



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

PAULO FILIPE DOS SANTOS DANTAS

**VISCO (VIEW, SCAN, AND CONTROL IT): USO DE VISÃO COMPUTACIONAL
PARA DESCOBERTA DE SERVIÇOS EM AMBIENTES RESIDENCIAIS
INTELIGENTES**

FORTALEZA

2021

PAULO FILIPE DOS SANTOS DANTAS

VISCO (VIEW, SCAN, AND CONTROL IT): USO DE VISÃO COMPUTACIONAL PARA
DESCOBERTA DE SERVIÇOS EM AMBIENTES RESIDENCIAIS INTELIGENTES

Dissertação apresentada ao Curso de do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciência da Computação. Área de Concentração: Sistemas de Informação

Orientador: Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho

Coorientador: Prof. Dr. José Gilvan Rodrigues Maia

FORTALEZA

2021

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)

D215v Dantas, Paulo Filipe dos Santos.

ViSCo (View, Scan, and Control it): Uso de visão computacional para descoberta de serviços em ambientes residenciais inteligentes / Paulo Filipe dos Santos Dantas. – 2021.
141 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho.

Coorientação: Prof. Dr. José Gilvan Rodrigues Maia.

1. Internet of Things(IoT). 2. Automação Residencial. 3. Convolutional NeuralNetwork(CNN). 4. Visão Computacional. 5. Reconhecimento de objetos. I. Título.

CDD 005

PAULO FILIPE DOS SANTOS DANTAS

VISCO (VIEW, SCAN, AND CONTROL IT): USO DE VISÃO COMPUTACIONAL PARA
DESCOBERTA DE SERVIÇOS EM AMBIENTES RESIDENCIAIS INTELIGENTES

Dissertação apresentada ao Curso de do
Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação do Centro de Ciências da Universi-
dade Federal do Ceará, como requisito parcial
à obtenção do título de mestre em Ciência da
Computação. Área de Concentração: Sistemas
de Informação

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. José Gilvan Rodrigues Maia (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Fernando Antonio Mota Trinta
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcio Espíndola Freire Maia
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Kiev Santos da Gama
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Aos meus pais...

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades e por ter me proporcionado mais esta conquista.

Agradeço a toda a minha família, especialmente a minha mãe Ivanilda, meu pai Francisco, por sempre acreditarem em mim e me apoiarem em todos os momentos de minha vida.

Agradeço aos meus orientadores, Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho e Prof. Dr. José Gilvan Rodrigues Maia, por terem me recebido como seu aluno, por toda a paciência, incentivos, ensinamentos e dedicação durante toda esta jornada. Agradeço pela compreensão e confiança depositada. Nem sempre as coisas eram realizadas de forma tão ágil, devido a esta dupla jornada que eu segui durante o tempo do mestrado. Foi difícil conciliar a carreira na área profissional e a vida acadêmica, como aluno de mestrado. Os desafios foram muitos, mas com os seus conselhos e orientações consegui chegar até aqui, obrigado.

Agradeço ao Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas - GREat e a Profa. Dra. Rossana Andrade, por incentivar que os profissionais da empresa GREat participem também do grupo de pesquisa GREat.

Em nome de Paulo Artur, Agebson Façanha, Pedro Teixeira, Nayana Carneiro, agradeço a todos os amigos e colegas que acompanharam e compartilharam suas experiências durante o mestrado.

Aos companheiros de trabalho, amigos, colegas, funcionários da UFC e “desconhecidos” da comunidade Open Source que contribuíram sem perceber para este projeto.

Aos meus amigos do “Little GREat” por todos os excelentes momentos compartilhados, aprendizados transmitidos.

Aos meus amigos, “conterrâneos de graduação”, Maquison Felipe, Juarez Filho, Mardson Ferreira, Maurício Lima e Antônio José pelo companheirismo e amizade durante esta jornada.

Em nome de Samuel Freitas, Erica Eva, Ciro Dantas, Cid Dantas, Rafael Cavalcante, Paulo Ivo, Mardson Ferreira, Daniel Wolney, Alessandro Menezes agradeço a todos os meus amigos, essenciais em todas as etapas da minha vida.

À banca avaliadora, por prontamente aceitar fazer parte desse momento, pelo tempo dedicado e considerações realizadas sobre o trabalho.

“O computador nasceu para resolver problemas
que não existiam antes.”

(Bill Gates)

RESUMO

O número de objetos do cotidiano (e.g., lâmpadas, portas e TVs) conectados à Internet está em ascensão e já ultrapassou 20 bilhões de dispositivos. Alguns desses objetos oferecem interfaces de interação/invocação remota (por exemplo, *Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)*, CoAP e REST), permitindo que os usuários procurem e controlem esses dispositivos por meio de aplicativos ou pelo navegador Web. No entanto, um passo inicial de configuração ainda é necessário para a conexão a esses objetos inteligentes. Por exemplo, um aplicativo móvel de controle usa um mecanismo de descoberta de serviço da rede (e.g., UPnP) para encontrar os dispositivos. Normalmente, um protocolo de descoberta de serviço é limitado a listar todos os dispositivos que estão dentro do alcance da rede e que respondem a esse protocolo. Com um grande número de dispositivos, as interfaces de pesquisa tendem a sofrer com a sobrecarga de informações em seus resultados, isto é, se o usuário listar os dispositivos da rede, poderá receber um número muito grande de dispositivos. Neste trabalho, estendemos o mecanismo de descoberta de serviço da plataforma openHAB *Smart Home*. Em nossa abordagem, chamada *View Scan and Control it (ViSCo)* (View, Scan e Control it), o foco é agregar o campo de visão do usuário, capturado pela câmera de seu smartphone, como um filtro inteligente de busca de objetos. Nossa abordagem busca o objeto de interesse combinando informações obtidas por meio de algoritmos de visão computacional ao resultado do mecanismo de descoberta de serviço do openHAB. Com a abordagem, pretende-se diminuir o número de objetos devolvidos ao usuário final e oferecer uma nova forma de pesquisar e controlar dispositivos inteligentes. Uma prova de conceito do ViSCo foi implementada estendendo o aplicativo móvel do openHAB de forma a permitir o reconhecimento, a visualização e controle dos objetos configurados na plataforma (e.g., uma Smart TV). A solução final foi testada por 17 usuários, remotamente, em um ambiente com dispositivos virtuais. Os usuários experimentaram o ViSCo para encontrar estes dispositivos apontando para objetos reais em suas casas. Após a experiência, os usuários responderam a uma pesquisa da Escala de Usabilidade do Sistema (do inglês, System Usability Scale - SUS) sobre o ViSCo e os resultados mostraram um bom nível de aceitação, com pontuação média de 83,97 do SUS.

Palavras-chave: *Internet of Things (IoT)*; automação Residencial; *Convolutional Neural Network (CNN)*; visão Computacional; reconhecimento de objetos.

ABSTRACT

The number of everyday objects (e.g., lamps, doors, and TVs) connected to the Internet is on the ascent and already exceeded 20 billion devices. Some of them offer interaction interfaces through network invocation protocols (e.g., MQTT, CoAP, and REST), allowing users to search and control these devices. However, it is still necessary for the user to find and connect with those smart objects, for example, using a mobile application that uses some service discovery mechanism (e.g., UPnP). Typically, a service discovery protocol is limited to listing all devices that are within range of the network, and that respond to that protocol. However, with a large number of devices, search interfaces tend to suffer from information overload in their results. In this work, we extended the service discovery mechanism of the openHAB *Smart Home* platform. In our approach, called ViSCo (View, Scan, and Control it), the focus is to aggregate the user's field of view, captured by the camera of her smartphone, as a smart object search filter. Our approach searches the object of interest combining information obtained using computer vision algorithms to the result of the service discovery mechanism of openHAB. With our approach, we aim to decrease the number of objects returned to the final user and offer a new way to search and control smart devices. During the ViSCo design, we collected users' opinions about the approach and some real user image examples of objects they would like to control. We've trained our model and validate it with Web images and the users' photos. Results showed 83% and 72.9% of accuracy respectively. Also, we show a Proof-of-Concept of the openHAB mobile application extension to View, Scan, and Control a TV. The final solution was tested by 17 users, remotely, in an environment with virtual devices, where they had used the ViSCo approach to find these devices pointing to real objects in their homes. After the users had the experience to use the ViSCo approach they answered a System Usability Scale (SUS) survey about ViSCo and the results showed a good level of acceptance, with an average score of 83,97 of SUS.

Keywords: IoT; *Smart Home*; CNN; computer vision; object classification.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplos de formas de interação com <i>Smart Objects</i> propostas por Rukzio <i>et al.</i> (2007)	18
Figura 2 – Etapas da pesquisa	22
Figura 3 – Investimento planejado de cinco anos das empresas em soluções IoT. Fonte: (BUSINESSINSIDER, 2019)	25
Figura 4 – Visão geral do processo de descoberta de Smart Objects do COAP-CTX. Fonte: (BARRETO <i>et al.</i> , 2017a)	28
Figura 5 – Principais <i>Bindings</i> existentes na plataforma openHAB. Fonte: (ADD-ONS, 2019)	31
Figura 6 – Tela de configuração e instalação de <i>bindings</i> do openHAB. Fonte: (LIPP <i>et al.</i> , 2019)	32
Figura 7 – Pilha de tecnologias utilizadas pelo <i>framework Eclipse Smart Home</i> e suas implementações. Fonte: (KREUZER, 2014)	32
Figura 8 – Visão geral arquitetura dos componentes do openHAB. Fonte: (KREUZER, 2018)	33
Figura 9 – Processo de reconhecimento aplicação Snap to It. Fonte (FREITAS <i>et al.</i> , 2016)	40
Figura 10 – Casos de uso elencados em (FREITAS <i>et al.</i> , 2016). Fonte (FREITAS <i>et al.</i> , 2016)	40
Figura 11 – Formas de interação propostas por (BECKER <i>et al.</i> , 2020). Fonte (BECKER <i>et al.</i> , 2020)	43
Figura 12 – Protótipo do “Watch Module”: módulo de detecção de objetos (à esquerda) e módulo de estimativa da posição do olhar (à direita). Fonte (KIM <i>et al.</i> , 2019)	44
Figura 13 – Visão geral do sistema <i>Watch & Do</i> . Fonte: (KIM <i>et al.</i> , 2019)	45
Figura 14 – Objetos que os usuários tem o interesse de controlar utilizando os seus <i>smartphones</i>	51
Figura 15 – Usuários que obtiveram sucesso ao realizar uma busca por imagem	52
Figura 16 – Opinião dos usuários em relação à vantagem de se utilizar a abordagem de busca por imagem	52
Figura 17 – Exemplos de imagem fornecidas pelos usuários	53
Figura 18 – ViSCo no openHAB	56
Figura 19 – Etapas da execução da busca de <i>Smart Object</i> (SO)s com a abordagem ViSCo	57

Figura 20 – Exemplos de tempos de classificação	58
Figura 21 – Gráfico de acurácia nos conjuntos de validação (em azul) e de treino (em laranja)	60
Figura 22 – Exemplos de imagem fornecidas pelos usuários vs imagem da busca no Google por <i>lightbulb</i>	61
Figura 23 – Relação da quantidade de usuários em um teste pela porcentagem de problemas encontrados. Fonte (NIELSEN, 2000)	67
Figura 24 – Escala de classificação do score SUS. Fonte: (BANGOR <i>et al.</i> , 2009)	70
Figura 25 – Passos da avaliação - Busca por listagem vs Busca com ViSCo	72
Figura 26 – Exemplos de imagem fornecidas pelos usuários vs imagem da busca no google por <i>lightbulb</i>	73
Figura 27 – Dashboard do primeiro cenário apresentado para os participantes	74
Figura 28 – Dashboard do segundo cenário apresentado para os participantes	75
Figura 29 – Score SUS por participante	77
Figura 30 – Percepção sobre a utilidade do uso do smartphone antes e depois do teste	78
Figura 31 – Percepção sobre a utilidade do uso da câmera antes e depois do teste	78
Figura 32 – Percepção sobre a eficiência uso da abordagem ViSCo antes e depois do teste	79
Figura 33 – Propensão dos participantes em utilizar a abordagem ViSCo antes e depois do teste	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Protocolos IoT e suas categorias. Fonte: (AL-FUQAHA <i>et al.</i> , 2015)	27
Tabela 2 – Grupos do formato PICO e termos selecionados para a pesquisa	38
Tabela 3 – Comparação das características entre abordagens	46
Tabela 4 – Perfil dos participantes com base nas respostas ao <i>survey</i> do Apêndice F	76
Tabela 5 – Comparação das características entre abordagens	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNN	<i>Convolutional Neural Network</i>
DNN	<i>Deep Neural Network</i>
GPUs	<i>Graphics Processing Units</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
ML	<i>Machine Learning</i>
MQTT	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
SIFT	<i>Scale-Invariant Feature Transform</i>
SO	<i>Smart Object</i>
SURF	<i>Speeded Up Robust Features</i>
TPU	<i>Tensor Processing Unit</i>
ViSCo	<i>View Scan and Control it</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Contextualização	16
1.2	Motivação e Problema de Pesquisa	18
1.3	Questão de Pesquisa	19
1.4	Objetivos	20
<i>1.4.1</i>	<i>Objetivo geral</i>	<i>20</i>
<i>1.4.2</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>20</i>
1.5	Metodologia e Etapas da Pesquisa	20
<i>1.5.1</i>	<i>Etapas da Pesquisa</i>	<i>21</i>
1.6	Organização da Dissertação	23
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1	Internet das Coisas	25
2.2	Descoberta de <i>Smart Objects</i>	26
2.3	Plataformas para <i>Smart Home</i>	29
<i>2.3.1</i>	<i>Escolha das Plataformas</i>	<i>29</i>
<i>2.3.2</i>	<i>openHAB</i>	<i>30</i>
<i>2.3.2.1</i>	<i>Conceitos</i>	<i>30</i>
<i>2.3.2.2</i>	<i>Arquitetura</i>	<i>32</i>
2.4	Visão Computacional	33
<i>2.4.1</i>	<i>TensorFlow</i>	<i>35</i>
<i>2.4.2</i>	<i>Classificação de Imagens</i>	<i>36</i>
2.5	Conclusão	36
3	TRABALHOS RELACIONADOS	38
3.1	String de Busca	38
3.2	Trabalhos Encontrados	39
<i>3.2.1</i>	<i>Snap to IT</i>	<i>39</i>
<i>3.2.2</i>	<i>SnapLink</i>	<i>40</i>
<i>3.2.3</i>	<i>Seamless Interaction with Smart Things Using Personal Wearable Computers</i>	<i>41</i>
<i>3.2.4</i>	<i>Conversations with Connected Vehicles</i>	<i>41</i>

3.2.5	<i>Browsing the Internet of Things with Sentient Visors</i>	42
3.2.6	<i>Smart Classrooms Aided by Deep Neural Networks Inference on Mobile Devices</i>	42
3.2.7	<i>Connecting and Controlling Appliances Through Wearable Augmented Reality</i>	43
3.2.8	<i>Watch & Do: A Smart IoT Interaction System with Object Detection and Gaze Estimation</i>	44
3.3	Conclusão	45
4	SURVEY COM O PÚBLICO ALVO	49
4.1	Questionário com opiniões iniciais sobre a ideia proposta	49
4.1.1	<i>Instrumento e Difusão</i>	49
4.1.2	<i>Resultados</i>	50
4.2	Questionário para Coleta de Imagens dos Usuários	52
4.2.1	<i>Motivação</i>	52
4.2.2	<i>Resultados</i>	53
4.3	Conclusão	54
5	VIEW SCAN AND CONTROL IT - VISCO	55
5.1	Princípios de <i>Design</i>	55
5.2	CNN para a classificação dos Smart Objects	59
5.2.1	<i>Construção da Rede Neural</i>	59
5.2.2	<i>Avaliação de Desempenho CNN com Imagens dos Usuários</i>	60
5.3	Integração do ViSCo com o openHAB	62
5.3.1	<i>Alterações no Subsistema openHAB Core</i>	62
5.3.2	<i>Alterações na Aplicação Móvel do openHAB</i>	63
5.4	Conclusão	64
6	AVALIAÇÃO VISCO	66
6.1	Objetivos da Avaliação	66
6.2	Materiais e Métodos	67
6.2.1	<i>Survey Captação de Participantes e Identificação de Perfil</i>	68
6.2.2	<i>Survey Opinião Pré-Teste</i>	69
6.2.3	<i>Survey para a Avaliação do ViSCo</i>	70
6.3	Procedimento	71

6.4	Perfil dos Participantes	75
6.5	Resultados	76
6.5.1	<i>Avaliação Quantitativa</i>	76
6.5.2	<i>Avaliação Qualitativa ViSCo</i>	79
6.6	Conclusão	81
6.6.1	<i>Pontos Negativos Apontados</i>	82
6.6.2	<i>Ameaças à Validade</i>	83
7	CONCLUSÃO	84
7.1	Contribuições e Resultados Alcançados	84
7.2	Limitações	85
7.3	Trabalhos Futuros	87
	REFERÊNCIAS	88
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO OPINIÃO SOBRE ABORDAGEM	94
	APÊNDICE B – RESPOSTAS QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO	100
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA OBTER IMAGENS	107
	APÊNDICE D – OUTPUTS TESTE DA CNN	112
	APÊNDICE E – CATEGORIAS DE SO UTILIZADAS	115
	APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO PARTICIPAÇÃO DE TESTE	117
	APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO OPINIÃO PRÉ-TESTE	121
	APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO FINAL	129
	APÊNDICE I – RESPOSTAS QUESTIONÁRIO PARTICIPAÇÃO	137
	APÊNDICE J – RESPOSTAS QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO FINAL	138
	APÊNDICE K – RESPOSTAS QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE	141

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo introduz o estudo conduzido nesta pesquisa de mestrado. A Seção 1.1 apresenta uma contextualização sobre o a descoberta de objetos inteligentes, seguida pela Seção 1.2, que apresenta os problemas que esta pesquisa visa abordar. Já a Seção 1.3 detalha as questões de pesquisa deste trabalho. Em seguida, a Seção 1.4 apresenta o objetivo geral e específicos deste trabalho. A Seção 1.5 descreve brevemente as metodologias utilizadas durante as fases da pesquisa. Por fim, a Seção 1.6 apresenta a organização do restante do texto deste documento.

1.1 Contextualização

A proliferação de dispositivos conectados à Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things* - IoT) já apresenta impacto em várias facetas do cotidiano (e.g., câmeras de segurança, controle de tráfego, eletrodomésticos conectados). A CISCO projeta que o número de dispositivos conectados a redes de curto e médio alcance já tenha ultrapassado 20 bilhões em 2020 (HORWITZ, 2019). Alguns desses dispositivos são chamados de Objetos Inteligentes (do inglês, *Smart Object* - SO). Novak e Hoffman definem um SO como um dispositivo físico (ou um conjunto de dispositivos) conectado à Internet e que possui capacidade de interação tanto com os usuários quanto com outros objetos (NOVAK; HOFFMAN, 2019). Um SO pode incluir serviços não físicos que visam ajudar usuários a realizar suas tarefas, tais como um assistente pessoal virtual (e.g., *Amazon Alexa*¹ ou *Google Assistant*²). Outros exemplos de SOs existentes no mercado são lâmpadas que permitem ao usuário alterar cor e intensidade da luz (e.g., *Philips Hue*³), Smart TVs ou mesmo aparelhos de som conectados à Internet (e.g., *Sonos Multi-Room Audio System*⁴), dentre outros.

A interação entre um usuário e um SO pode acontecer de diversas formas. Por exemplo, o usuário pode interagir diretamente com o dispositivo (e.g., tocando fisicamente um botão, realizando um comando de voz) ou indiretamente, utilizando aplicações de controle (executando no smartphone do usuário) que usam a rede para se comunicar com o SO (RUKZIO *et al.*, 2007; SEIFERT *et al.*, 2013; XIAO *et al.*, 2017; KIM *et al.*, 2019). Em (RUKZIO *et al.*,

¹ www.amazon.com/Amazon-Echo-And-Alexa-Devices/b?ie=UTF8&node=9818047011

² assistant.google.com

³ www2.meethue.com/en-us

⁴ www.sonos.com/en-us/home

2007), são apresentadas e avaliadas quatro formas de interação física com um Smart Object (SO) que ainda permanecem atuais, a saber:

- **Tocar** (do inglês, *touching*): Nessa forma de interação, o usuário necessita colocar o seu smartphone em contato com o SO com o qual deseja interagir. Exemplos de tecnologias que podem ser utilizadas nesta forma de interação são *Near Field Communication*⁵ (NFC) e *Radio Frequency Identification*⁶ (RFID) . Um exemplo de uso deste tipo de interação pode ser visto na Figura 1A;
- **Apontar** (do inglês, *pointing*): O usuário interage com o SO apontando para ele a câmera do seu dispositivo móvel (vide Figura 1B). Essa interação pode ocorrer por *QR Codes*, sensores de luzes anexados ao SO (SEIFERT *et al.*, 2013) ou por visão computacional (caso desta pesquisa de mestrado);
- **Escanear** (do inglês, *scanning*): O usuário visualiza uma lista de SOs que estão próximos a ele. Esta lista é obtida por informações de contexto, como a localização, ou mesmo através do resultado de um serviço de descoberta da Rede, como por exemplo uma busca de dispositivos *Bluetooth* ou por meio de Multicast DNS⁷ (vide Figura 1C); e
- **Mediada pelo usuário** (do inglês, *user-mediated*): Neste método de interação, o usuário necessita informar algum dado proveniente do SO, como, por exemplo, um código de verificação (vide Figura 1D) ou o identificador do SO com o qual deseja estabelecer a comunicação.

Um dos resultados do estudo publicado por Rukzio *et al.* (2007) e continuado por Seifert *et al.* (2013) está relacionado à forma como o usuário **prefere** interagir com os SOs ao seu redor. Caso o objeto esteja ao alcance das mãos do usuário, a forma de interação preferida é a *Touching*. Em contrapartida, caso o objeto esteja fora do alcance das mãos do usuário, mas ao alcance do seu campo de visão, a forma de interação que o usuário prefere utilizar é apontando para o objeto (*pointing*).

