuário	PAPETTI, Alessandra et al. Consumers vs Internet of Things: a systematic evaluation process to drive users in the smart world. Procedia CIRP , v. 50, p. 541-546, 2016.
64	Experiência do usuário	KÜHNEL, Christine et al. Evaluating multimodal systems: a comparison of established questionnaires and interaction parameters. In: Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries . ACM, 2010. p. 286-294.