Um ponto em comum em todas as formas de interação apresentadas por (RUKZIO *et al.*, 2007) é que todos os objetos devem estar passíveis de conexão em alguma rede de comunicação. Caso o contrário, o usuário não poderá interagir com as diversas funções que este objeto apresenta por meio do seu smartphone. O que as interações, como tocar e apontar, permitem é reduzir o espaço de busca desse processo. De fato, em muitos sistemas de automação

⁵ <<https://nfc-forum.org/what-is-nfc/about-the-technology/>>

⁶ <<https://www.iso.org/standard/69435.html>>

⁷ <<https://tools.ietf.org/html/rfc6762>>

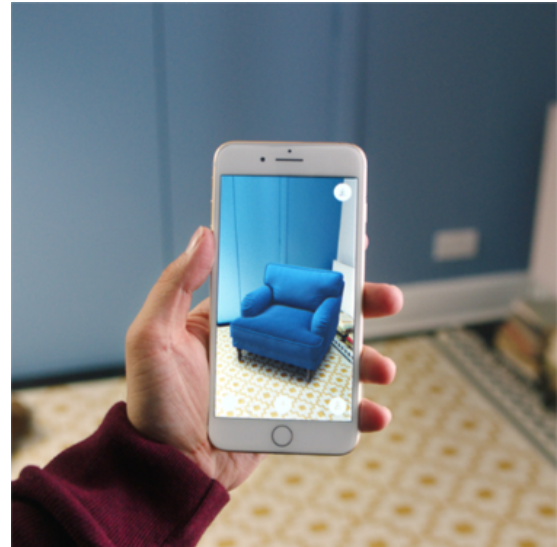
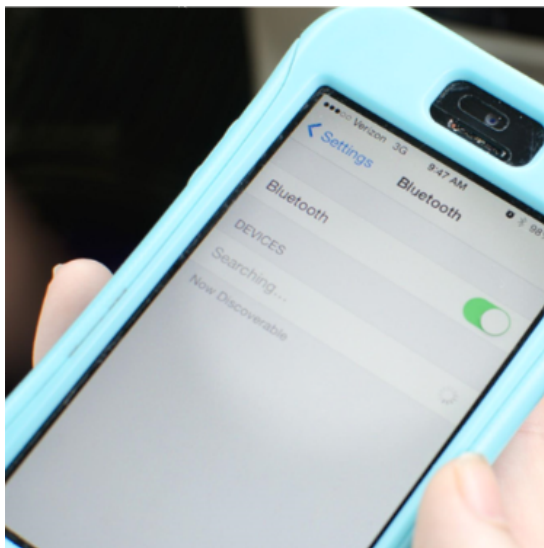
a) Interação do tipo *touching*b) Interação do tipo *pointing*c) Interação do tipo *scanning*d) Interação do tipo *user-mediated*

Figura 1 – Exemplos de formas de interação com *Smart Objects* propostas por Rukzio *et al.* (2007)

residencial, o primeiro passo é encontrar o dispositivo desejado pela rede e se conectar a ele antes de efetuar qualquer interação.

1.2 Motivação e Problema de Pesquisa

Com um grande número de SOs, identificar um SO específico com o qual o usuário deseja interagir se torna um desafio (BARRETO *et al.*, 2017b; XIAO *et al.*, 2017). Em um cenário de *Smart Home*, com eletrodomésticos inteligentes, lâmpadas e portas controláveis e alguns poucos sensores (e.g., detecção de presença) já se pode chegar rapidamente a um volume na

ordem de dezenas de dispositivos. Listar todos os SOs para que o usuário possa, então, escolher apenas um para interagir resulta em uma lista extensa e custosa para percorrer (BARRETO *et al.*, 2017b; XIAO *et al.*, 2017).

Esse problema de encontrar o dispositivos de uma rede (ou de múltiplas redes) é abordado pelas pesquisas em **descoberta de serviços**. A pesquisa em descoberta de serviços já é bem sólida e composta por inúmeras soluções, algumas também aplicadas no contexto de Internet das Coisas, como o serviço de descoberta do protocolo CoAP (POURGHEBLEH *et al.*, 2020). Entretanto, os dispositivos móveis como *smartphones* e até mesmo dispositivos vestíveis (como pulseiras e óculos inteligentes) oferecem novas perspectivas de como estender e aperfeiçoar esses processos de descoberta. O uso de sensores para caracterizar o contexto do usuário e câmeras de captura, por exemplo, podem ser combinados com a capacidade de processamento atual dos dispositivos móveis para executar algoritmos complexos de reconhecimento de objetos.

Diante deste contexto, este trabalho apresenta uma abordagem de descoberta de SOs, denominada ViSCo (*View, Scan, and Control it*). Ela visa diminuir a quantidade de objetos controláveis exibidos para o usuário, removendo do resultado da descoberta de SOs todos os objetos que não fazem parte do seu conjunto de interesse. O estabelecimento do interesse de interação do usuário é feito por meio de técnica de visão computacional executada em seu dispositivo móvel. A abordagem de busca ViSCo, portanto, visa unir os serviços de descoberta já existentes com a capacidade de processamento que os dispositivos móveis possuem, hoje, para executar algoritmos de reconhecimento de objetos. Trazendo para o contexto das formas de interações apresentadas por (RUKZIO *et al.*, 2007), a abordagem ViSCo é pode ser classificada como do tipo *pointing*. Nela, o usuário aponta a câmera de um *smartphone* para o objeto que ele tem o interesse de interagir. A categoria do objeto que ele deseja interagir é identificada via classificação de imagens e a partir desta informação é realizado um filtro que reduz o número de SOs exibidos pelo serviço tradicional de descoberta, apresentando apenas objetos da mesma categoria (e.g., TVs).

1.3 Questão de Pesquisa

A questão de pesquisa central deste mestrado é: Qual é a aceitação dos usuários para o uso de captura de imagens no processo de descoberta e interação com objetos inteligentes?

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo geral*

O objetivo geral desta pesquisa foi conceber e avaliar a aceitação de uma forma de interação com SOs do tipo *pointing* capaz de usar a câmera de um *smartphone* para que o usuário possa apontar para um SO de interesse e, em seguida, possa controlá-lo.

1.4.2 *Objetivos específicos*

- Realizar um levantamento da literatura sobre descoberta de objetos inteligentes, em especial, trabalhos que usassem abordagens do tipo *pointing*. O objetivo era encontrar trabalhos que apresentassem propostas que utilizassem de alguma forma reconhecimento de objetos em imagens para auxiliar a localização de um SO na rede;
- Realizar um Survey com usuários finais para que seja possível identificar as categorias de objetos inteligentes em que os usuários desejam interagir. Além de coletar opiniões sobre a ideia de utilizar a câmera do *smartphone* para identificar os objetos e, em seguida, se conectar com estes objetos via algum protocolo de rede;
- Implementar uma abordagem que utilize o reconhecimento de objetos a partir de imagens capturadas pela câmera do *smartphone* para auxiliar a busca de um SO na rede;
- Integrar a abordagem implementada a uma plataforma de *Smart Home* já existente, visando facilitar a adoção da abordagem por possíveis usuários e obter vantagens do serviço de descoberta de SOs da plataforma. A maioria das plataformas de *Smart Home* já lida com diversos protocolos (e.g., MQTT, REST, mDNS) e uma variedade de tipos de SOs; e
- Avaliar a aceitação da abordagem ViSCo pelos usuários, por meio de um teste em ambiente simulado, no qual, os participantes realizem a interação com os SOs utilizando duas formas de identificação (somente pela rede e com o uso do ViSCo).

1.5 Metodologia e Etapas da Pesquisa

As primeiras etapas desta pesquisa podem ser classificadas como exploratórias. Este tipo de pesquisa tem o objetivo de fornecer maiores informações para o pesquisador sobre o tema (FONTELLES *et al.*, 2009). No seu início, foram usados métodos qualitativos para a coleta de *insights* com usuários em potencial e métodos quantitativos para a avaliação do algoritmo de

classificação de objetos. Estas coletas são descritas nas seções 4.1 e 4.2.

Como metodologia do desenvolvimento do software da solução ViSCo, esta pesquisa utilizou a prototipagem (SABALE; DANI, 2012). Nesta metodologia, o usuário necessita estar mais envolvido no desenvolvimento da solução e permite com que o mesmo possa fornecer *feedbacks* mais rápidos e assertivos no início do projeto (SABALE; DANI, 2012). No início da prototipagem, os usuários envolvidos foram os próprios pesquisadores e outros integrantes do mesmo grupo de pesquisa. Apesar desse viés inicial, foram fornecidos *feedbacks* importantes para o design e a concepção da pesquisa como um todo. Além disso, foram realizadas outras etapas em que mais pessoas puderam participar e enviar sugestões sobre os protótipos, por meio de *surveys* e de uma avaliação remota da abordagem.

Esta pesquisa de mestrado também contou com pesquisas de campo (FONTELLES *et al.*, 2009), aberta ao público geral, para coletar informações sobre quais tipos de objetos os usuários teriam o interesse de controlar, fase que serviu de como etapa de levantamento de requisitos para o software desenvolvido nesta pesquisa.

Outra abordagem utilizada, ao final do estudo, e também aberta ao público geral, foi uma pesquisa laboratorial (FONTELLES *et al.*, 2009). Nesta fase da pesquisa, foram realizados testes em um ambiente simulado com o intuito de avaliar a abordagem ViSCo.

1.5.1 Etapas da Pesquisa

A Figura 2 apresenta as principais etapas seguidas nesta pesquisa. A **primeira** etapa consistiu na investigação da literatura sobre pesquisas que usam alguma forma de processamento de imagem para ajudar na busca ou na identificação de SOs conectados a uma rede de comunicação. Os trabalhos encontrados nesta etapa estão descritos na Seção 3. Após a análise dos trabalhos relacionados, foi identificada a necessidade de uso de alguma solução que tivesse a capacidade de prover a busca e o controle de SOs que utilizasse múltiplos protocolos de comunicação (e.g., UPnP, CoAP, REST). Uma das dificuldades de soluções de controle de dispositivos IoT reside exatamente no suporte heterogêneo de protocolos de descoberta (AZIEZ *et al.*, 2019). Com intuito de evitar que o ViSCo fosse dependente de uma única solução (e.g., UPnP, COAP-SD), optou-se por estender plataformas de *middleware* que já fornecessem suporte a esses múltiplos protocolos.

A **segunda** etapa da pesquisa, portanto, consistiu na análise dessas plataformas, dentre as quais estava a escolhida: a plataforma openHAB. Esta plataforma disponibiliza uma

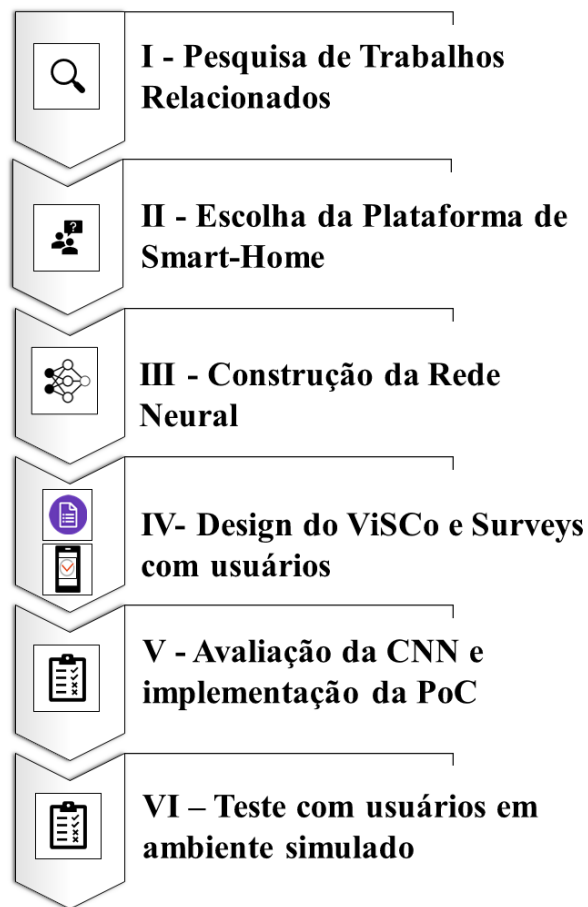


Figura 2 – Etapas da pesquisa

forma de descoberta unificada além de um aplicativo móvel de código aberto. Este software foi alterado para incorporar a solução do ViSCO, por meio da adição de uma busca de SOs usando a câmera do dispositivo. Outro fator que contribuiu para esta pesquisa foi que esta plataforma disponibiliza a opção de criação de 'objetos' virtuais, o que foi de grande ajuda na execução das avaliações remotas com usuários finais.

A **terceira** etapa consistiu na escolha e na adaptação de um algoritmo de reconhecimento de objetos. O algoritmo executa no dispositivo móvel dos usuários e foi criado a partir de uma CNN (do inglês *Convolutional Neural Network* - CNN) com o uso da técnica de classificação de imagens.

A **quarta** etapa da pesquisa consistiu na alteração do aplicativo móvel do openHab para que seja possível identificar os SOs com a câmera. Nesta etapa, alterações no aplicativo *mobile* foram realizadas para que o usuário pudesse abrir a câmera e apontar para o objeto que ele desejasse encontrar. Alterações na API REST que o aplicativo utiliza para localizar os SOs também foram realizadas. Em paralelo ao desenvolvimento, dois questionários de opinião abertos ao público geral foram criados. O primeiro deles foi realizado com foco em identificar

as categorias dos objetos que os usuários teriam o interesse de controlar e, além disso, obter a opinião destes a respeito da abordagem proposta. Com este questionário, foi possível identificar se a quantidade de categorias escolhidas inicialmente na implementação da CNN atendiam aos interesses dos usuários, bem como se teria alguma categoria que deveria ser removida ou adicionada. Já o segundo questionário foi criado com o intuito de obter exemplos de imagens de SOs para formar uma base de testes da CNN. Estas imagens foram usadas em uma das etapas dos testes de acurácia da CNN construída.

A **quinta** etapa desta pesquisa englobou: a análise de acurácia do algoritmo de reconhecimento de objetos, construído na terceira etapa; a análise das respostas dos *surveys* da etapa anterior e testes da aplicação móvel do openHAB estendida com o ViSCo em um cenário prova de conceito para controlar Smart TVs. Os testes da CNN usaram as imagens coletadas no *survey* da etapa anterior. Os testes da aplicação móvel foram realizados em um cenário misto, no qual existiam objetos virtuais/simulados e um objeto real, onde o teste realizado teve o intuito de verificar a execução da identificação de SOs, bem como a integração entre a saída da CNN e a busca de SO na rede.

Após os testes realizados e análise da opinião dos participantes, a **sexta** e última etapa foi a modelagem e execução de uma avaliação da abordagem com usuários reais. O intuito era aferir o *feedback* do uso da solução como um todo. Devido ao atual momento de pandemia e a dificuldade de montarmos um ambiente real com uma variedade significativa de SOs, foi decidido realizar esta avaliação de forma totalmente remota com SOs virtuais/simulados. Foram aplicados instrumentos quantitativos (e.g., SUS - System Usability Scale) e qualitativos nesta avaliação feita com dezessete usuários.

1.6 Organização da Dissertação

Esta dissertação está organizada em sete capítulos. Este foi responsável por apresentar a pesquisa e o problema que esta se propõe a abordar, bem como um breve resumo do que foi realizado durante o estudo. Os capítulos seguintes estão organizados da seguinte forma:

- O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, na qual são abordados temas como Internet das Coisas, Descoberta de SOs, plataformas de *Smart Home*, além de assuntos base para a construção da solução proposta neste mestrado, tais como visão computacional e classificação de imagens;
- O Capítulo 3 apresenta os trabalhos encontrados na literatura que apresentam soluções

semelhantes ao que é apresentado nesta pesquisa. O principal critério de escolha destes trabalhos é que estes utilizem de alguma forma processamento de imagens digitais para ajudar a encontrar SO na rede;

- O Capítulo 4 apresenta os dois *surveys* conduzidos em paralelo com a implementação da solução ViSCo. O primeiro teve o objetivo de coletar opiniões dos participantes sobre a ideia proposta e identificar categorias de SOs que os mesmos teriam interesse de controlar utilizando um *smartphone*. Já o segundo *survey* teve o intuito de identificar qual seria o SO de maior interesse do participante bem como obter exemplos de imagens destes SOs. Estas imagens foram utilizadas nos testes de acurácia da CNN construída;
- O Capítulo 5 são descritas todas as implementações realizadas durante esta pesquisa. A maioria delas foram realizadas nos projetos *open source* da solução openHAB. Também é apresentado a forma como foi construído o algoritmo de classificação de SOs. Todos os códigos produzidos durante este estudo estão disponíveis de forma aberta e os links para acesso são apresentados no texto;
- O Capítulo 6 trás a descrição do teste de aceitação conduzido ao final desta pesquisa. O texto explica todos os passos realizados, os instrumentos utilizados bem como os resultados e uma discussão sobre os mesmos; e
- O Capítulo 7 apresenta a conclusão desta dissertação. As contribuições, resultados alcançados, limitações e trabalhos futuros são apresentados neste capítulo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda os principais conceitos e definições que permeiam a pesquisa relatada no presente trabalho. A Seção 2.1 apresenta brevemente os principais conceitos de Internet das Coisas. A Seção 2.2 discorre sobre o processo de Descoberta de *Smart Objects*. As plataformas abertas para *Smart Home* estudadas nesta pesquisa são descritas na Seção 2.3. Os conceitos principais de Visão Computacional e o *framework* TensorFlow são descritos na Seção 2.4. Por fim, um curto resumo do capítulo é apresentado na Seção 2.5.

2.1 Internet das Coisas

O termo Internet das Coisas surgiu em 1999 no título de uma apresentação feita por (ASHTON *et al.*, 2009) como uma forma de chamar atenção dos executivos para a apresentação da ideia de se usar RFID para etiquetar produtos e facilitar a logística na cadeia de produção na P&G. Desde então, o conceito de IoT vem evoluindo e ganhando destaque tanto na academia como na indústria, como indicado pelo relatório do portal *Business Insider* que mostra o quanto as empresas planejam investir em IoT (BUSINESSINSIDER, 2019).

Companies' Planned 5-Year Investment In IoT Solutions

Q: About how much does your company plan to invest in the next five years for IoT solutions?

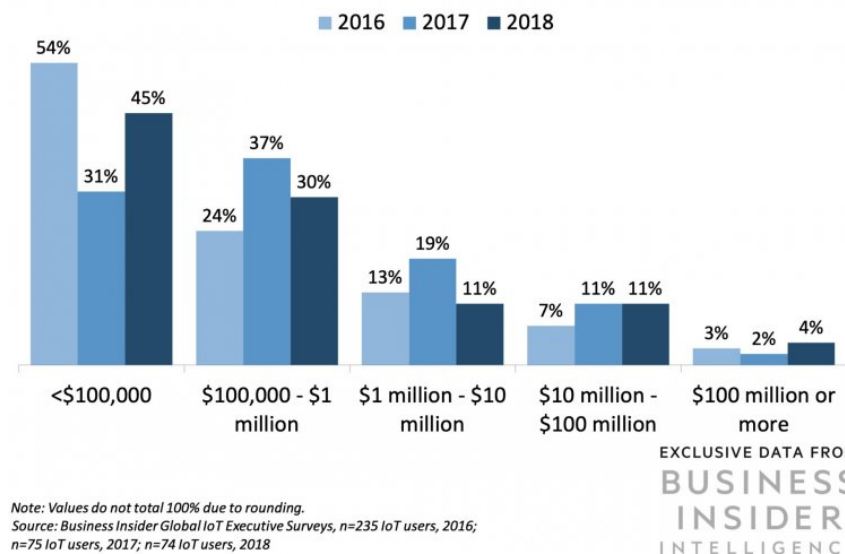


Figura 3 – Investimento planejado de cinco anos das empresas em soluções IoT. Fonte: (BUSINESSINSIDER, 2019)

Além de ter ganho destaque, o conceito de IoT evoluiu bastante com o tempo.

Pode-se dizer que IoT é um novo paradigma tecnológico que emerge no cenário já consolidado das redes de comunicações sem fio. A ideia principal desse conceito é a constante e invisível presença, no cotidiano das pessoas, de uma enorme variedade de dispositivos computacionais (ATZORI *et al.*, 2010). No entanto, ainda não existe uma definição claramente consolidada e amplamente aceita sobre o termo IoT. Uma destas definições pode ser encontrada no trabalho de (ATZORI *et al.*, 2017), no qual os autores definem IoT como uma estrutura conceitual que tira proveito da alta disponibilidade de dispositivos heterogêneos e soluções de interconexão, bem como objetos físicos aumentados que fornecem uma base de informações compartilhada em escala global, para suportar o projeto de aplicativos envolvendo no mesmo nível virtual pessoas e representações de objetos. Outra forma de ver a Internet das Coisas é proposta por Gubbi *et al.*, que definem IoT como sendo a interconexão de sensores e atuadores provendo a habilidade de compartilhar informação ao longo de plataformas por meio de um *framework* unificado, desenvolvendo um cenário operacional comum para permitir aplicações inovadoras (GUBBI *et al.*, 2013).

2.2 Descoberta de *Smart Objects*

Como mencionado na Introdução, alguns dos objetos envolvidos nos cenários de IoT são chamados de *Smart Objects*. Essa definição indica um objeto do cotidiano que possui poder computacional e capacidade de comunicação por meio da rede permitindo aos usuários acesso ao seu estado atual e modificação do mesmo usando aplicativos móveis ou comandos de voz. *Smart TVs*, Eletrodomésticos conectados, câmeras digitais de monitoramento, fechaduras eletrônicas e *smart speakers* como o *Echo Dot* da Alexa são exemplos destes dispositivos.

O processo de localizar os objetos ou recursos em uma rede se enquadra nos procedimentos de descoberta de serviço em rede. Balakrishnan e Sangaiah (2015) traz uma definição um pouco mais voltada para IoT, na qual os autores afirmam que descoberta de serviços é o processo de identificar os *dispositivos adequados* de acordo com a descrição de serviço enviada pelo solicitante. Esse processo envolve localizar os serviços, recuperar as informações desses e executar o algoritmo de comparação entre as descrições solicitadas e as recebidas, para só então obter a descrição que corresponde exatamente à solicitação. Essas descrições incluem dados referentes ao protocolo utilizado na descoberta. Tomando por exemplo o protocolo *Universal Plug and Play* (UPnP), o dispositivo, quando requisitado, responde com um documento *Extensible Markup Language* (XML) que contém uma descrição de todos os serviços e funcionalidades que

este objeto oferece (MILLER *et al.*, 2001).

Existem vários protocolos de descoberta de *Smart Objects*, sendo que cada protocolo possui propósito e utilização específicos. Visando apresentar uma categorização desses protocolos, (AL-FUQAHA *et al.*, 2015) sumariza os protocolos mais importantes em quatro grandes categorias, a saber: protocolos de aplicação, protocolos de descoberta de serviço, protocolos de infraestrutura e outros protocolos influentes. Essas categorias e seus respectivos protocolos estão listadas na Tabela 1.

Application Protocol		DDS	CoAP	AMQP	MQTT	MQTT-SN	XMPP	HTTP REST
Service Discovery		mDNS			DNS-SD			
Infrastructure Protocols	Routing Protocol	RPL						
	Network Layer	6LoWPAN				IPv4/IPv6		
	Link Layer	IEEE 802.15.4						
	Physical/ Device Layer	LTE-A	EPCglobal	IEEE 802.15.4	Z-Wave			
Influential Protocols		IEEE 1888.3, IPsec				IEEE 1905.1		

Tabela 1 – Protocolos IoT e suas categorias. Fonte: (AL-FUQAHA *et al.*, 2015)

Além desses protocolos, pode-se encontrar na literatura propostas para estender os serviços de descoberta de SOs. Em sua maioria, estas propostas visam reduzir a quantidade de SOs identificados em um processo de descoberta. Um levantamento feito por (AZIEZ *et al.*, 2017) demonstra algumas dessas propostas de descoberta e realiza uma comparação entre as abordagens encontradas. Uma das observações realizadas no estudo é que informações contextuais são de vital importância em descoberta de dispositivos IoT.

Pensando no cenário de IoT, em (GUINARD *et al.*, 2010), são definidos quatro requisitos que um serviço de descoberta de *Smart Objects* deve atender. Esses são os requisitos, os quais foram desenvolvidos tendo como base a experiência dos autores na construção de serviços para empresas:

- **R1: Sobrecarga mínima de serviço.** A maioria dos serviços são disponibilizados por

SOs com limitadas capacidades de computação, a comunicação com estes dispositivos deve ser tão simples quanto utilizar suas APIs proprietárias;

- **R2: Esforço de Registro Mínimo.** Um SO deve ser capaz de disponibilizar o seus serviços na rede sem nenhuma intervenção humana, além de realizar este processo com a menor quantidade de informações possível;
- **R3: Suporte para pesquisa dinâmica e contextual.** As consultas por SOs devem *extrapolar* uma simples listagem de itens disponíveis. Deve ser possível usar informações contextuais para auxiliar nestas buscas destes SOs. O suporte ao contexto é essencial, pois a funcionalidade da maioria dos dispositivos reais é específica da tarefa dentro de um contexto bem definido (por exemplo, um prédio, uma fábrica, etc); e
- **R4: Suporte para provisionamento sob demanda.** Um SO deve ser acionado apenas no momento de utilização, ou o mais próximo possível deste momento. Quando os serviços providos por um determinado SO não estiver sendo utilizado por um usuário, este SO deve ser colocado em modo de espera.

Barreto *et al.* (2017a) é um exemplo de trabalho que propõe uma forma de adicionar contexto na descoberta. Os autores realizaram uma alteração no protocolo de descoberta *Constrained Application Protocol* (CoAP) para adicionar algumas informações contextuais. Um módulo de aquisição de contexto é inserido no processo de descoberta com o objetivo de identificar a situação e fornecer as informações contextuais do usuário no momento em que ele está utilizando a aplicação, formando uma lista de objetos de interesse. Após a aquisição do contexto, essa lista de objetos é enviada para o serviço de descoberta que realiza a busca tendo como base as informações dos objetos de interesse do usuário. A Figura 4 apresenta uma visão geral do processo de descoberta proposto pelos autores.

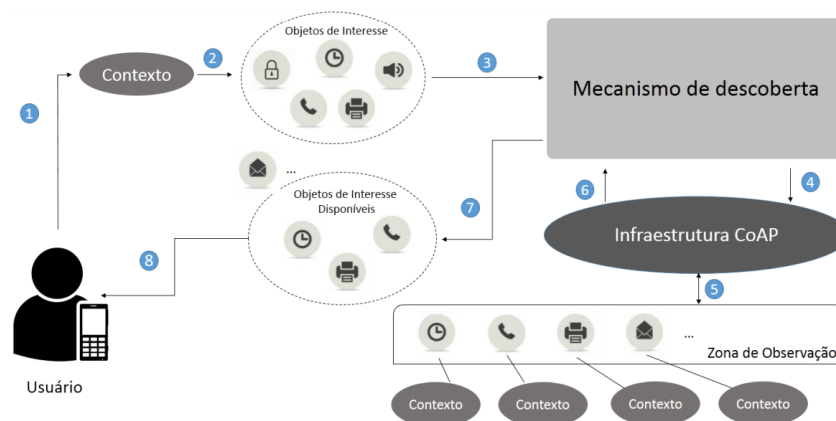


Figura 4 – Visão geral do processo de descoberta de Smart Objects do COAP-CTX. Fonte: (BARRETO *et al.*, 2017a)

Nesta pesquisa, é apresentada uma forma de identificar SOs utilizando o contexto intencional do usuário (**R3** (GUINARD *et al.*, 2010)) por meio da interação do tipo *pointing* (RUKZIO *et al.*, 2007). A proposta é adicionar o contexto tendo como base a informação de qual o tipo de SO o usuário está interessado utilizando a câmera de um *smartphone* e assim aperfeiçoar o processo de descoberta/busca do objeto inteligente na rede. Com isso, atende-se ao requisito **R3** de (GUINARD *et al.*, 2010). Com o intuito de adicionar o suporte aos outros requisitos apresentados pelo mesmo autor, optou-se por usar como base para a construção da solução uma plataforma de *Smart Home* que já apresentasse uma solução de descoberta unificada (conforme descrito na próxima seção).

2.3 Plataformas para *Smart Home*

Nos primeiros *brainstormings* do design do ViSCo, decidiu-se estudar o suporte de protocolos de descoberta como o COAP-SD, UPNP e MDNS (CABRERA *et al.*, 2017). Percebeu-se rapidamente que esses protocolos cobrem nichos específicos de SOs existentes e que embora o COAP seja apresentado como uma das principais soluções de IoT, seu suporte “de fábrica” nos SOs ainda é pouco recorrente (AZIEZ *et al.*, 2019). Assim, para evitar de conceber uma solução que se dedicasse a um protocolo específico, decidiu-se procurar por plataformas de *middleware* que suportem múltiplos protocolos de controle e descoberta.

2.3.1 Escolha das Plataformas

Há muitas plataformas voltadas para *Smart Home* no momento da escrita deste trabalho¹. As soluções openHAB² e Home Assistant³ são dois destes projetos que são *open-source* e estão presentes em muitos trabalhos na literatura (KYAS, 2017; CAO *et al.*, 2017; GOUDBEEK *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2016). Estes dois projetos foram escolhidos em uma pré-análise das soluções existentes de *Smart Home* para serem utilizados como base para a presente pesquisa. Nesta análise, o objetivo foi encontrar soluções que pudessem prover uma abstração na busca e conexão com os SOs. Nestas duas soluções, esta abstração está presente. Ou seja, essas soluções possuem serviços de descoberta multi-protocolo e são capazes de se integrar aos mais variados dispositivos.

¹ Amazon Alexa, Google Home, LG Smart Think, Positivo casa inteligente

² www.openhab.org

³ home-assistant.io

No openHAB, por exemplo, cada dispositivo possui um *Binding*, que é responsável por realizar a descoberta de dispositivos pela rede, a conexão e o controle do mesmo. Por sua vez, o *Home Assistant* possui *components* que desempenham um papel similar aos *bindings* do openHAB. Nesta dissertação de mestrado, a plataforma base adotada foi a *OpenHab* devido a apresentar uma maior maturidade em termos de produto, por ser uma ferramenta que está com um tempo de vida maior que a *Home Assistant*, além do openHAB apresentar uma comunidade bastante ativa.

2.3.2 *openHAB*

A aplicação openHAB, fundada por Kai Keutzer em 2011, é a implementação de referência para o *framework Eclipse Smart Home* (SMARTHOME, 2019). Esta solução é executada em ambiente Java Virtual Machine (JVM) e conseqüentemente pode ser instalada em diversos sistemas operacionais, tais como Linux, Windows e macOS. Também existem versões para serem executadas em *single board computers* – SBC (e.g, Raspberry Pi⁴ ou Pine A64⁵). Segundo informações do próprio portal *openhbab.org*, a Raspberry Pi é a plataforma mais utilizada devido ao baixo custo, pequeno tamanho e baixo consumo de energia. Essa plataforma é tão relevante que o projeto openHAB disponibiliza sua própria versão do sistema operacional Raspbian (sistema operacional comumente utilizado na SBC Raspberry Pi), o openHABian (LIPP *et al.*, 2019). Além disso, o openHAB pode ser acessado como uma aplicação *mobile* ou como uma aplicação web. O restante do texto segue apresentando os conceitos chave da aplicação (Seção 2.3.2.1) e logo após uma visão geral sobre a arquitetura da solução openHAB (Seção 2.3.2.2).

2.3.2.1 *Conceitos*

O primeiro conceito que deve-se entender na plataforma openHAB é o conceito de *Things*, as entidades que podem ser fisicamente adicionadas ao openHAB. *Things* podem ser tanto objetos físicos quanto *web services* que representem recursos que possam ser gerenciáveis (LUCKENBACH,). Cada *Thing* expõe suas informações e/ou funcionalidades em objetos chamados *Channels*. Por exemplo, quando devidamente instalada, uma lâmpada *Hue Light* da Philips irá conter um *Channel* para o controle da cor, outro *Channel* para o controle da

⁴ www.raspberrypi.org

⁵ www.pine64.org

temperatura da cor e assim por diante (BARTUS, 2019).

Um segundo item que o openHAB apresenta são os *bindings*, que são responsáveis por realizar a integração tanto de sistemas externos como de componentes de hardware (*Things*), além de realizar toda a comunicação de rede com dispositivos e serviços (LUCKENBACH *et al.*, 2020). No momento da escrita deste trabalho, já existem mais de 200 *bindings* desenvolvidos pela comunidade que dão suporte aos mais diversos produtos. A Figura 5 apresenta os de maior destaque na comunidade. Cada *binding* é responsável por realizar a descoberta dos SOs que ele se propõe a dar suporte. Por exemplo, o *binding* **LG webOS Binding**⁶ é o componente responsável por realizar o serviço de descoberta específico para as TVs LG que utilizam o sistema operacional chamado WebOS.

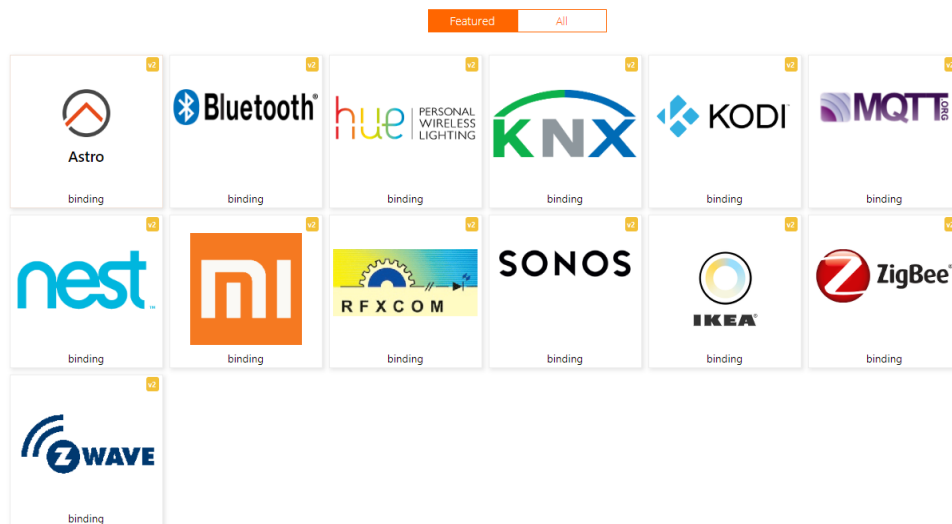


Figura 5 – Principais *Bindings* existentes na plataforma openHAB. Fonte: (ADD-ONS, 2019)

A Figura 6 apresenta a tela de configuração do openHAB, na qual é possível realizar a instalação dos *bindings*. Os *bindings* são um tipo de *add-on* fornecido pela plataforma. Outros tipos de *add-ons* incluem, por exemplo, *voice*, para instalar componentes de reconhecimento de voz, e *persistence*, utilizado para instalar serviços de persistência que permitem ao openHAB armazenar o histórico da utilização do sistema e/ou gerar relatórios estatísticos.

Outra abstração importante na solução é o conceito de *Items*. *Items* representam a informação/estado de um *Thing* (SOs ou serviços). Os *items* são ligados entre os *Things* por meio dos *channels* disponibilizados por eles. E por último, tem-se o conceito de *Sitemaps*, que são as interfaces de usuário geradas que representam as informações obtidas dos *Items* e *Things*, além de permitir a interação do usuário com estes (LIPP *et al.*, 2019).

⁶ <https://www.openhab.org/addons/bindings/lgwebos/>

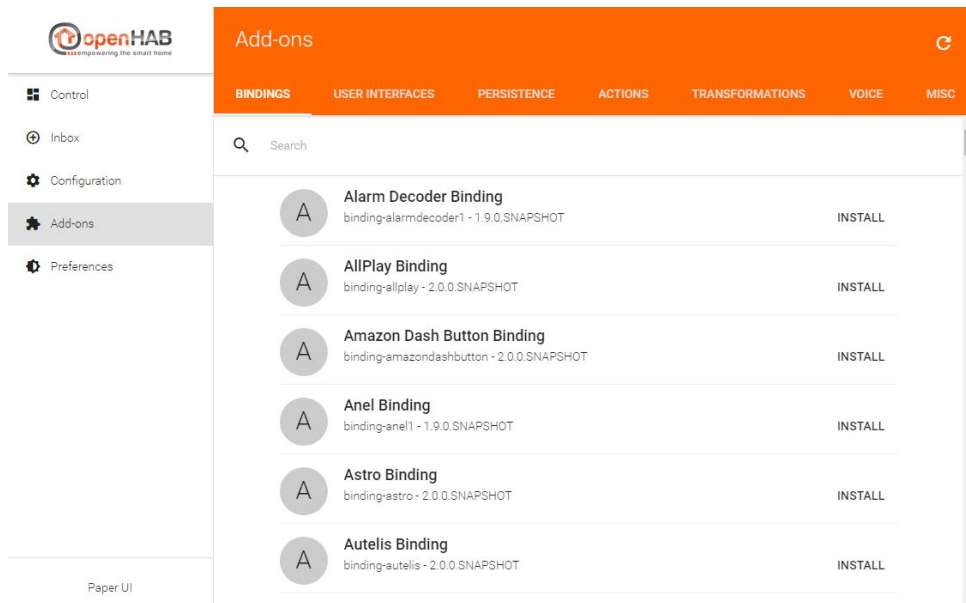


Figura 6 – Tela de configuração e instalação de *bindings* do openHAB. Fonte: (LIPP *et al.*, 2019)

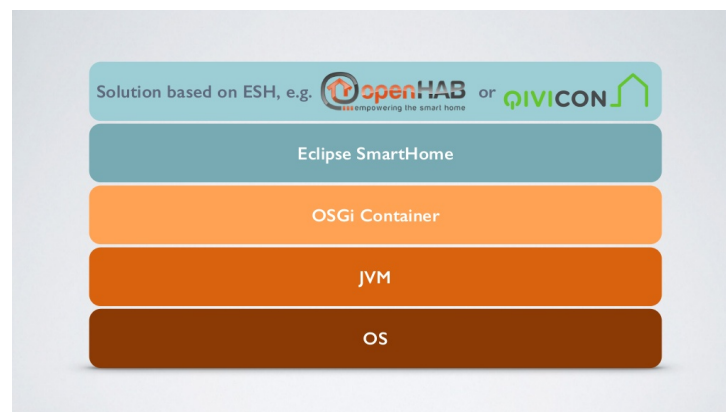


Figura 7 – Pilha de tecnologias utilizadas pelo *framework Eclipse Smart Home* e suas implementações. Fonte: (KREUZER, 2014)

2.3.2.2 Arquitetura

O openHAB é construído tendo como base o OSGi e o *framework Eclipse Smart Home* (vide Figura 7). A tecnologia OSGi é um conjunto de especificações que definem um sistema dinâmico de componentes. Estas especificações permitem que os desenvolvedores utilizem um paradigma no qual as aplicações sejam construídas dinamicamente por um conjunto de componentes reutilizáveis (OSGI, 2019).

O openHAB possui um conjunto de componentes configuráveis aderentes ao padrão OSGi. A plataforma OSGi fornece uma arquitetura orientada a serviços, permitindo a implantação de aplicações modulares e dinâmicas (GAMA *et al.*, 2012). Esses componentes são implementados utilizando o *framework Equinox*, que é a implementação da especificação do OSGi disponibilizada pela *Eclipse Foundation*. Portanto, o openHAB é uma solução Java pura

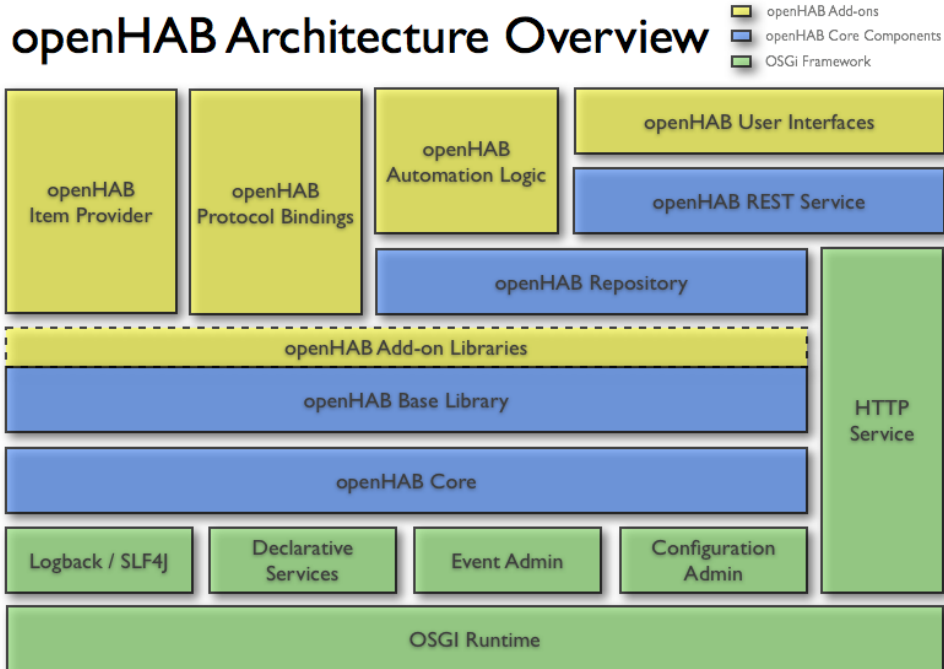


Figura 8 – Visão geral arquitetura dos componentes do openHAB. Fonte: (KREUZER, 2018)

e precisa de uma JVM para ser executada. Por ser baseada no OSGi, fornece uma arquitetura altamente modular, que permite adicionar e remover funcionalidades durante o tempo de execução sem interromper o serviço (GAMA *et al.*, 2012). A Figura 8 fornece uma visão geral dos principais pacotes e suas dependências entre si (KREUZER, 2018).

2.4 Visão Computacional

Os autores (ANUP; XIAOBO, 1993) definem o objetivo de estudo da área de Visão Computacional como: “obter informações sobre o ambiente através da captura e processamento de imagens” (p 14 tradução nossa). No entanto, é necessário definir a forma como o computador deve capturar essas informações e, além disso, fazer com que o mesmo simule uma parte do cérebro, o pensamento humano, sendo esse um processo complicado de se desenvolver, visto que o sistema de visão humano é bastante complexo.

O sistema visual humano reconhece facilmente os objetos que são capturados por ele no que tange às formas, cores, profundidade e dimensões (SZELISKI, 2010). Somos capazes de identificar objetos automaticamente com certa precisão apenas com o olhar. Quando olhamos para um objeto qualquer, podemos facilmente dizer sua(s) cor(es), seu formato, seu tamanho, informar se há luz incidindo sobre ele, identificar a sombra gerada ou se há alguma sombra incidindo sobre ele. Podemos olhar para fotos e identificar pessoas facilmente. Vale ainda

ressaltar que essa capacidade de reconhecimento das características dos objetos e das imagens que vemos vai além do nosso sistema de visão, tendo origem na nossa capacidade de guardar características de objetos em nossa memória. Em outras palavras, nós possuímos em nosso cérebro uma “base de dados” e uma forma fácil de realizar comparações e inferências sobre objetos observados.

Em (FILHO; NETO, 1999), uma análise mais detalhada do olho humano e de como percebemos as cores é apresentada. É explicado também como percebemos as outras características dos objetos ao nosso redor, bem como as limitações do aparelho visual humano. É feita uma comparação entre o sistema visual humano e um sistema visual artificial. Os sistemas utilizados nesta comparação são apenas de captura, ou seja, uma comparação entre a capacidade humana de captação de objetos e características (o que o olho consegue transmitir para o cérebro) e o que a câmera consegue transmitir para o computador. No entanto, não só as câmeras podem servir de entrada de imagens, aparelhos como ultrassom e sensores de calor, por exemplo, podem retornar uma saída visual em forma de imagem para os dispositivos e computadores. É válido enfatizar que nenhum dos dois sistemas é formado apenas pelos seus “subsistemas” de captura.

Conci *et al.* (2008) consideram Visão Computacional uma subárea da Computação Gráfica, a qual se relaciona com a análise de imagens digitais. Ainda segundo estes autores: “Esta área trata da extração de informações das imagens e da identificação e classificação de objetos presentes nessa imagem” (Conci *et al.* (2008) P. 5), que tem o propósito de ensinar o computador a reconhecer os objetos que estão ao alcance de seu campo de visão e dar apoio às tomadas de decisão de um programa. Esta característica é aplicada a diversas áreas, tais como medicina, realidade aumentada, reconhecimento ótico de caracteres (*Optical Character Recognition* – OCR), visão de máquina, dentre outras (RIOS, 2010; SZELISKI, 2010). Segundo Szeliski (2010), as técnicas de Visão Computacional lidam com um problema inverso daquele atacado pela Computação Gráfica, onde se produzem imagens com uma ilusão quase perfeita da realidade: consiste em descrever o mundo observado por meio de uma ou mais imagens e reconstruir suas propriedades.

Por fim, é importante destacar que a introdução das técnicas de Aprendizagem Profunda (LECUN *et al.*, 2015) representou uma mudança de paradigma na área de Visão Computacional, rapidamente superando os resultados do estado da arte dos métodos tradicionais em problemas desafiadores, tais como reconhecimento facial, detecção de objetos e classificação de imagens. Isso posto, é natural que, no contexto do presente trabalho, seja considerada a

adoção desse tipo de técnica para lidar com os problemas subjacentes de Visão Computacional.

2.4.1 *TensorFlow*

O projeto TensorFlow foi iniciado em 2015 pelo Google como uma biblioteca de código fonte aberto para o desenvolvimento de algoritmos e aplicações de *Machine Learning - Machine Learning (ML)*, em particular de Aprendizagem Profunda. O TensorFlow usa grafos de fluxo de dados para representar os cálculos, estados e operações que modificam esses estados. O TensorFlow possui suporte para execução em unidades de processamento centrais (CPUs), além de ser capaz de explorar *Graphics Processing Units (GPUs)* e a execução em nuvem com a *Cloud Tensor Processing Unit (TPU)*⁷ para acelerar significativamente os cálculos. Isso posto, o TensorFlow também é capaz de operar em larga escala e em sistemas heterogêneos (ABADI *et al.*, 2016).

A definição do projeto em sua página do GitHub é a seguinte: “O TensorFlow é uma plataforma fim-a-fim para ML” (TENSORFLOW, 2020). De fato, as soluções propostas no projeto TensorFlow provêm desde suporte à execução de pipelines completas de ML em sistemas de larga escala⁸ (TFX), passando por soluções voltadas para *mobile* e IoT⁹ (*TF Lite*), até módulos destinados a executar algoritmos de ML em navegadores da web ou aplicações que executam Node.js¹⁰ (*TensorFlow.js*) (TENSORFLOW.ORG, 2020).

Além das facilidades para se colocar aplicações de ML em produção, o TensorFlow também simplifica consideravelmente as atividades relacionadas aos sofisticados modelos de ML. Por exemplo, é possível construir, importar e obter da internet modelos de CNNs difundidos na literatura com apenas poucas linhas de código. O TensorFlow provê funcionalidades para acompanhar o treinamento dos modelos, bem como depurar sua execução. Essas facilidades de alto nível consagraram a plataforma como uma poderosa ferramenta no campo de pesquisa, pois tem reduzido o tempo, o esforço e a complexidade para testar novas ideias e também reproduzir resultados publicados.

Além do TensorFlow, há outras plataformas e ferramentas de ML de mais alto nível que têm apresentado um impacto muito positivo no desenvolvimento de diversas áreas e aplicações, das quais podemos destacar Caffé e Caffé2 (JIA *et al.*, 2014), Keras (CHOLLET

⁷ <https://www.tensorflow.org/guide/tpu>

⁸ [<https://www.tensorflow.org/tfx>](https://www.tensorflow.org/tfx)

⁹ [<https://www.tensorflow.org/lite>](https://www.tensorflow.org/lite)

¹⁰ [<https://www.tensorflow.org/js>](https://www.tensorflow.org/js)

et al., 2015), CNTK (SEIDE; AGARWAL, 2016) e PyTorch (PASZKE *et al.*, 2017). Esse ecossistema altamente ativo contribuiu para que mais de 200 contribuições relevantes foram publicadas na área de reconhecimento facial usando *deep learning* apenas entre os anos de 2017 e 2018 (GUO; ZHANG, 2019), por exemplo.

Para esta pesquisa de mestrado, o TensorFlow foi escolhido em detrimento as outras plataformas, além das facilidades já mencionadas, devido a duas características. A primeira e mais importante é que o projeto possui um módulo específico para dispositivos móveis, o *TF Lite*, que foi utilizado na aplicação móvel do ViSCo. Além das otimizações para dispositivos com baixo poder de processamento, este módulo possui compatibilidade com as plataformas Android e iOS, o que permite seu uso em uma gama maior de dispositivos. Note-se que o suporte de PyTorch para dispositivos móveis era limitado e de caráter experimental quando da escolha das ferramentas a serem usadas nesta pesquisa¹¹. A segunda característica foi a facilidade de se realizar o processo de *transfer learning* em uma CNN voltada para dispositivos móveis. Esse processo é explicado em maiores detalhes na Seção 5.2.

2.4.2 Classificação de Imagens

A classificação de imagens em categorias (rótulos) é um dos principais tópicos de pesquisa em Visão Computacional, o qual possui aplicações práticas em diversos tipos de problemas do mundo real (SHANKAR *et al.*, 2020). A classificação de imagens pode ocorrer de duas formas, sendo que a primeira consiste em determinar se uma imagem de entrada pertence a uma categoria específica e a segunda é consistem em classificar uma imagem com relação a múltiplas categorias. A segunda forma é mais desafiadora e trás uma gama de aplicabilidade maior em situações do mundo real, pois as imagens geralmente são associadas a vários rótulos (e.g.: existem dois ou mais objetos presentes na cena, uma imagem que contém uma paisagem pode conter múltiplas categorias para cada região, etc) (ZHU *et al.*, 2017).

2.5 Conclusão

Neste capítulo, foram apresentados os principais conceitos relacionados a esta pesquisa, essenciais para a condução e o entendimento deste trabalho de mestrado. Definições de IoT, *Smart Objects* e descoberta de serviços foram abordadas e alguns dos seus desafios apresentados. Um destaque foi dado à plataforma openHAB por ser a base de suporte para a

¹¹ <<https://pytorch.org/blog/pytorch-1-dot-3-adds-mobile-privacy-quantization-and-named-tensors/>>

implementação da abordagem ViSCo concebida e avaliada neste mestrado.

De forma análoga, foram apresentadas as ferramentas e *frameworks* utilizados como base para a implementação e treinamento da parte de visão computacional desta pesquisa, sendo o TensorFlow elemento crucial para o desenvolvimento da interação do tipo *pointing* implementada.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

O presente capítulo se destina à apresentação dos principais trabalhos correlatos a esta pesquisa. A busca desses artigos considerou as seguintes bases de dados: *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore Digital Library*, *Web of Science*, *Scopus* e *Springer Link*. Na Seção 3.1, apresenta-se a *string* de busca utilizada, que foi criada seguindo a abordagem PICO (*Population, Intervention, Comparison, and Outcome*) (PAI *et al.*, 2004). Já a Seção 3.2 detalha os principais trabalhos encontrados. A Seção 3.3 conclui este capítulo fazendo uma análise comparativa das pesquisas relatadas na seção anterior.

3.1 String de Busca

Conforme mencionado, seguiu-se a abordagem PICO para elaboração das palavras-chaves da busca conforme as seguintes dimensões:

- *Population*: A população a ser observada são os *Smart Objects*, dispositivos IoT com o qual os usuários pretendem interagir;
- *Intervention*: A intervenção que queremos extrair da população é a utilização de Processamento de Imagem para reconhecimento de objetos;
- *Comparison*: No contexto desta busca de trabalhos, o grupo de comparação é omitido, pois esta busca é qualitativa, visa apenas localizar os trabalhos que utilizam de alguma forma o reconhecimento de imagens na busca de SOs (COOKE *et al.*, 2012); e
- *Outcome*: Como resultado esperamos que o Usuário possa buscar pelos seus *Smart Objects* apontando para eles.

A Tabela 2 contém os termos de busca que foram utilizados para atender a cada um das dimensões do PICO.

Tabela 2 – Grupos do formato PICO e termos selecionados para a pesquisa

Grupo	Termos de Busca
P (<i>Population</i>)	IoT (<i>Internet of Things</i> , IoT device, connected device), <i>smart object</i> (<i>smart device</i>), <i>appliance</i>
I (<i>Intervention</i>)	<i>image processing</i> (<i>recognition, analysis, features</i>), <i>image</i>
C (<i>Comparison</i>)	não se aplica
O (<i>Outcome</i>)	<i>camera pointing, pointing, interacting, scanning</i>

A seguinte *string* de busca foi construída com base nos termos apresentados na Tabela 2: (“*Internet of Things*” OR IoT OR “*smart object*” OR “*smart device*” OR *appliance*

OR “connected devices” OR “IoT device”) AND (“image processing” OR “image recognition” OR “image analysis” OR “image features” OR “object recognition” OR “analyze image” OR (analyze NEAR/2 image)) AND (pointing OR interacting OR scanning OR “camera pointing”)).

Ao total foram encontrados 1.957 artigos, dos quais foram examinados 413. Com base na leitura do título e resumo foram excluídos 392. Além desses, 7 foram excluídos por não serem trabalhos primários. Por fim, 14 artigos foram selecionados para a leitura superficial, dos quais 2 foram excluídos por serem duplicados (mesma pesquisa, porém artigos diferentes) e 6 foram excluídos por não se adequarem aos critérios de inclusão, resultando em 6 artigos selecionados para análise. Além destes 6, outros 2 artigos foram adicionados por meio da técnica de *snowballing* (WOHLIN, 2014).

3.2 Trabalhos Encontrados

3.2.1 Snap to IT

No trabalho de Freitas *et al.* (2016), os autores apresentam uma aplicação onde o usuário tira uma foto do dispositivo com o qual que ele deseja interagir. Essa foto é transmitida pela rede e comparada com imagens pré-selecionadas dos dispositivos disponíveis, para então ser analisada pelos próprios dispositivos ou dispositivos controladores destes objetos – chamados de *Remote Service Providers* (RSP). Informações adicionais, tais como a localização e a orientação do *smartphone*, também são coletadas para ajudar no processo de reconhecimento do dispositivo.

O processo de reconhecimento de um dispositivo se dá em três etapas. Primeiro, cada RSP recebe a localização do usuário e estima uma distância dos dispositivos para o usuário. Caso essa distância seja muito grande, então esse dispositivo é removido da lista e os dispositivos mais próximos passam para a próxima etapa. Na segunda etapa, o RSP verifica se o usuário está apontando a câmera para a direção do dispositivo, pois cada RSP sabe para qual direção o usuário deve apontar ao capturar uma foto do dispositivo de interesse. Na terceira e última etapa, o RSP compara a foto do usuário com a foto de referência daquele dispositivo. Para tanto, os autores utilizam o algoritmo *Scale-Invariant Feature Transform* (*Scale-Invariant Feature Transform* (SIFT)) (LOWE, 1999), que é bastante difundido na literatura, tanto por sua eficácia quanto por estabelecer o paradigma de descritores locais para o reconhecimento de objetos (MAIA, 2010). Cada uma dessas etapas é ilustrada pela Figura 9.



Figura 9 – Processo de reconhecimento aplicação Snap to It. Fonte (FREITAS *et al.*, 2016)

Pode-se notar que, para este processo de identificação e controle do dispositivo, são necessárias algumas configurações em cada RSP. A primeira delas é que cada RSP necessita ter uma ou mais fotos de exemplo do dispositivo, pois cada RSP deve possuir de antemão uma descrição, via SIFT, da aparência do dispositivo para poder realizar uma comparação efetiva com a foto enviada do dispositivo móvel do usuário. Segundo, também é preciso especificar onde o dispositivo está localizado e a direção para a qual o usuário precisa apontar a câmera, informação também utilizada na identificação dos dispositivos.








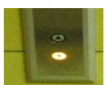




Use Case Category	Quick Control	Long Distance Operation	Transfer Content	Secure Transactions	Increase Intelligibility	Share Preferences
Motivation	Connect and use a nearby device.	Operate a device from a remote location.	Allows users to post and receive data.	Be able to securely send information to a device.	Improves users' knowledge of how a device operates.	Allow settings/preferences to be shared across devices.
Sample Participant Responses and Appliances	 "I want to print"	 "I would like to . . . heat my food before I reach home."	 "Extend my phone screen to a bigger display."	 "Access doors to let me in"	 "I am not so sure what these button controls"	 "Preset my treadmill"
	 "Changing slides in a powerpoint presentation"	 "Hold elevator when I'm in my apartment"	 "If I look a photo of a map, then a 3D map appears, it would be useful."	 "Enter choice thru my phone N pay thru my phone"	 "How does this work?"	 "Set my favorite TV channel."

Figura 10 – Casos de uso elencados em (FREITAS *et al.*, 2016). Fonte (FREITAS *et al.*, 2016)

Freitas *et al.* (2016) também elencam as principais categorias de cenários de uso do sistema proposto. Uma das categorias identificadas foi a de interação rápida, onde o usuário envia uma foto de alguns dispositivos (e.g., impressora, projetores etc) e a aplicação identifica o dispositivo e apresenta um controle do mesmo sem a necessidade de instalação de nenhum software adicional. O restante das categorias pode ser visto na Figura 10.

3.2.2 SnapLink

O trabalho de Chen *et al.* (2018) é voltado para prédios inteligentes (*Smart Building*). Uma das principais preocupações dos autores é entregar uma aplicação que saiba lidar com uma grande quantidade de dispositivos que são visualmente semelhantes. A aplicação proposta utiliza um algoritmo que realiza a localização de imagens 2D em modelos 3D. Tal algoritmo

recebe como entrada uma foto, ou seja, uma imagem bidimensional, capturada pela câmera do dispositivo do usuário. A partir disso, é realizada uma busca em um modelo 3D preexistente do ambiente pela localização desta imagem. Com isso os autores visam entregar uma aplicação que possui uma acurácia maior, pois com essa técnica tanto a localização do dispositivo, quanto a imagem do mesmo são utilizadas para realizar a busca. Todavia, isso requer uma etapa de configuração complexa, que envolve o mapeamento prévio do ambiente tridimensional utilizando técnicas sofisticadas e computacionalmente intensivas de processamento de imagens ou de vídeo (ZOU *et al.*, 2019).

3.2.3 *Seamless Interaction with Smart Things Using Personal Wearable Computers*

O trabalho de Mayer e Sörös (2014) detalham um sistema para identificação e controle de SOs usando três itens: *smartglasses*, um *smartwatch* e o *smartphone*. Os *smartglasses* são usados para o reconhecimento dos objetos por meio da câmera de sua haste. O *smartwatch* exibe as interfaces dos SOs identificados pelos *smartglasses*. Devido à falta de comunicação direta com a internet dos outros dois dispositivos, o *smartphone* é utilizado como um *hub* de comunicação entre o *smartwatch* e o SO que o usuário deseja controlar. Ressalte-se que nessa abordagem o reconhecimento do SO é realizado diretamente nos *smartglasses*. Para tanto, uma aplicação foi desenvolvida para esse dispositivo vestível (do inglês, *wearable*) com a biblioteca OpenCV¹ e o algoritmo escolhido foi o *Speeded Up Robust Features (Speeded Up Robust Features (SURF))* (BAY *et al.*, 2008). Esse algoritmo possui acurácia semelhante ao SIFT (LOWE, 1999), porém é mais eficiente para aplicações de tempo real, pois usa uma imagem integral para acelerar os cálculos subjacentes (LEWIS, 1995) (CROW, 1984), o que ainda contribui para economizar a bateria do dispositivo. Por fim, é importante destacar que essa pesquisa não reportou se existe alguma integração com serviços de descoberta de dispositivos.

3.2.4 *Conversations with Connected Vehicles*

Em uma evolução da pesquisa anterior (MAYER; SÖRÖS, 2014), Mayer e Siegel (2015) apresentam uma solução voltada para carros conectados e que contempla uma aplicação *mobile* que reconhece carros via análise de imagens. O algoritmo de reconhecimento é executado no dispositivo móvel, enquanto que, para se comunicar com os veículos, os autores criaram uma plataforma própria que usa serviços de nuvem do Google e que necessita de um dispositivo

¹ <<https://opencv.org/>>

conectado ao carro. Após reconhecer o carro, tanto as informações dos sensores disponíveis no carro quanto as interfaces de seus controladores são exibidas para o usuário através da aplicação. Os autores recorrem à mesma abordagem proposta anteriormente (MAYER; SÖRÖS, 2014) para a identificação dos carros.

3.2.5 *Browsing the Internet of Things with Sentient Visors*

Macias *et al.* (2011) apresentaram uma proposta para a forma como os usuários interagem com os dispositivos IoT. Os autores acreditam na ideia de um navegador universal para IoT, no qual os usuários podem consultar as informações dos dispositivos IoT do ambiente da mesma forma como navegam na web. Uma das formas que os autores escolheram para realizar esta navegação é utilizando um sistema de “visualizador senciente” que seja capaz de “ver” um dispositivo e exibir informações sobre ele. Os autores construíram um protótipo em que o usuário aponta com a câmera para realizar a navegação e obter as informações do objeto. No entanto, a abordagem recorre a etiquetas com *QR Codes* afixadas previamente nos objetos para fins da identificação, o que tanto despreza a aparência dos *smart objects* quanto requer uma etapa de configuração.

3.2.6 *Smart Classrooms Aided by Deep Neural Networks Inference on Mobile Devices*

No trabalho de Pacheco *et al.* (2018), os autores apresentam um protótipo de controle universal para salas de aula inteligentes. Essa proposta tem por objetivo ajudar na ativação de itens existentes no ambiente escolar, tais como luzes, trava da porta e projetor multimídia, dentre outros. O protótipo descrito no trabalho consiste em uma aplicação para dispositivos iOS e um micro-servidor implantado em uma placa Raspberry Pi². Os autores avaliaram o desempenho da execução de inferências utilizando três Redes Neurais Profundas (do Inglês, *Deep Neural Networks - Deep Neural Network (DNN)s*) (LECUN *et al.*, 2015) em *smartphones*. O funcionamento da aplicação inicia com o usuário tirando uma foto do dispositivo que deseja controlar com o smartphone. Com isso, o smartphone executa o motor de inferência utilizando um modelo DNN pré-treinado, porém não otimizado para esse tipo de plataforma. O resultado da inferência é um rótulo correspondente a uma categoria de dispositivos pré-catalogados em uma base de SOs. O smartphone utiliza esse rótulo para decidir qual é dispositivo correspondente e enviar uma requisição HTTP adequada para que o micro-servidor ative ou desative aquele

² <<https://www.raspberrypi.org/>>

dispositivo. Como exposto pelos autores, sua proposta utiliza uma solução própria para busca e controle dos SOs, o que pode comprometer a extensão desses resultados a uma gama maior de dispositivos e fabricantes.

3.2.7 *Connecting and Controlling Appliances Through Wearable Augmented Reality*

Becker *et al.* (2020) apresentam uma proposta de sistema que se integra com os objetos inteligentes e apresentam suas funcionalidades em um ambiente de realidade aumentada. De forma semelhante ao apresentado por Mayer e Sörös (2014), os autores utilizam de múltiplos dispositivos *wearable* para se comunicar e identificar os objetos. No caso, Becker *et al.* (2020) utilizam dispositivo um Microsoft HoloLens³. A solução recorre a marcadores visuais para identificar os objetos e então apresentar as interfaces de controle destes objetos no dispositivo. Após identificar os marcadores, o HoloLens é usado para apresentar ao usuário os controles disponíveis de cada objeto e que poderão ser acionados de três diferentes formas, sendo duas delas utilizando apenas o próprio HoloLens. A Figura 11 apresenta as 3 formas de interação. Na primeira forma o usuário realiza o gesto de pinça (Figura 11 (1)) para que o dispositivo detecte a ação e a traduza em um comando. Já na segunda (Figura 11 (3)), o usuário interage com o objeto físico, de modo que esta interação é traduzida em um comando. Por exemplo, girar o objeto pode se traduzir em um comando de mudar o volume. A terceira e última forma utiliza mais um dispositivo *wearable*, no caso uma pulseira eletromagnética que identifica gestos realizados pelo usuário com sua mão (Figura 11 (2)).

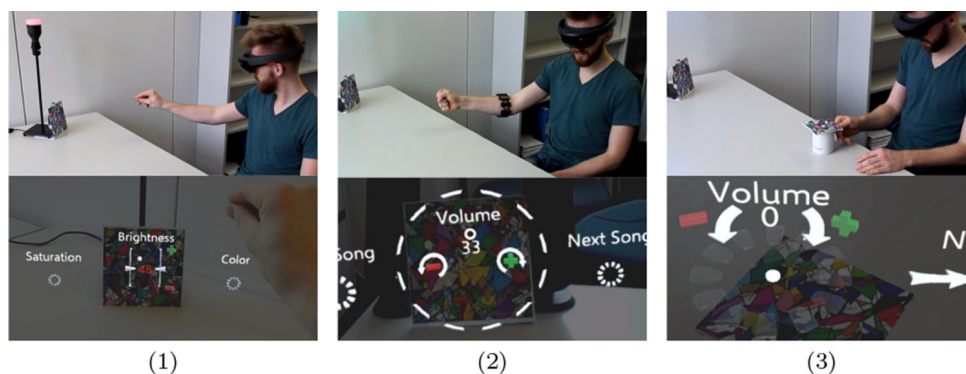


Figura 11 – Formas de interação propostas por (BECKER *et al.*, 2020). Fonte (BECKER *et al.*, 2020)

³ <<https://www.microsoft.com/en-us/hololens>>

3.2.8 *Watch & Do: A Smart IoT Interaction System with Object Detection and Gaze Estimation*

Kim *et al.* (2019) propõem uma solução composta por 4 módulos para identificar o objeto que o usuário está olhando e controlá-lo utilizando gestos. Um dos módulos tem o objetivo de identificar a posição da pupila do usuário e identificar para qual objeto este está olhando. Outro módulo é dedicado à identificação de objetos por meio de uma CNN, recebendo como entrada a direção que o usuário está olhando para então capturar a imagem do objeto que está na direção do olhar. Estes dois módulos são combinados em um único componente, denominado pelos autores de “*Watch Module*”. Os autores coletaram imagens em sites de busca para o treinamento da CNN utilizada para a detecção dos objetos. O *dataset* construído possui 3.065 imagens separadas em 7 categorias: ar condicionado, panela de arroz, máquinas de lavar, aspiradores de pó, ventilador, TV e porta. A Figura 12 ilustra o módulo proposto por Kim *et al.* (2019).

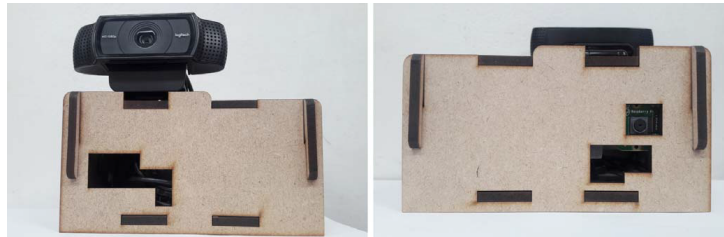


Figura 12 – Protótipo do “*Watch Module*”: módulo de detecção de objetos (à esquerda) e módulo de estimativa da posição do olhar (à direita). Fonte (KIM *et al.*, 2019)

Uma vez identificada a direção do olhar do usuário e a identificação do objeto de interesse do usuário, entram em ação os dois módulos restantes. Um destes módulos é responsável por identificar gestos, onde cada gesto realizado pelo usuário com a mão é traduzido para um comando que é enviado para o último módulo. Esse derradeiro módulo, chamado pelos autores de “*IoT Controller Module*”, recebe os comandos identificados pelos gestos do usuário e realiza toda a comunicação com a plataforma IoT subjacente à solução. Os autores mencionaram que essa plataforma foi desenvolvida em um trabalho anterior, porém não indicaram especificamente qual. Uma ilustração geral da proposta deste estudo é apresentado na Figura 13, onde podemos perceber o fluxo realizado pelos componentes.

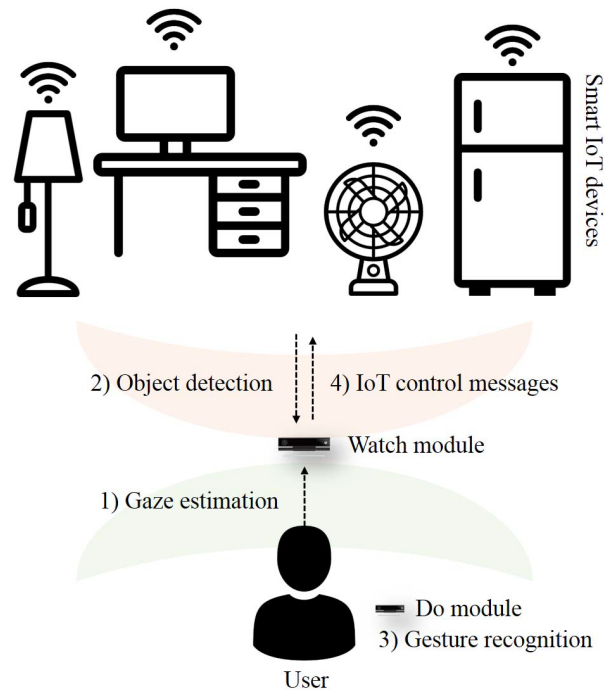


Figura 13 – Visão geral do sistema *Watch & Do*. Fonte: (KIM *et al.*, 2019)

3.3 Conclusão

Neste capítulo, foi descrito um conjunto de pesquisas relacionadas à abordagem ViSCo. A Tabela 3 apresenta uma síntese desses trabalhos com relação a seis características, listadas a seguir: **C1**: Estratégia para o cadastro prévio dos SOs; **C2**: Algoritmo de reconhecimento de objeto; **C3**: Integração com serviços de descoberta; **C4**: Cenários de aplicação; e **C5**: Arquitetura de execução do reconhecimento dos SOs; e **C6**: Identifica objetos unicamente, mesmo que sejam objetos visualmente semelhantes.

A seguir, é apresentada uma explicação de cada uma dessas características:

- **C1**: Em alguns dos trabalhos encontrados, são adotadas estratégias de reconhecimento dos objetos que exigem um cadastro prévio dos SOs para que somente depois estes SOs possam ser identificados pela solução proposta. Essa característica pode ser vista como um fator limitante das abordagens, pois pode gerar uma sobrecarga na rede, além de apresentar uma dificuldade a mais para que os novos SOs sejam adicionados. Estes dois fatores vão de encontro dos requisitos **R1** e **R2** apresentados por (GUINARD *et al.*, 2010);
- **C2**: Essa característica tem o intuito de descrever quais algoritmos e técnicas de visão computacional estão sendo utilizadas nas soluções. É importante, por exemplo, identificar o tipo de algoritmo e se ele se aplica somente a um objeto específico, o que necessitaria cadastro e manutenção de registros dos SOs;

Tabela 3 – Comparação das características entre abordagens

Trabalhos	Características					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
<i>Snap to It</i> (FREITAS <i>et al.</i> , 2016)	C1-I ¹	C2-I ⁶	✗	Smart Building	Execução remota	✓
<i>SnapLink</i> (CHEN <i>et al.</i> , 2018)	C1-II ²	C2-I ⁶	✗	Smart Building	Execução remota	✓
<i>Seamless Interaction with Smart Things Using Personal Wearable Computers</i> (MAYER; SöRÖS, 2014)	C1-III ³	SURF	✗	SOs no geral	Execução no <i>device</i> e remota	✓
<i>Conversations with connected vehicles</i> (MAYER; SIEGEL, 2015)	C1-III ³	SURF	✗	Carros	Execução no <i>device</i> e remota	✓
<i>Browsing the Internet of Things with Sentient Visors</i> (MACIAS <i>et al.</i> , 2011)	C1-IV ⁴	C2-II ⁷	✗	SOs no geral	Execução no <i>device</i> e remota	✓
<i>Connecting and Controlling Appliances Through Wearable Augmented Reality</i> (BECKER <i>et al.</i> , 2020)	C1-V ⁵	C2-II ⁷	✗	Smart Home	em <i>device</i> específico	✓
<i>Classrooms Aided by Deep Neural Networks Inference on Mobile Devices</i> (PACHECO <i>et al.</i> , 2018)	✗	CNN	✗	Sala de aula	Execução apenas no <i>device</i>	✗
<i>Watch & Do: A Smart IoT Interaction System with Object Detection and Gaze Estimation</i> (KIM <i>et al.</i> , 2019)	✗	CNN	✗	Smart Home	Múltiplos dispositivos	✗

¹ Banco de imagens

² Mapeamento 3d do prédio e objetos

³ Cadastro de *key features* dos SOs (e.g., SURF)

⁴ QR Code

⁵ Cadastro prévio de marcadores

⁶ Similaridade entre imagens

⁷ Extração de dados de marcadores

- **C3:** A utilização de uma solução ou plataforma que já utilize múltiplos protocolos de comunicação é de fundamental importância para sucesso dessas soluções, pois caso contrário, os usuários estarão restritos a uma gama de dispositivos reduzida. Isto ocorreria visto que ainda não existe um protocolo universalmente adotado pelas empresas que fabricam os SOs. Além disso, plataformas de *Smart Home* atendem alguns dos requisitos apresentados por (GUINARD *et al.*, 2010);
- **C4:** A depender do cenário de uso, alguns problemas podem aparecer, tanto em relação à identificação dos objetos, quanto em relação a quantidade de objetos que serão retornados para o usuário. Em cenários onde a quantidade de objetos é baixa, como o exemplo de um dos trabalhos encontrados que é voltado para carros, o uso de filtros e informações contextuais para ajudar o usuário a localizar o SO pode não ser necessário;
- **C5:** Algumas das técnicas apresentadas utilizam a estratégia de trafegar a imagem do SO na rede e passar a responsabilidade da identificação o SO para outro dispositivo. Esta

técnica, além de necessitar de um terceiro dispositivo para realizar o reconhecimento, pode levar a uma sobrecarga na rede devido ao tráfego de imagens entre os dispositivos móveis e os dispositivos que realizam a identificação dos SOs. O que pode gerar uma sobrecarga ao serviço de descoberta, indo contra o requisito **R1** de (GUINARD *et al.*, 2010); e

- **C6:** Algumas das soluções apresentadas se voltam a identificar o SO unicamente, para isso estas soluções dependem do cadastro prévio de imagens dos dispositivos ou de marcadores específicos, como *QR Codes* por exemplo. Isto pode gerar uma dificuldade no uso, pois se tornará um passo necessário para que a solução possa utilizar a busca por imagem de um SO. Da mesma forma, a utilização de marcadores necessitará do cadastro prévio bem como sua manutenção periódica (e.g.: reimpressão e/ou recadastro quando um marcador cair ou for danificado). Este esforço extra vai de encontro ao requisito **R2** apresentado por (GUINARD *et al.*, 2010), esforço mínimo de registro.

A Tabela 3 apresenta uma comparação dos trabalhos encontrados. Os dois primeiros trabalhos utilizam uma abordagem semelhante para lidar com a localização e comunicação em um cenário de *Smart Building*. Porém, estes requerem uma etapa prévia de cadastro dos SOs para que a sua solução seja capaz de identificá-los. Por exemplo, Chen *et al.* (2018) usam um mapeamento 3D do ambiente e Freitas *et al.* (2016) optam por um banco de imagens de cada objeto. Além disso, os dois utilizaram plataformas próprias com protocolos específicos e não usaram algoritmos de reconhecimento de imagens para encontrar os SOs (a forma utilizada foi uma comparação simples de imagens).

Os dois trabalhos seguintes, Mayer e Sörös (2014) e Mayer e Siegel (2015) possuem características semelhantes quanto à necessidade de cadastro prévio das imagens dos SOs. Além desse cadastro, é necessário ter uma imagem destes para que seja possível extrair *key features* usando o algoritmo SURF(MAIA, 2010). Já nos trabalhos de Macias *et al.* (2011) e Becker *et al.* (2020) foi usada a mesma estratégia de marcar os objetos, um com *QR Code* e outro com marcadores específicos. Em um certo grau, todos estes trabalhos vão de encontro dos requisitos **R1** e **R2** de (GUINARD *et al.*, 2010).

Já os dois últimos trabalhos utilizam algoritmos mais complexos de detecção de SOs e não necessitam nenhum tipo de cadastro prévio dos SOs. Os únicos limitantes das pesquisas são a não utilização de uma solução unificada de descoberta de serviço e a exigência de dispositivos específicos. Por exemplo, Pacheco *et al.* (2018) utilizam comunicação via um único protocolo, *Bluetooth* e o trabalho de (KIM *et al.*, 2019) utiliza uma plataforma proprietária e não cita o

suporte ou não a múltiplos protocolos. Além disso (KIM *et al.*, 2019), utiliza de múltiplos dispositivos para conseguir realizar a detecção do SO.

4 SURVEY COM O PÚBLICO ALVO

Este capítulo detalha os primeiros *surveys* executados nesta pesquisa. Estes foram responsáveis por apresentar os primeiros protótipos da solução para o público geral por meio da apresentação de um vídeo ilustrando uma interação do tipo *pointing*. No vídeo, um objeto inteligente (i.e., uma TV) era reconhecido por meio da câmera de um dispositivo móvel e, em seguida, controlado por ele. A coleta de dados dos *surveys* ajudou a definir alguns dos requisitos do ViSCo, como, por exemplo, as categorias de objetos que seriam identificados pelo aplicativo.

O texto deste capítulo se inicia, portanto, apresentando o primeiro *survey* na Seção 4.1, a qual detalha o instrumento e explica a motivação de cada pergunta dele. A estratégia usada para divulgar o primeiro *survey* e a análise das respostas também são apresentadas. Já o segundo *survey* e sua avaliação são apresentados na Seção 4.2. Por fim, na Seção 4.3, o capítulo é encerrado com as conclusões dos dados obtidos e de como eles influenciaram na concepção e desenvolvimento do ViSCo.

4.1 Questionário com opiniões iniciais sobre a ideia proposta

Uma pesquisa de opinião sobre a ideia proposta foi realizada em forma de questionário aberto ao público geral. O questionário continha sete perguntas, cujo objetivo principal era identificar as categorias de objetos do dia a dia (ex.: geladeira, TV, lâmpadas, micro-ondas) que os usuários teriam interesse de controlar utilizando os seus *smartphones*. Outro objetivo deste formulário foi obter opiniões dos usuários sobre a abordagem proposta além de identificar se estes já tiveram alguma experiência prévia em utilização da câmera do celular para realizar busca de objetos, sejam inteligentes ou não.

4.1.1 Instrumento e Difusão

O questionário foi construído de forma a apresentar a ideia desta pesquisa e coletar opiniões dos usuários sobre a aplicação do método de busca de SOs. O questionário foi divulgado entre grupos de alunos, grupos de usuários de *Smart Home* no Facebook e grupos de discussão nas redes sociais.

O questionário se dividia em quatro seções, na qual, a primeira delas apresentava para os participantes o objetivo do questionário. A segunda seção trazia uma breve contextualização do problema e a explicação da proposta de busca de SOs utilizando a câmera de um *smartphone*.

Em seguida, vídeos de demonstração de cada forma de busca de SOs, por listagem e utilizando a câmera eram apresentados na terceira seção. Com isso, além da explicação textual, tinha-se uma demonstração em vídeo de como seria a utilização das duas abordagens em um cenário real, exibindo uma pessoa encontrando uma TV na rede e a controlando utilizando um aplicativo. Em seguida, na quarta seção, as perguntas eram apresentadas para os participantes.

O questionário completo está disponível no Apêndice A. A primeira pergunta tinha o objetivo de identificar as categorias de objetos que os usuários tem o interesse de controlar. Era uma questão de múltipla escolha na qual uma lista com 30 opções foi apresentada, bem como um campo “outro” que permitia a adição manual de um SO. Caso o tipo de objeto que o usuário desejasse controlar não estivesse na lista, ele podia sugerir uma nova categoria nesse campo.

A segunda pergunta versava sobre as funcionalidades desejadas (i.e. “Quais funcionalidades destes objetos você gostaria de controlar pelo smartphone (e.g.: ligar/desligar, alterar intensidade/volume etc)?”). Era uma pergunta de campo aberto, embora, ao final, as respostas tenham se resumido aos exemplos citados na própria pergunta.

As quatro perguntas seguintes eram relacionadas à opinião do usuário sobre a abordagem proposta, na qual se procurou saber sobre suas experiências anteriores dos usuários com abordagens semelhantes. Também se perguntou qual era a opinião do usuário ao comparar a utilidade da abordagem proposta com a abordagem de busca por meio da listagem. A pergunta subsequente indagava aos usuários sobre suas experiências anteriores na utilização da câmera para realizar uma busca de objetos.

A quinta pergunta tinha por objetivo identificar se o usuário considerava a abordagem de busca por imagem mais vantajosa ou não em relação à busca por listagem. A pergunta foi apresentada em forma de escala de 0 a 10, onde 0 é nada vantajoso e 10 muito vantajoso.

4.1.2 Resultados

Ao total, 76 respostas foram obtidas (ver Apêndice B). Com base nas respostas obtidas, identificou-se que a maioria dos participantes tem o interesse de controlar objetos do tipo ar-condicionado (85,5%), seguido por TV (75%), lâmpadas (71,1%) e ventiladores e caixas de som (67,1%).

Apenas um participante quis apontar uma categoria diferente das listadas/sugeridas no próprio formulário: a categoria apontada foi “interruptor”. A Figura 14 dispõe as respostas

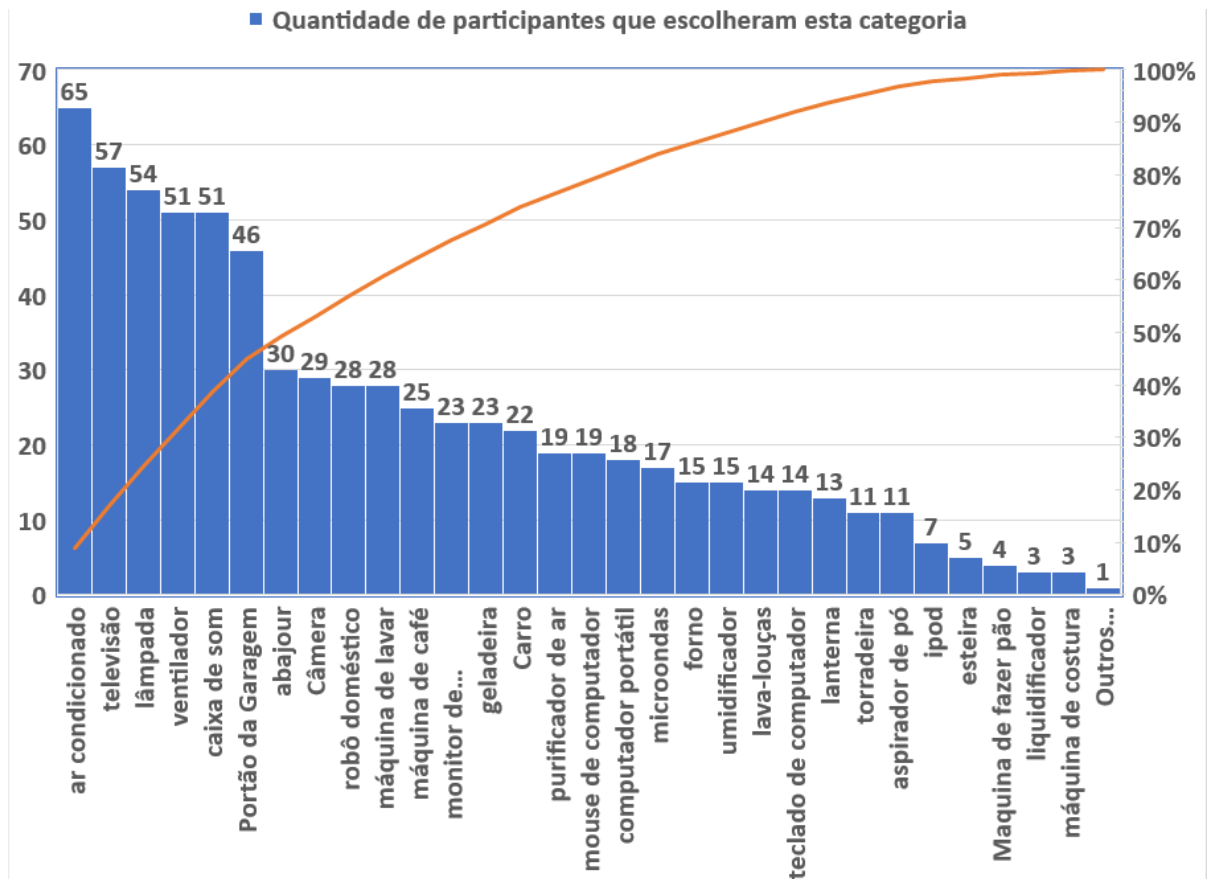


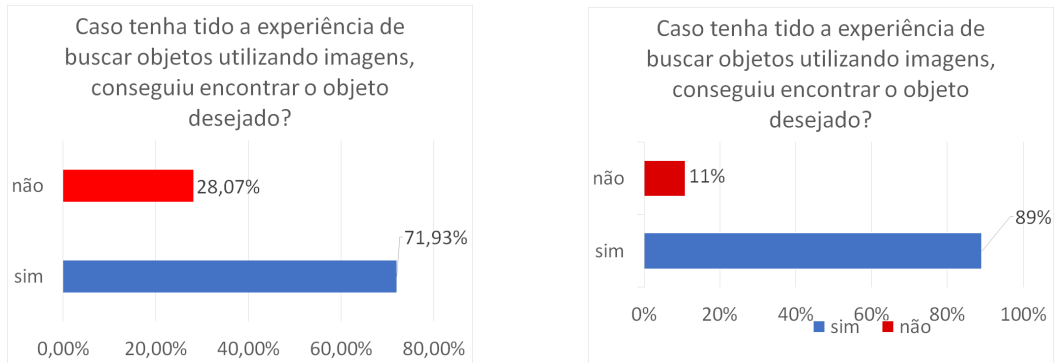
Figura 14 – Objetos que os usuários tem o interesse de controlar utilizando os seus *smartphones*

em um Gráfico de Pareto. Um ponto de atenção que se pode extrair é que, se uma aplicação fosse capaz de reconhecer as 20 categorias mais citadas, estas classes já atenderiam 90% do público participante.

Com relação ao uso de interações similares ao *pointing*, 60,53% dos participantes informaram já ter utilizado de alguma forma a busca de objetos utilizando a câmera do celular.

A próxima pergunta procurava identificar se este usuário obteve sucesso ou não utilizando este método de busca (Figura 15 a). Ao analisar apenas os dados desta pergunta em separado, chega-se ao resultado de que 28,07% **não** obtiveram sucesso ao realizar a busca por imagem. No entanto ao observar esta pergunta em conjunto com a pergunta anterior, foi identificada uma incongruência nas respostas. Usuários que responderam *não* na pergunta anterior, “*Você já teve a experiência de buscar algum objeto utilizando imagem (e.g.: busca de imagens do Google; busca de objetos em aplicativos de lojas como Dafiti, AliExpress) ?*”, acabaram respondendo *não* a esta pergunta também, gerando alguns falsos negativos. Excluindo-se estes falsos negativos chega-se ao resultado de que apenas 11% dos usuários não obtiveram sucesso ao realizar uma busca utilizando a busca por imagem (Figura 15 b).

Para a quinta pergunta, mais de 75% dos usuários apontaram uma nota 7 ou superior,



a) Percentual levando em consideração todas as respostas b) Removendo usuários que responderam não na pergunta anterior

Figura 15 – Usuários que obtiveram sucesso ao realizar uma busca por imagem

Em uma escala de 0 a 10, onde 0 é nada vantajoso e 10 muito vantajoso, o quão vantajoso você acha que a abordagem proposta (buscar objetos uti...tre uma lista com todos os objetos disponíveis) ?

76 respostas

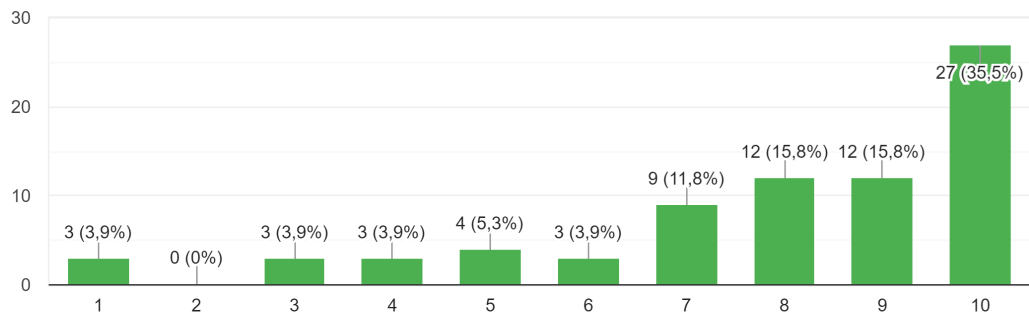


Figura 16 – Opinião dos usuários em relação à vantagem de se utilizar a abordagem de busca por imagem

sendo que 50% deles apontaram nota 9 ou 10. Tal resultado pode mostrar um bom indício de aceitação da funcionalidade proposta. A Figura 16 apresenta a distribuição de todas as respostas. No Apêndice B, é apresentada uma tabela com todas as respostas dos usuários a este questionário.

4.2 Questionário para Coleta de Imagens dos Usuários

4.2.1 Motivação

As imagens presentes em uma pesquisa do Google, usadas para treinamento de nossa abordagem, podem divergir bastante do que seria uma imagem de um usuário apontando a câmera para um objeto em sua própria residência ou ambiente semelhante. Um segundo questionário de opinião foi então realizado com o intuito de coletar exemplos dessas imagens. O

processo de difusão deste questionário foi o mesmo do questionário anterior e também incluía a seção que apresentava o objetivo da pesquisa e os termos de consentimento. Esse questionário pode ser visto no Apêndice C.

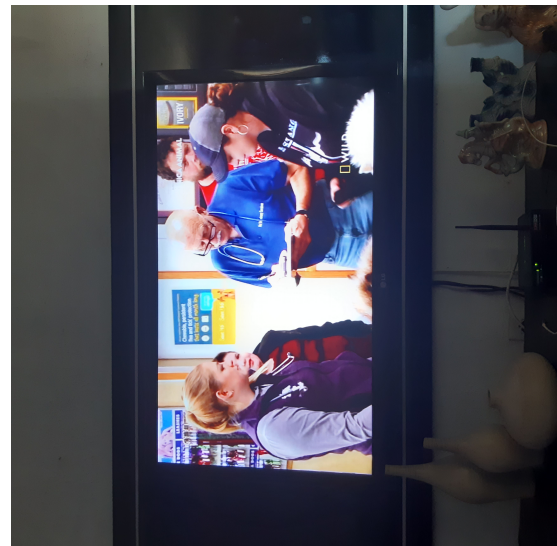
Os usuários foram indagados sobre qual seria o objeto de maior interesse e, em seguida, lhes era solicitado que fossem enviadas três imagens de exemplo daquele objeto, mesmo que não fosse realmente um SO. Por exemplo, uma TV que não possui conexão de rede. O objetivo aqui foi coletar exemplos destes objetos para que fosse possível testar os resultados da classificação realizado pela CNN o mais próximo possível de um cenário real de uso (distância entre o usuário e o objeto, poses, diferentes iluminações, etc).

4.2.2 Resultados

Ao total foram coletadas 29 respostas com um total de 76 imagens fornecidas. Infelizmente, nem todos os respondentes forneceram três imagens e alguns enviaram apenas uma. As imagens obtidas foram de 7 categorias, distribuídas da seguinte maneira: 18 imagens de ar-condicionado; 3 de aparelhos de som; 2 de carros; 3 de monitores de computador; 6 de ventiladores; 28 de lâmpadas; e 16 de TVs. A Figura 17 apresenta dois exemplos de imagens enviadas.



a) Exemplo de imagem enviada do tipo ar-condicionado



b) Exemplo de imagem do tipo TV

Figura 17 – Exemplos de imagem fornecidas pelos usuários

4.3 Conclusão

Neste capítulo, foi apresentado o resultado de dois *surveys* realizados com um público geral para coletar os primeiros *insights* para a concepção e o desenvolvimento do ViSCo. Com base nas respostas do primeiro questionário, percebe-se que uma abordagem de *pointing* como demonstrada no vídeo teve um nível de aceite elevado: mais de 75% dos participantes atribuíram uma nota igual ou superior a 7 para a pergunta que comparava as duas abordagens de busca (Figura 16). Outro ponto que se extrai desta pesquisa é a ordem das categorias de SOs mais importantes para os usuários deste tipo de aplicação (Figura 14). O que pode indicar quais são as categorias que devem ter maior acurácia na classificação de imagens, por exemplo.

Observa-se também que a maioria dos participantes já teve experiência com o uso da câmera do celular para encontrar objetos, mesmo que em outros cenários. Isso pode ter ajudado no nível de aceite do conceito de *pointing* para detectar objetos. É também um bom indicador de uma resistência menor ao uso deste tipo de interação, visto que já é comum para os usuários buscarem objetos com a câmera, assim a abordagem apenas estaria ressignificando essa interação para buscar e controlar dispositivos reais.

Além disso, pode-se perceber que as categorias escolhidas atendem ao interesse dos participantes. Pode-se constatar que, com cerca de 15 itens, já seria possível atender ao interesse de 80% dos participantes. As categorias mais escolhidas indicam os SOs de maior interesse e, conseqüentemente, os tipos de SOs que devem ter um refinamento melhor no algoritmo de classificação. Por exemplo, TV e ar-condicionado devem ser de fácil reconhecimento pela abordagem ViSCo, pois grande parte dos participantes demonstraram interesse em utilizar aplicativos de *Smart Home* com este tipo de objeto.

Como ameaças relacionadas às pesquisas de opinião, os entrevistados podem não refletir toda a comunidade de usuários de aplicações para *Smart Home*, já que foram selecionados por conveniência em função do alcance da divulgação dos formulários. Outro fator é o conjunto de categorias elencadas, nos resultados da pesquisa de opinião, apenas um participante apontou outra categoria além das opções sugeridas. Isto pode se dar pelo fato de que as categorias elencadas foram suficientes ou pelo fato de que os participantes não tiveram o interesse de ir além daquelas categorias listadas. Analogamente, a pergunta que solicitava as ações que os participantes queriam realizar com a aplicação de *Smart Home*, a maioria se ateu aos exemplos contidos na própria pergunta.

5 VIEW SCAN AND CONTROL IT - VISCO

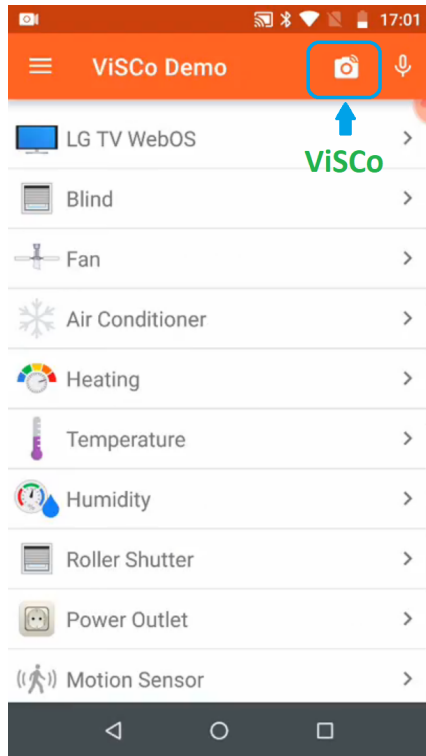
Neste capítulo, é apresentado como ocorreu o desenvolvimento da abordagem ViSCo. Na Seção 5.1, são apresentados os princípios de *Design* que nortearam o desenvolvimento da solução. Seguido pela Seção 5.2 que aborda os passos realizados para a construção da CNN utilizada para classificar os SOs. Já a Seção 5.3 apresenta as alterações realizadas na plataforma openHAB para que fosse possível adicionar a abordagem ViSCo no aplicativo móvel da plataforma. Por fim, a Seção 5.4 apresenta a conclusão do capítulo.

5.1 Princípios de *Design*

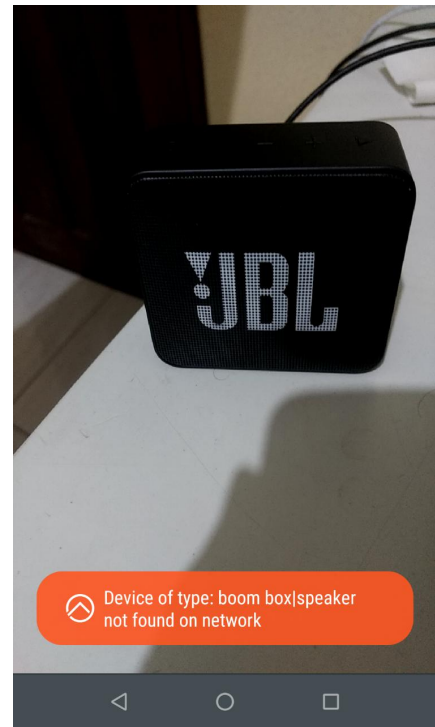
A abordagem ViSCo visa diminuir a quantidade de SOs exibidos para o usuário no momento em que ele quiser interagir com seus SOs. Esta redução visa remover do resultado da descoberta todos os SOs que não fazem parte do conjunto de interesse do usuário no momento em que este está prestes a iniciar uma interação com um SO. A caracterização do interesse do usuário é feita por meio de visão computacional executada em seu dispositivo móvel. O usuário aponta a câmera para o SO com o qual ele tem o interesse de interagir. A categoria do SO é identificada via classificação de imagens e, a partir desta informação, um filtro reduz o número de SOs exibidos pelo serviço tradicional de descoberta.

A Figura 18 ilustra as etapas de funcionamento do aplicativo quando detecta e quando não detecta na rede o SO apontado. Um vídeo de execução da Prova de Conceito (PoC) está disponível em <<https://bit.ly/visco-2020>>. A Figura 18A exibe a tela inicial na qual o usuário pode ver todos os SOs presentes na rede e realizar a busca clicando no ícone de câmera presente no canto superior direito. Nas Figuras 18 B e C, vê-se exemplos de quando o usuário aponta a câmera para um SO e este está presente na rede (Figura 18 B), e de quando não está presente na rede (Figura 18 C). A Figura 18 B apresenta como fica a listagem após o usuário identificar o SO de interesse.

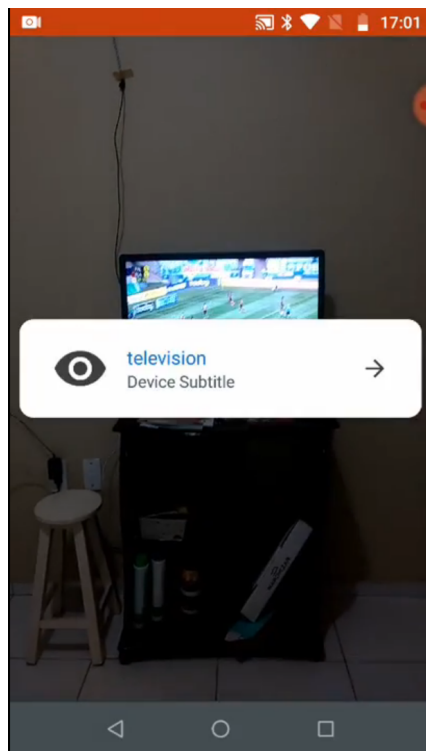
A Figura 19 detalha as etapas envolvidas no processo de identificação, busca e controle dos SOs. A primeira etapa é a ação do usuário de informar qual SO ele tem o interesse de controlar. Para isso, basta que ele aponte a câmera do seu *smartphone* para o SO desejado. A partir deste momento, o algoritmo de classificação de objetos é acionado e passa a classificar as imagens obtidas pela câmera (etapa 2). As imagens são classificadas por uma CNN construída nesta pesquisa. Esta CNN realiza uma classificação da imagem da câmera em categorias



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 18 – ViSCo no openHAB

- (a) Tela inicial com todos os objetos presentes na rede
- (b) Exemplo onde o objeto *não* é encontrado na rede
- (c) Exemplo onde o objeto é encontrado na rede
- (d) Filtro realizado após usuário clicar no item (Figura 18 c)

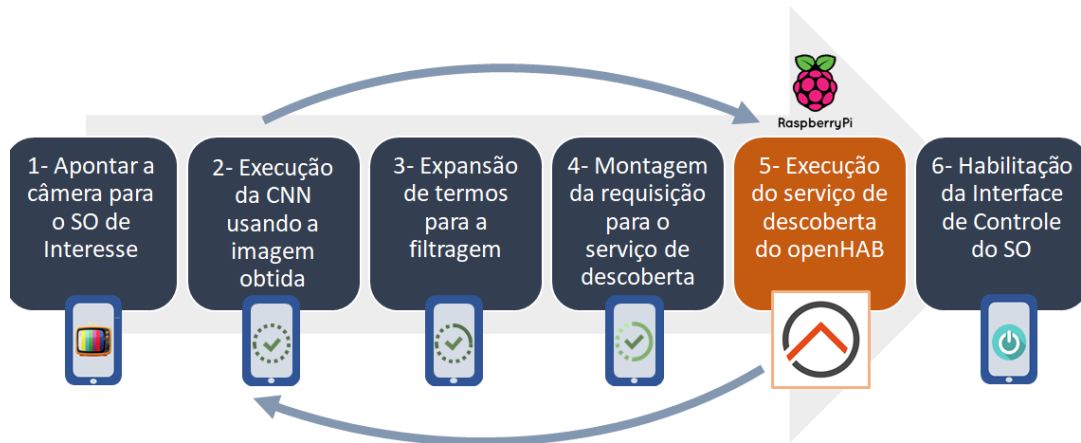


Figura 19 – Etapas da execução da busca de SOs com a abordagem ViSCo

preestabelecidas que representam os tipos de SOs (e.g., ar-condicionado, TV).

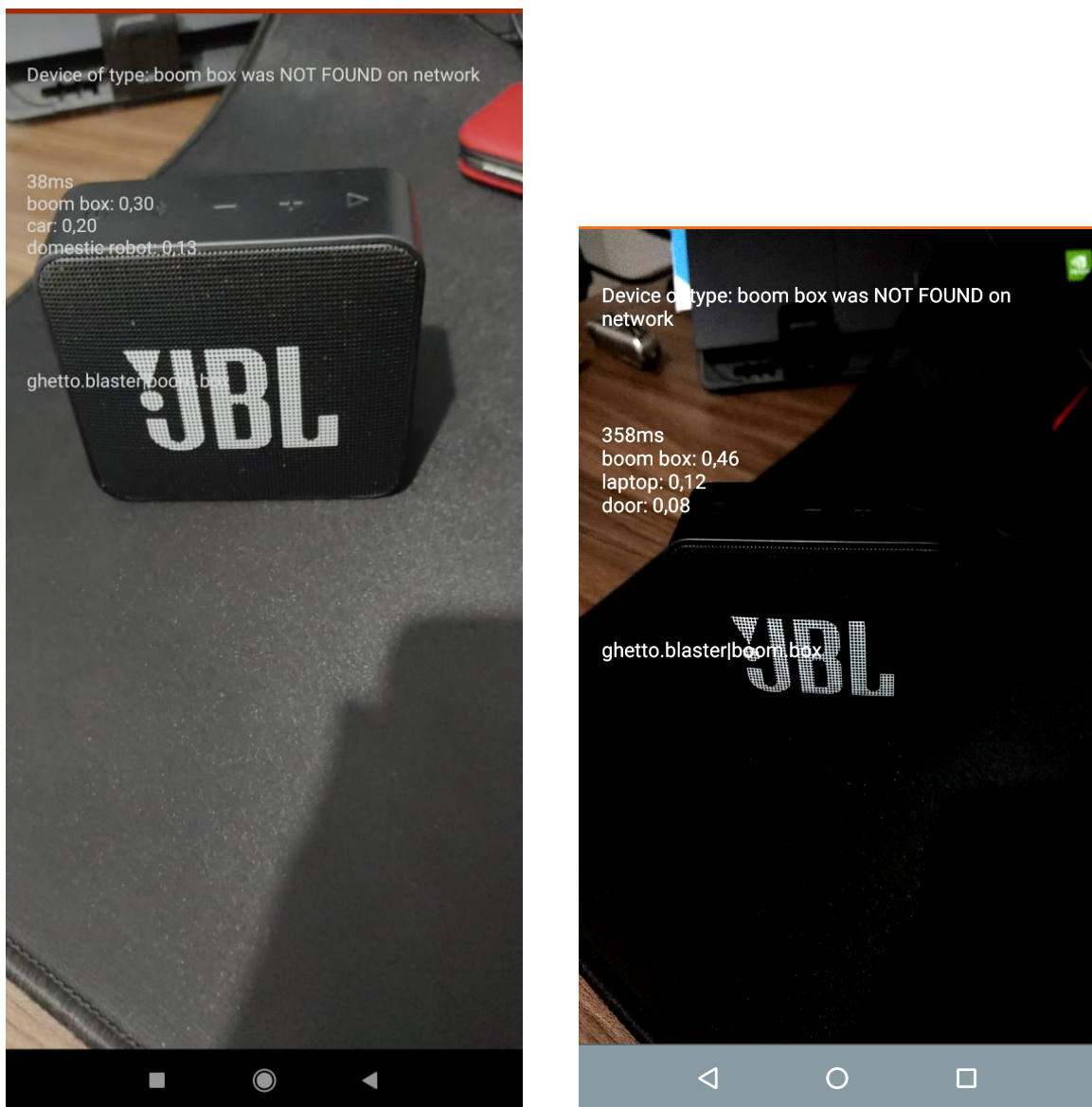
Com a categoria a qual aquele SO pertence, a aplicação passa a preparar um filtro a ser enviado ao serviço de descoberta de SOs. No entanto, essa busca apenas informando a categoria identificada pode ser infrutífera, pois os fabricantes não possuem um padrão para nomenclatura de seus SOs. Vários nomes podem estar em suas descrições no serviço de descoberta e divergir do nome da categoria proposta pela CNN. Por exemplo, fabricantes de lâmpadas inteligentes podem adicionar seus SOs com a descrição: “*Smart bulb*”, “*Smart Lamp*”, ou “*Ligth Bulb*”. Devido a esta falta de padrão, a próxima etapa adicionado ao ViSCo foi a expansão de termos (etapa 3) por meio de um dicionário léxico. É com a expansão dos termos que o padrão de busca dos SOs de interesse do usuário é construído. Assim, se o usuário aponta para uma TV, a categoria “TV” irá emergir da CNN e, em seguida, uma *string* contendo “*television*”, “*telecasting*” e “*television receiver*” e alguns outros sinônimos será utilizada para montar a regex¹.

Com o padrão de busca construído (etapa 4), a aplicação envia uma requisição para o serviço de descoberta do openHAB, etapa 5. Este por sua vez retorna todos os dispositivos que são compatíveis com a busca e exibe para o usuário uma lista com apenas estes SOs. De posse dos dispositivos de interesse, o usuário pode então finalizar a sua busca ativando a interface de controle do SO sugerido. Perceba que, apesar de serem apresentadas 6 etapas na abordagem ViSCo, as ações do usuário são apenas 2, apontar a câmera para o SO desejado e acionar a interface de controle para plicar o filtro onde serão exibidos apenas SOs de interesse no resultado da busca.

As etapas 2 a 5 são executadas várias vezes enquanto o dispositivo está com a câmera

¹ Exemplo de regex gerada para o caso de TV “*television|telecasting|TV|videotelevision.receiver|television|television.set|tv|tv.set|idiot.box|boob.tub|telly|google.box*”

ativa, pois são enviadas imagens em sequência para o algoritmo. A etapa de classificar a imagem (etapa 2) leva em média 400 milissegundos para ser realizada, a depender do dispositivo². A Figura 20 apresenta um log dos tempos médios de classificação em dois dispositivos deferentes. Já as etapas 3 e 4 são processamentos simples de dados, e também são executadas tão rápido quando a etapa 2. A etapa que leva um pouco mais de tempo e que pode consumir um poco mais de bateria do dispositivo móvel é a etapa 5, pois é uma etapa que envolve comunicação de rede (EASTHAM *et al.*, 2016).



a) Tempo de classificação em um Redmi Note 9S: +- 40ms b) Tempo de classificação em um Android Moto G4 Plus: +- 400 ms

Figura 20 – Exemplos de tempos de classificação

² Testes realizados com o openHAB instalado em um Rapsberry Pi model 3 B+ e com o ViSCo executando em smartphone Motorola moto g4 plus com Android 8.1.0, ambos conectados à uma rede local wi-fi do tipo g

Para evitar que sejam realizadas requisições desnecessárias à rede, algumas estratégias foram adotadas. Por exemplo, executa-se o algoritmo de classificação 5 vezes e calcula-se uma média das respostas da CNN, para só depois enviar ao openHAB a categoria com maior incidência. Caso o usuário esteja apontando para uma TV, por exemplo, e o algoritmo de classificação falhar em alguma classificação executada, vai prevalecer a maioria das incidências e apenas buscas por TV serão realizadas. Em outra estratégia, armazena-se a categoria da última busca durante o uso do ViSCo. Caso o usuário aponte a câmera por muito tempo para um mesmo objeto, o algoritmo verifica se o objeto apontado já foi pesquisado na rede e apenas exibe o resultado que já foi consultado.

5.2 CNN para a classificação dos Smart Objects

5.2.1 Construção da Rede Neural

Uma CNN foi criada para que o usuário seja capaz de identificar a qual categoria pertence o SO que ele está apontando com seu dispositivo. Esta CNN foi baseada em um retreino (*fine-tuning*) da CNN MobileNet v1 usando a técnica de *transfer learning*. O MobileNet é um modelo pré-treinado conhecido pelo desempenho rápido na classificação de imagens em dispositivos móveis (HOWARD *et al.*, 2017).

O retreino foi realizado usando uma base de cerca 11.000 imagens separadas em 32 categorias (e.g., TVs, lâmpadas, ventiladores). As imagens foram obtidas por um *script* que fez o download dos resultados de uma pesquisa no Google Imagens. O *script* utilizado para realizar o download das imagens pode ser encontrado em <<https://github.com/hardikvasa/google-images-download>>. De início foram utilizados como termos de busca todas as categorias do *survey* apresentado na Seção 4.1. No entanto, após análise dos resultados, as categorias foram revisadas e alteradas. Foram adicionadas as categorias “porta”, “janela” e “cortina de janela”. A motivação para adicionar estes dispositivos veio após verificar em sites de compras que estes itens fazem parte de alguns *kits* de *Smart Home* vendidos (e.g., motores para cortinas e persianas, kits com sensores para portas e janelas, fechaduras inteligentes, etc). A lista final de categorias pode ser encontrada no Apêndice E.

O algoritmo utilizado para gerar a CNN pode ser encontrado em <<https://bitbucket.org/paulofilipe/tensorflow-for-poets/src/development/>>. Neste algoritmo, as imagens foram separadas em conjuntos de treino, teste e validação, onde teste e validação correspondem a 10%

das amostras cada, restando 80% para treino. A CNN resultante apresentou 83% de acurácia no conjunto de validação. O gráfico da Figura 21 apresenta a acurácia nos conjuntos de treino e validação.

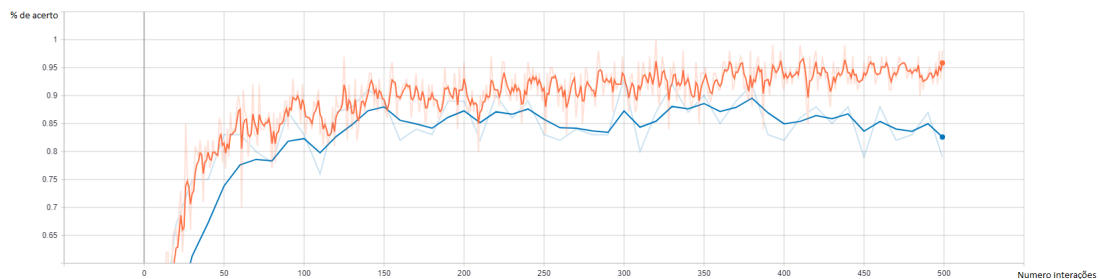


Figura 21 – Gráfico de acurácia nos conjuntos de validação (em azul) e de treino (em laranja)

5.2.2 Avaliação de Desempenho CNN com Imagens dos Usuários

Outro teste realizado com a CNN foi a classificação das 76 imagens coletadas no segundo *survey* explicitado no capítulo anterior. Ao classificar essas imagens, obteve-se uma acurácia de 40,8%. Apesar de o resultado geral destes testes terem sido muito abaixo do que foi o resultado exibido pela CNN (Figura 21), notou-se que as imagens apresentadas pelos usuários como sendo da categoria lâmpadas eram significativamente diferentes das obtidas pelo download de imagens do Google.

Um dos motivos que pode ter ocasionado esta discrepância é o termo utilizado para fazer a busca de lâmpadas no Google, que foi o termo “*lightbulb*”, o qual corresponde a imagens de um tipo específico de lâmpadas. Em sua maioria, tratam-se de imagens onde o objeto está bem próximo ou que contêm apenas ele. Na Figura 22, é apresentado um exemplo de cada tipo de imagem.

Ao realizar a análise, excluindo os exemplos do tipo lâmpada, a acurácia passou a ser de 58,3%. Contudo, como essa acurácia ainda está distante do indicado no modelo de treinamento, foi realizado um estudo para compreender a natureza dessa inconsistência. Ao analisar as imagens fornecidas nas outras categorias, observou-se que os objetos captados são visualmente semelhantes àqueles contidos na base construída. Contudo, as imagens fornecidas apresentam algumas características divergentes das imagens coletadas automaticamente.

A primeira divergência identificada como prejudicial à classificação é a seguinte: as imagens fornecidas pelos participantes continham vários objetos, como, por exemplo, uma foto de um ventilador com uma TV imediatamente ao fundo. Neste quesito, as imagens se diferenciam



a) Exemplo imagem busca no Google



b) Exemplo imagem usuários

Figura 22 – Exemplos de imagem fornecidas pelos usuários vs imagem da busca no Google por *lightbulb*

das coletadas de forma automática, as quais contém apenas um objeto representativo de uma categoria de imagens. Por exemplo, uma busca de imagens de ventiladores apresenta imagens com poucos objetos de outro tipo na cena ou apenas o ventilador com o fundo branco. A segunda característica divergente das imagens coletadas para a construção da CNN é a proximidade, i.e., o tamanho aparente do objeto na imagem. Muitas imagens fornecidas apresentavam o objeto em uma distância consideravelmente grande, fazendo com que o objeto de interesse apareça em uma pequena porção da imagem. Já nas imagens coletadas automaticamente, os objetos tendem a ocupar a maior parte da imagem.

Tendo esses dois problemas em mente, foi realizada uma edição simples nas imagens das categorias restantes, que consistiu apenas em realizar recortes na imagem. Consequentemente, o tamanho aparente do objeto torna-se um pouco maior na cena. Isso resultou em uma acurácia aproximadamente 14% maior: excluindo-se os exemplos enviados da categoria lâmpada, foi de 72,9%. Embora essa avaliação tenha sido feita com imagens estáticas, o resultado demonstrou a necessidade da interface de busca por imagem apresentar a opção para que os usuários possam acionar a funcionalidade de zoom da câmera para que se possa identificar melhor os SOs desejados.

5.3 Integração do ViSCo com o openHAB

Como mencionado no Capítulo de Fundamentação Teórica, optou-se pelo openHAB como plataforma base de implementação do ViSCo. A sua facilidade de configuração dos dispositivos inteligentes, o serviço de descoberta multi-protocolo e o fato de possuir uma aplicação de controle universal robusta e de código aberto foram cruciais na sua escolha. Outra característica do openHAB importante para este estudo é que a plataforma permite criar SOs simulados de forma simples. Este fator foi fundamental na avaliação da pesquisa como será descrito no próximo capítulo, pois os pesquisadores não dispunham ainda de muitos SOs reais para serem usados nos testes de desempenho e de usabilidade.

No cenário de uso do ViSCo, foram considerados dois subsistemas do openHAB. O primeiro, o openHAB *Core*, detalhado na Seção 2.3.2.2, é o responsável por toda a comunicação de rede com um SO. E o segundo, o openHAB *mobile*, é uma interface de controle dos SOs que envia comandos para o openHAB *Core* via um componente que expõe um serviço de comunicação via REST. Desta forma, foram realizadas alterações na plataforma openHAB, tanto no aplicativo *mobile*³ quanto no projeto *openHAB Core*⁴ que gerencia os SOs integrados à plataforma e possui um serviço de descoberta de SOs.

A aplicação *mobile* do openHAB usa os serviços REST fornecidos pelo *openHAB Core* para montar os menus e os componentes de gerenciamento e controle dos SOs. As alterações realizadas no *openHAB Core* estão disponíveis em <<https://bitbucket.org/paulofilipe/openhab-core/src/v-2.5.0/>>, enquanto as alterações realizadas no openHAB *mobile* estão disponíveis em <<https://bitbucket.org/paulofilipe/openhab-android/src/tests-paulo/>>.

5.3.1 Alterações no Subsistema openHAB Core

A partir dos requisitos desejados para o ViSCo, foram identificadas duas novas funcionalidades que deveriam ser fornecidas pelo **serviço de descoberta** do openHAB. A primeira é verificar se existem SOs do tipo identificado na análise de imagem do ViSCo, tendo como base a categoria que esta imagem foi classificada. A segunda funcionalidade é a melhoria da resposta que o serviço REST de busca deve retornar. Quando o usuário realizar a busca de um SO, esta resposta deve conter apenas itens identificados na análise de imagens, ou seja, o serviço REST que retorna as configurações dos menus e SO, deve receber um novo parâmetro

³ projeto openHAB Android <https://github.com/openhab/openhab-android>

⁴ <https://github.com/openhab/openhab-core>

que represente os objetos que devem ser retornados para o usuário.

Para atender a primeira funcionalidade, um novo *endpoint* foi criado no componente REST do serviço de descoberta do openHAB, este serviço visa identificar a existência ou não de um determinado SO na rede. Este serviço recebe em como parâmetro uma *string* contendo a categoria desejada e seus respectivos sinônimos (etapa 3 da Figura 19). Esta *string* deve ser enviada em forma de uma *regex* (i.e., um filtro) que representa os possíveis nomes de um determinado SO. Supondo que o SO em que o usuário aponta a câmera seja do tipo “TV”, um exemplo de uma *regex* que pode ser enviada para este serviço é “TV |television |smart tv”. Com esta *regex*, o openHAB busca SOs disponíveis que contenham em sua descrição as palavras “TV”, “television” ou “smart tv”. Ao receber esta *regex*, o serviço vai realizar uma busca em profundidade na estrutura dos menus buscando itens que possuam uma descrição que combine com a *regex* informada. Já a implementação do segundo requisito realiza o filtro tendo como base a mesma *regex* utilizada para verificar se um item está ou não presente na rede. Para atender a este requisito, um novo parâmetro foi adicionado, chamado *query*, no *endpoint* utilizado pela aplicação móvel para gerar os menus e controles. Este parâmetro é utilizado pelo *openHAB Core* para poder realizar o filtro dos SOs.

O novo *endpoint* criado é utilizado pela aplicação móvel logo após a etapa 4 (vide Figura 19). Caso o retorno seja positivo, uma *popup* para o usuário é apresentada para que ele possa escolher a categoria e com isso o menu de controle do objeto será montado. Essa montagem utiliza as alterações realizadas para atender ao segundo requisito, de forma a apresentar apenas SOs da categoria identificada pela CNN. Caso o retorno seja negativo, é apresentado para o usuário uma mensagem informando que não foram encontrados dispositivos da categoria identificada.

5.3.2 Alterações na Aplicação Móvel do openHAB

Para a **aplicação móvel** do openHAB, foram identificadas duas mudanças para que o usuário pudesse realizar a busca por imagem. A primeira era integrar o algoritmo de classificação de SOs do ViSCo ao aplicativo e gerar uma *regex* a partir desta categoria com seus sinônimos. A segunda mudança na aplicação móvel foi a de exibir na tela de lista de SOs, apenas os SOs de interesse. Esta tela é construída dinamicamente com base nos dados obtidos junto ao serviço de descoberta.

Para gerar a *regex*, um módulo adicional foi construído para expandir os termos das

categorias de objetos identificados. Este módulo recebe como entrada a classe identificada (e.g., TV) e devolve para a aplicação uma *string* que representa a *regex* da categoria do SO com os seus sinônimos. Uma biblioteca para acesso à base de dados WordNet® foi usada. Essa base de dados é uma base léxica onde pode-se encontrar sinônimos de uma palavra (WORDNET, 2020). Com esta biblioteca gera-se, em tempo de execução, a *regex* agora contendo mais termos sinônimos às categorias identificadas pela CNN.

Ao final, foi adicionada uma nova tela ao aplicativo que realiza a busca dos SOs usando a análise de imagens do ViSCo. Essa tela consiste em uma visualização da câmera, na qual a imagem exibida nesta tela é classificada de forma constante e a *regex* é gerada para disparar o serviço de busca conforme descrito. A Figura 18 mostra exemplos de uso desta nova tela, onde o usuário aponta a câmera do dispositivo para um SO.

Esta nova tela foi construída utilizando a biblioteca *TensorFlow Lite*. Com essa biblioteca pode-se realizar a classificação de uma imagem passando para o classificador a imagem e um arquivo que represente o modelo da CNN que se deseja utilizar na classificação. Este processo é realizado no próprio dispositivo móvel do usuário. A CNN obtida pelo modelo construído (Seção 5.2) foi transformada em um novo modelo aprimorado para dispositivos móveis. Esta transformação utiliza uma função nativa do *TensorFlow* chamada **tf-lite-convert**, este comando altera o modelo gerado, que utiliza *Protocol Buffers*, para utilizar *FlatBuffer*, este tipo de serialização traz vantagens para o uso em dispositivos embarcados (TENSORFLOW, 2021; DAVID *et al.*, 2020).

Por fim, o resultado final da classificação é uma lista do tipo chave-valor, na qual a chave é uma das classes fornecidas à CNN durante o treinamento e o valor é a probabilidade de que aquela imagem pertença aquela classe. A categoria a qual um SO pertence é calculada a partir dessa lista tomando-se a chave com a maior probabilidade associada.

5.4 Conclusão

Neste capítulo, foram apresentadas todas as produções de software construídas no mestrado para tornar possível uma interação do tipo *pointing* dentro da solução openHAB de automação residencial. Além de alterações no aplicativo Android e no *openHAB Core*, foi construída uma CNN para que fosse possível identificar os SOs, nesta CNN é possível identificar 33 categorias diferentes de SOs (vide Apêndice E).

Um ponto interessante na solução final é permitir que o ViSCo consiga acionar, por

meio da câmera, dispositivos que suportam múltiplos protocolos de comunicação e descoberta. Isto ocorre devido ao processo de descoberta e controle do openHAB ser centralizado em um único serviço REST. Este serviço é o responsável por acionar os diversos *bindings* mesmo que o SO seja virtual ou seja um dispositivo real. Assim, para a aplicação móvel, eles são tratados da mesma forma.

Outro fator de destaque é a rapidez com que a classificação de imagens é executada nos *smartphones*. O tempo médio registrado em um *smartphone* Android Moto G4 Plus foi de 400 milissegundos. Já em um dispositivo Android modelo Redmi Note 9S, o tempo caiu para cerca de 40 milissegundos.

6 AVALIAÇÃO VISCO

Este capítulo apresenta o teste de aceitação conduzido ao final desta pesquisa de mestrado. Este teste visava comparar a abordagem ViSCo com a abordagem de listagem simples de SOs. A Seção 6.1 apresenta os objetivos da avaliação, seguidos pela Seção 6.2, que detalha os instrumentos utilizados neste teste. A Seção 6.3 descreve o procedimento da avaliação. Já a Seção 6.4 apresenta a categorização dos dezessete participantes nos perfis identificados nesta pesquisa. Por fim, a Seção 6.5 descreve as respostas dadas pelos participantes após a avaliação e é seguida por uma discussão destes resultados na Seção 6.6.

6.1 Objetivos da Avaliação

As primeiras avaliações realizadas neste trabalho de mestrado, citadas nas Seções 5.2.2 e 4.1.2, se destinaram a verificar o desempenho da CNN construída e obter opiniões prévias sobre a abordagem ViSCo. Ao final do desenvolvimento do ViSCo, foi realizado um teste em ambiente simulado com 17 participantes para avaliar a aceitação da abordagem.

Neste teste, foram apresentadas duas formas de interação com SOs. A primeira usava o *scanning* e foi baseada na definição de (RUKZIO *et al.*, 2007). Uma listagem simples dos dispositivos presentes na rede do usuário era exibida. O participante deveria identificar objetos de interesse dentro da lista, seja pelo nome ou pelo ícone do dispositivo. Já a segunda forma apresentada foi a abordagem ViSCo, na qual o participante poderia encontrar os dispositivos utilizando a câmera de um *smartphone* Android por meio do aplicativo do openHAB modificado. A avaliação foi realizada com os seguintes objetivos:

- Mensurar o nível de aceitação da abordagem ViSCo em diferentes grupos de usuários, tanto com avaliações qualitativas quanto com avaliações quantitativas;
- Identificar a preferência dos participantes entre a abordagem ViSCo e a abordagem de listagem simples;
- Verificar o nível de acerto da CNN construída quando utilizada de forma a classificar um *stream* de imagens ao invés de imagens estáticas como realizado no teste anterior; e
- Coletar opiniões dos participantes sobre a solução desenvolvida em conjunto com a plataforma openHAB para apresentar a abordagem ViSCo e identificar possíveis melhorias e problemas de usabilidade.

Com relação à quantidade de participantes na avaliação, Nielsen (2000) afirma que

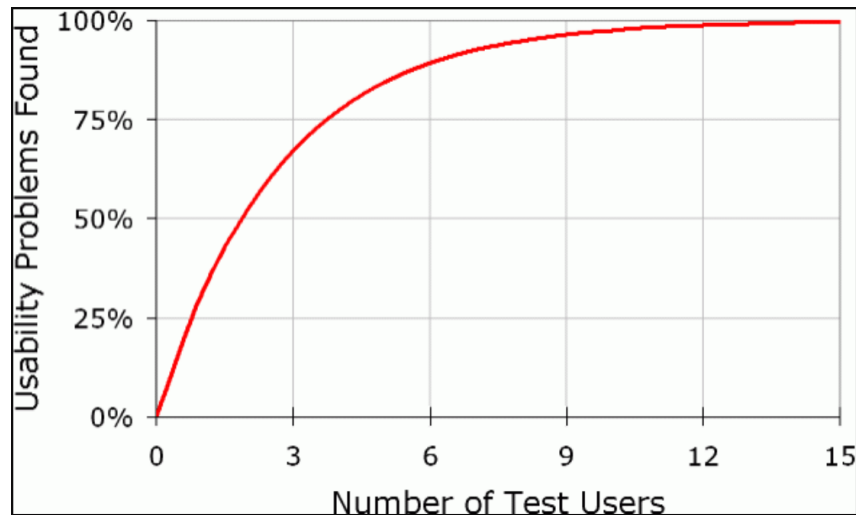


Figura 23 – Relação da quantidade de usuários em um teste pela porcentagem de problemas encontrados. Fonte (NIELSEN, 2000)

com um número menor de participantes, cinco, já se pode chegar a identificação de 85% dos problemas de usabilidade de um sistema. A pesquisa de Nielsen (2000) também mostra que em um estudo de usabilidade com 15 participantes, todos os problemas críticos de usabilidade tendem a ser descobertos. A Figura 23 apresenta uma relação da quantidade de participantes pelo percentual de problemas que serão encontrados e ilustra tal constatação. Desta forma, o número de 17 participantes pode ser considerado adequado dados os objetivos da avaliação.

6.2 Materiais e Métodos

Os materiais usados durante a avaliação foram:

- Três formulários feitos no *Google Forms*, que são explicados em maiores detalhes nas subseções 6.2.1, 6.2.2 e 6.2.3;
- *Smartphones* com o sistema operacional Android, sendo estes dos próprios participantes. Detalhes sobre os mesmos (e.g., modelo versões do Android, capacidade de processamento) não foram coletados para agilizar o processo de avaliação;
- Dois servidores remotos configurados com a aplicação openHAB core, utilizados para apresentar os cenários simulados no aplicativo openHAB com ViSCo. Estes servidores estão hospedados na empresa *Digital Ocean*, com o plano de menor poder computacional, com 1GB de RAM, 25 GB de disco, 1 TB de limite de transferência de rede e ambos no *datacenter region* de NYC; e
- Por último, foram realizadas videoconferências por meio da plataforma *Google Meet*, além do agendamento das mesmas pelo *Google Calendar*.

6.2.1 *Survey Captação de Participantes e Identificação de Perfil*

Um *survey* foi divulgado ao público geral com o intuito de identificar o perfil dos participantes e realizar uma agenda dos testes. O *survey* completo pode ser visto no Apêndice F. A forma de divulgação foi a mesma utilizada na coleta anterior, i.e., divulgação em grupos de pesquisa e redes sociais. Neste *survey*, os usuários foram convidados a participar da avaliação de uso do ViSCo e foram solicitadas três datas e horários para que o teste pudesse ser realizado. Já a classificação do perfil dos participantes foi realizada por meio das seguintes perguntas:

- **Q-1** “Em uma escala de 0 a 10, onde 0 seria usuário iniciante (precisa de ajuda para a maioria das tarefas) e 10 seria usuário avançado (consegue realizar a maioria das ações que deseja realizar), como você se considera em relação ao uso de tecnologias, como por exemplo o uso de smartphone?”;
- **Q-2** “Você trabalha ou estuda em alguma área relacionada à tecnologia da informação?”;
- **Q-3** “Já utilizou algum aplicativo voltado para *Smart Home*, tais como Google Home, Amazon Alexa ou qualquer outro?”
- **Q-4** “Caso já tenha utilizado algum aplicativo voltado para *Smart Home*, por favor nos informe qual.”;
- **Q-5** “Já utilizou algum aplicativo de celular para realizar o controle ou se comunicar com algum objeto na sua casa (e.g.: *Smart TV*, tomada inteligente)”;
- **Q-6** “Caso já tenha utilizado algum aplicativo de celular para realizar o controle ou se comunicar com algum objeto na sua casa, por favor nos informe qual(is) objeto(s) você controlou.”.

As perguntas **Q-1** e **Q-2** visavam identificar o nível de familiaridade com o uso de tecnologias, visto que o *survey* estava aberto ao público geral e poderiam existir alguns participantes que não fossem tão familiarizados. Esses poderiam ter alguma dificuldade de realização do teste. Esta classificação foi necessária devido às características do teste, pois para realizar o uso do ViSCo de forma remota se faz necessário que o participante tenha conhecimento em como instalar um aplicativo que não está na PlayStore. Além disso, deveria ser capaz de realizar uma chamada de voz, durante a qual o mesmo teria que compartilhar a tela do openHAB.

As perguntas restantes visavam classificar os participantes entre experientes e inexperientes no uso de aplicativos voltados para *Smart Home*. A pergunta **Q-3** dá exemplos de aplicações relevantes de *Smart Home* e indaga sobre qual o nível de uso do participante destas aplicações, caso ele as utilize. A **Q-4** pede que o participante identifique tal aplicativo. Já as

perguntas **Q-5** e **Q-6** visam identificar, respectivamente, se o participante já teve a experiência de controlar algum SO e qual seria este. Um grupo interessante de participantes são os que já tiveram experiências nos dois casos, uso de aplicativos de *Smart Home* e já tenham controlado algum SO. Pressupõe-se que este participante já tenha realizado alguma forma de interação descrita por (RUKZIO *et al.*, 2007) ou alguma outra forma similar, como por exemplo a interação por voz. Desta forma, estes participantes já teriam uma ideia bem clara de como interagir com um objeto inteligente.

6.2.2 *Survey Opinião Pré-Teste*

O *survey* de opinião pré-teste consiste em simples perguntas sobre a percepção do participante sobre a abordagem ViSCo, antes do mesmo ter a experiência de utilizá-la. O questionário completo pode ser visto no Apêndice G. As duas primeiras questões deste *survey* visavam segmentar os participantes entre aqueles que já tiveram a experiência de localizar um objeto utilizando imagem, seja para o mesmo propósito do teste ou para qualquer outro (e.g., buscar o preço de um objeto). Já as demais perguntas visavam coletar a opinião do participante em relação ao uso da abordagem ViSCo. As questões deste *survey* são:

- **Q-1** “Você já teve a experiência de buscar algum objeto utilizando imagem (e.g.: busca de imagens do Google; busca de objetos em aplicativos de lojas como Dafiti e AliExpress)?”;
- **Q-2** “Caso tenha tido a experiência de buscar objetos utilizando imagens, conseguiu encontrar o objeto desejado?”;
- **Q-3** “Como você julgaria a utilidade do uso do smartphone (e.g.: listagem do dispositivos, ou comandos de voz) para localizar e controlar objetos da sua casa?”
- **Q-4** “Como você julgaria a utilidade do uso da câmera do smartphone para localizar e controlar objetos da sua casa?”;
- **Q-5** “Em que situações você acha que SERIA vantajoso usar o smartphone para localizar e controlar objetos da sua casa?”;
- **Q-6** “Em que situações você acha que NÃO SERIA vantajoso usar o smartphone para localizar e controlar objetos da sua casa?”;
- **Q-7** “Avalie a sua concordância com a sentença: ‘A busca de objetos utilizando a câmera é mais eficiente em comparação a busca de objetos utilizando listagem simples (uma lista de itens contendo todos os objetos disponíveis)’.”;
- **Q-8** “Avalie a sua concordância com a sentença: ‘A busca de objetos utilizando a câmera é

mais eficiente em comparação a busca de objetos utilizando listagem simples (uma lista de itens contendo todos os objetos disponíveis)’.”; e

- **Q-9** “Avalie a sua concordância com a sentença: ‘Em um aplicativo de *Smart Home*, você usaria com maior frequência a localização do objeto usando a câmera do celular do que a busca por meio de listagem de objetos’.”.

6.2.3 Survey para a Avaliação do ViSCo

O *survey* realizado ao final da avaliação teve como objetivo avaliar de forma quantitativa e qualitativa a abordagem ViSCo. A avaliação quantitativa do ViSCo é realizada utilizando um formulário de avaliação bastante conhecido para realizar a medição de usabilidade de sistemas, o SUS (do inglês, *System Usability Scale*) (LEWIS, 2018). O SUS é um formulário de entrevista simples, com apenas 10 declarações/questões que indagam aos participantes sobre o seu nível de concordância com as sentenças apresentadas. A escala de concordância varia de 1 a 5 onde 1 significa discordo totalmente e 5 significa concordo totalmente (MCLELLAN *et al.*, 2012). Vale ressaltar que uma das vantagens de se usar o SUS é a possibilidade de uso de um *benchmark* para atestar o nível de usabilidade de um software. A Figura 24 apresenta, por exemplo, o resultado da classificação dos scores realizada no estudo de Bangor *et al.* (2009).

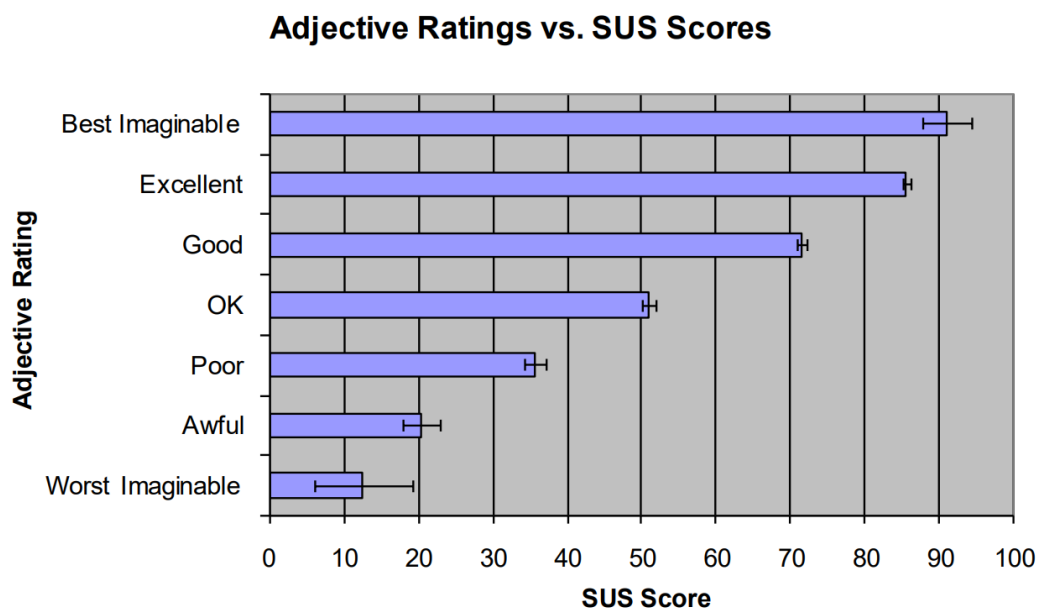


Figura 24 – Escala de classificação do score SUS. Fonte: (BANGOR *et al.*, 2009)

Além do SUS, algumas das questões objetivas realizadas no *survey* de opinião pré-

teste (Seção 6.2.2) são reavaliadas pelos participantes, como por exemplo as perguntas **Q-8** e **Q-9**. Já para a avaliação qualitativa são realizadas perguntas de escopo aberto. As perguntas de escopo aberto do *survey* são descritas a seguir. A demais questões são as mesmas apresentadas no *survey* anterior além das 10 questões do SUS.

- “Quais os pontos POSITIVOS sobre a funcionalidade de busca de objetos por imagens no aplicativo?”;
- “Quais os pontos NEGATIVOS sobre a funcionalidade de busca de objetos por imagens no aplicativo?”;
- “Qual a sua avaliação geral sobre o aplicativo openHAB?”; e
- “Opiniões e sugestões sobre a avaliação”.

6.3 Procedimento

O teste realizado seguiu o passo a passo apresentado na Figura 25. Inicialmente, foi apresentada para os participantes uma contextualização sobre o cenário do teste além de uma explicação sobre o objetivo do mesmo. Neste momento, foi ressaltado para o participante que o objetivo do teste era avaliar a experiência de uso da abordagem ViSCo. Também foi dito que seriam apresentadas duas formas de localização de objetos, a do ViSCo e uma de listagem simples de SOs. Após a explicação, os participantes foram solicitados a responder ao primeiro *survey* (disponível no Apêndice G). Ao final do *survey*, um link para download do aplicativo do openHAB era apresentado. A versão disponibilizada foi alterada e configurada para que o participante pudesse realizar os testes do primeiro cenário. Como mencionado anteriormente, os testes foram realizados no celular dos participantes, onde a aplicação openHAB utiliza os dados configurados nos servidores mencionados na Seção 6.2.

O primeiro servidor, onde estava configurado o primeiro cenário de testes, já vinha habilitado por *default* quando o participante selecionava a opção de “ativar modo demonstração” no aplicativo. Neste momento, o participante tinha o aplicativo openHAB pronto para iniciar o teste. Este primeiro cenário continha uma lista pequena de SOs, apenas 10 objetos inteligentes. Era apresentado para o participante a lista com todos os dispositivos, bem como um agrupamento semântico, simulando uma configuração onde os objetos estariam agrupados por cômodos da *Smart Home* (Figura 26 a).

Cada SO simulado possuía apenas um controlador, de forma a simplificar o uso e focar o teste na tarefa de o participante: encontrar um SO específico. Caso o participante

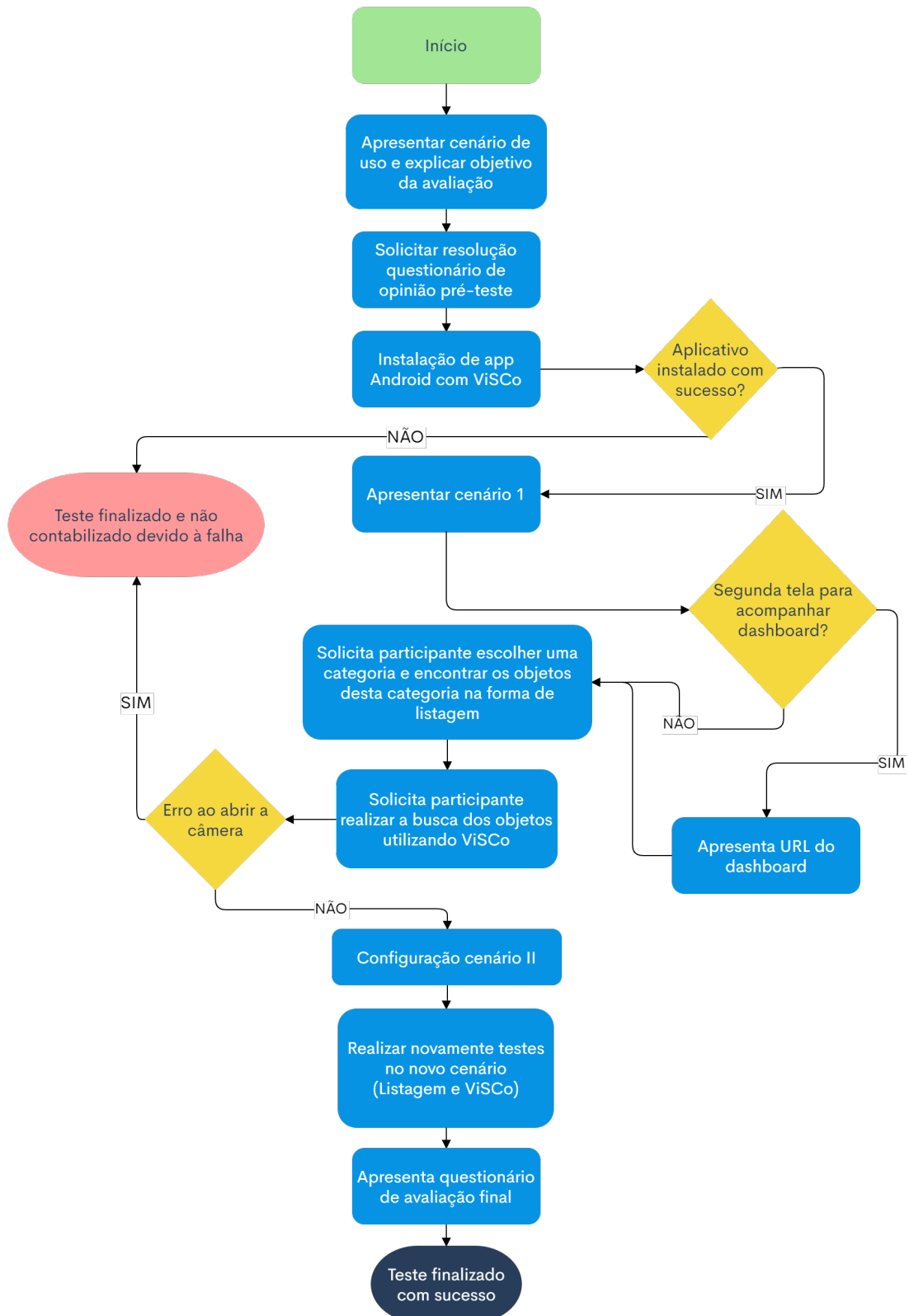
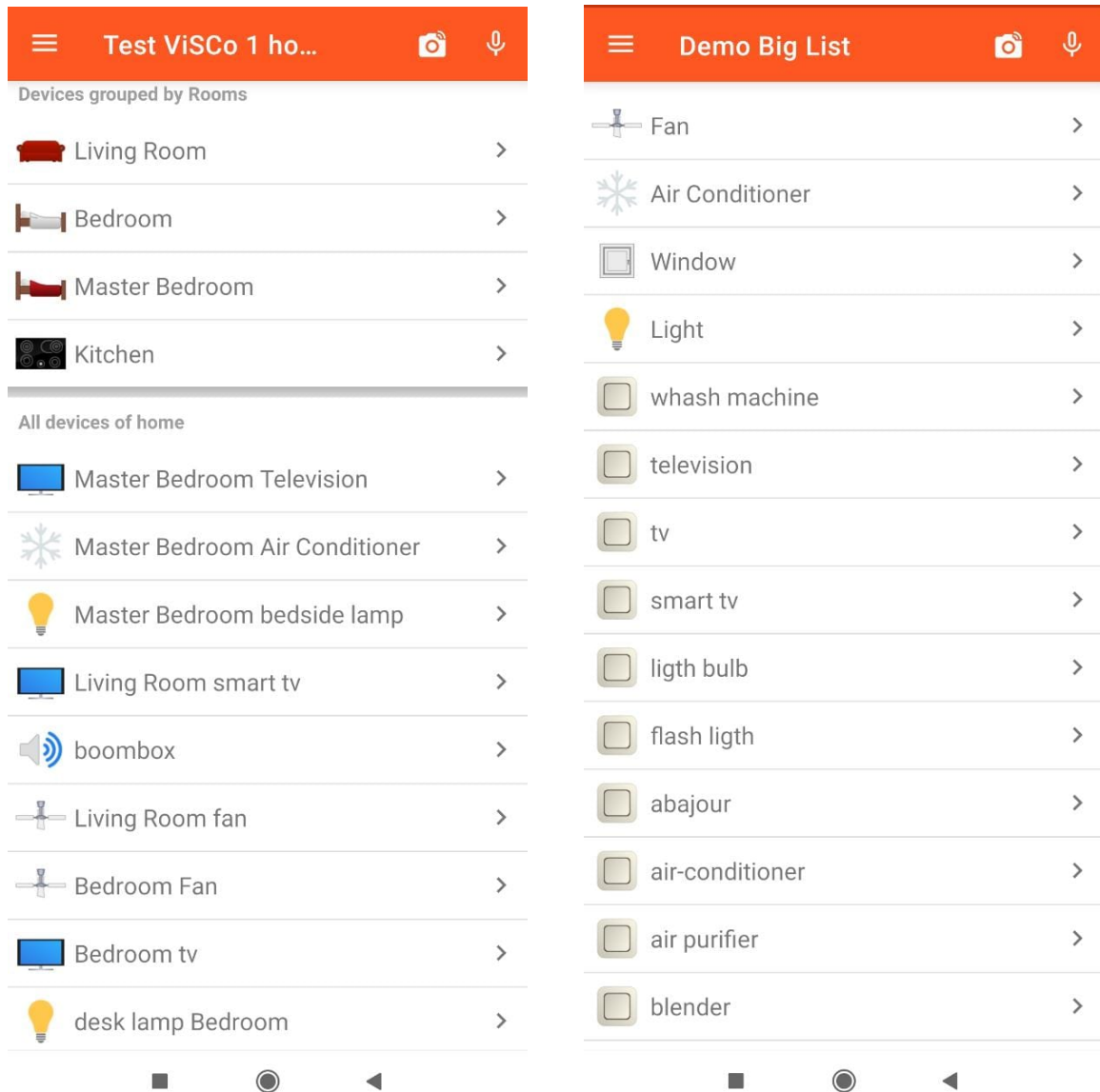


Figura 25 – Passos da avaliação - Busca por listagem vs Busca com ViSCo



a) Lista de SOs apresentados no cenário 1 b) Lista de SOs apresentados no cenário 2

Figura 26 – Exemplos de imagem fornecidas pelos usuários vs imagem da busca no google por *lightbulb*

possuísse uma segunda tela disponível, por exemplo um computador próximo, um dos passos era perguntar se o mesmo desejava ter um *feedback* das ações que ele realizava no celular. Caso possuísse, era enviado um link que exibia um *dashboard* contendo uma lista de itens que representam cada controlador dos SOs simulados (Figura 27). Com isso, ao realizar uma ação no *smartphone* o participante tinha um retorno visual da sua ação no *dashboard*. Ele foi pensado para que o participante pudesse perceber que houve uma comunicação ente o *smartphone* e o SO, mesmo que este último fosse um item simulado/virtual.

Para dar seguimento ao teste era solicitado que o participante escolhesse uma (ou mais) categoria (s) de SOs, os localizasse na listagem e realizasse uma interação com o mesmo,

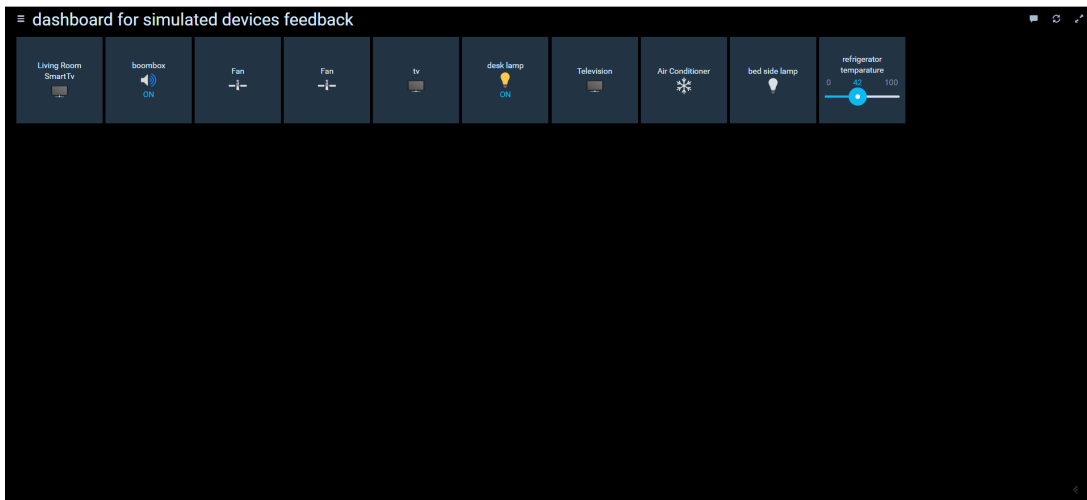


Figura 27 – Dashboard do primeiro cenário apresentado para os participantes

no caso, acionar o controlador disponível ao acessar o SO. Após realizar a localização e interagir com o SO, o participante devia tentar localizar novamente o SO. Entretanto, agora, ele deveria fazê-lo com o uso da abordagem ViSCo. Para isso, bastava que o participante clicasse no ícone da câmera na tela inicial e apontasse para o objeto a pré-visualização da câmera do *smartphone*. Neste momento, em um dos testes realizados a câmera não foi apresentada, devido a isso foi adicionado um fluxo de exceção na execução do teste onde o mesmo era finalizado e as respostas obtidas por este participante no *survey* de opinião pré-teste não eram contabilizadas.

Após o participante realizar os testes utilizando a abordagem ViSCo, uma pequena configuração no aplicativo era solicitada para se ter acesso ao segundo cenário do teste. Esta configuração consistia apenas em mudar o endereço do servidor na qual estava a instância do openHAB core. Após mudar este endereço, o participante tinha acesso a um cenário simulado, onde a lista de SOs era bem mais extensa de 41 SOs simulados. Dado este novo cenário, era solicitado novamente ao participante que ele encontrasse alguns SOs utilizando a listagem e utilizando a abordagem ViSCo. O Dashboard deste novo cenário é apresentado na Figura 28 e a listagem dos SOs na Figura 26 b.

Por fim, o participante respondia a um último *survey* na qual eram rerepresentadas as questões do *survey* pré-teste. O intuito era de verificar se após ter a experiência de uso da abordagem ViSCo o participante havia tido alguma alteração em suas opiniões iniciais. Como mencionado, esse instrumento também continha o questionário SUS, este focado apenas no ViSCo.

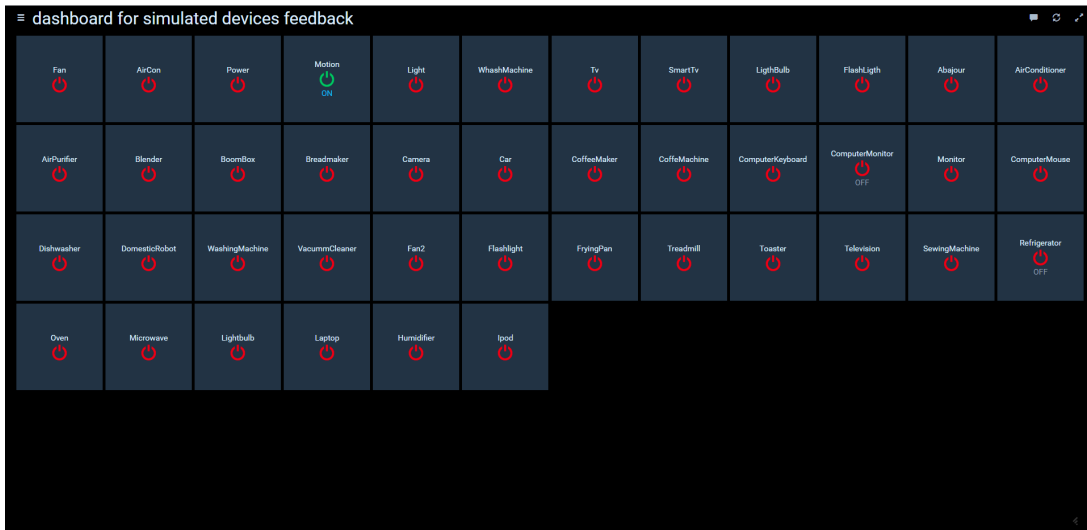


Figura 28 – Dashboard do segundo cenário apresentado para os participantes

6.4 Perfil dos Participantes

Ao total foram obtidas 26 respostas no *survey* de captação de participantes (descrito na Seção 6.2.1). Destas 26 pessoas, 21 se disponibilizaram a participar do teste, porém, não foi possível realizar o teste com **quatro** delas. Três pessoas informaram datas e horários para realizar o teste. Entretanto, na data e hora marcada não participaram da videochamada e não responderam as mensagens enviadas. O quarto participante chegou a iniciar o teste, porém o seu smartphone apresentou problemas ao utilizar o módulo da abordagem ViSCo. O dispositivo estava com bateria baixa e no momento de executar a pré-visualização da câmera, a tela do aplicativo não mostrava nada. Assim, o participante foi excluído da avaliação.

O teste foi, portanto, realizado com sucesso com os **17** participantes restantes. Esses participantes foram classificados em quatro perfis:

- **Perfil 1:** Trabalha e/ou estuda TI e teve contato com *Smart Home*;
- **Perfil 2:** Não trabalha nem estuda TI e teve contato com *Smart Home*;
- **Perfil 3:** Trabalha e/ou estuda TI e Não teve contato com *Smart Home*; e
- **Perfil 4:** Não trabalha nem estuda TI e Não teve contato com *Smart Home*.

Estes perfis foram definidos com o interesse em identificar o nível de aceitação da abordagem ViSCo em cada um deles. Uma hipótese levantada durante a pesquisa é que usuários mais experientes (Perfil 1) ou usuários que já tiveram contato com aplicativos de *Smart Home* (Perfil 1 e Perfil 2) pudessem apresentar algum nível de resistência ao uso da abordagem. Os participantes foram classificados nestes perfis com base em suas respostas as questões Q-2 e Q-3 do *survey* apresentado na Seção 6.2.1. A Tabela 4 apresenta a classificação dos 17 participantes

em cada perfil, bem como os dados informados sobre idade, gênero e as suas respostas a questão Q-1, que lhes perguntava sua auto avaliação sobre o uso de tecnologias. As respostas completas dos participantes a este *survey* podem ser encontradas no Apêndice I. Como pode ser visto, 11 dos participantes pertenciam ao Perfil 1.

Participante	Idade	Gênero	Q-1	Perfil do participante
P1	30 a 39	Masculino	10	Perfil 1
P2	30 a 39	Feminino	9	Perfil 4
P3	30 a 39	Masculino	9	Perfil 1
P4	30 a 39	Feminino	9	Perfil 1
P5	40 a 49	Masculino	10	Perfil 1
P6	30 a 39	Feminino	9	Perfil 2
P7	21 a 29	Masculino	10	Perfil 3
P8	21 a 29	Masculino	10	Perfil 1
P9	30 a 39	Masculino	10	Perfil 1
P10	30 a 39	Feminino	9	Perfil 2
P11	21 a 29	Masculino	9	Perfil 1
P12	30 a 39	Masculino	9	Perfil 1
P13	30 a 39	Masculino	10	Perfil 1
P14	21 a 29	Feminino	10	Perfil 4
P15	21 a 29	Masculino	10	Perfil 1
P16	40 a 49	Masculino	10	Perfil 1
P17	40 a 49	Masculino	10	Perfil 3

Tabela 4 – Perfil dos participantes com base nas respostas ao *survey* do Apêndice F

6.5 Resultados

6.5.1 Avaliação Quantitativa

No gráfico apresentado na Figura 29, pode-se perceber que nenhum dos participantes apresentou um score do SUS abaixo de 70. Isto aponta um bom nível de aceitação da abordagem ViSCo. Como apresentado na Seção 6.2.3, de acordo com o estudo apresentado por Bangor *et al.* (2009), um software pode ser considerado como “bom” a partir do score 71,4.

No caso da abordagem ViSCo, apenas o participante P-17 não considerou o seu uso como “bom”. Suas respostas indicaram um score muito próximo deste valor (i.e., 70). O que pode ter afetado a sua experiência e avaliação da abordagem foi o fato de que este participante ter sido um dos poucos que tiveram problemas em identificar alguns SOs em sua casa. Outros participantes que também tiveram problemas semelhantes foram os participantes P-4 e P-9 que tiveram problemas em identificar objetos do tipo micro-ondas e câmera, respectivamente. Porém,

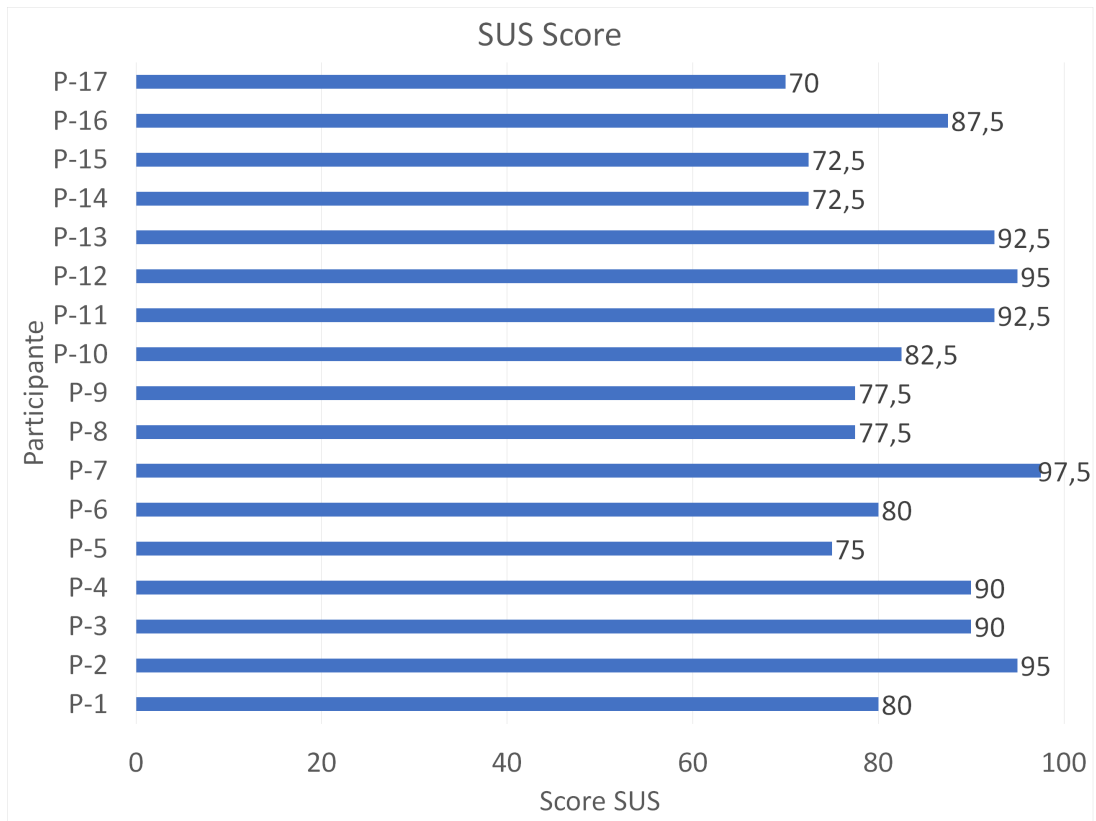


Figura 29 – Score SUS por participante

pode-se perceber que mesmo com esta dificuldade na identificação de alguns SOs para uma parcela do público, a média de aceitação do SUS ficou em 83,97 e o desvio padrão em 8,79. Com esse resultado, pode-se classificar o ViSCo como um software que apresenta uma excelente usabilidade levando em consideração a média apresentada do SUS e a escala de Bangor *et al.* (2009).

Além do SUS, outras questões foram aplicadas para mensurar a avaliação dos participantes. Estas foram aplicadas em dois momentos, no *survey* pré-teste e no *survey* de avaliação final (i.e., uma espécie de pós-teste), logo após a resposta ao SUS. Estas perguntas foram realizadas em dois momentos para que fosse possível identificar a mudança de opinião dos participantes. O que poderia confirmar a hipótese levantada no durante a elaboração do teste de que o participante poderia despertar maior interesse em utilizar abordagens do tipo *pointing* após ter a experiência de usar o ViSCo.

As duas primeiras perguntas elaboradas para identificar esta possível mudança de opinião foram relacionadas à utilidade do uso de *smartphone* e do uso da câmera (ViSCo) para interagir com os dispositivos. O resultado das respostas dos participantes pode ser visto nas Figuras 30 e 31. Comparando as respostas pré e pós teste pode-se notar uma tendência maior ao uso de *smartphone* e também ao uso do ViSCo.

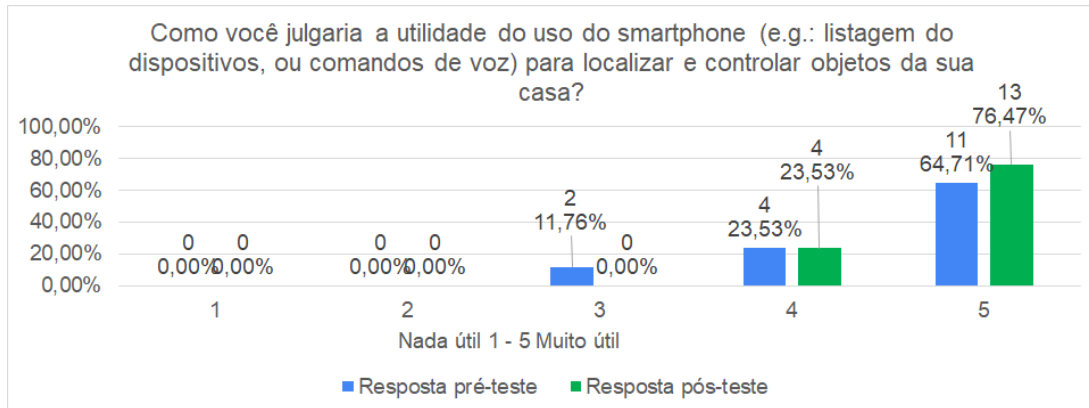


Figura 30 – Percepção sobre a utilidade do uso do smartphone antes e depois do teste

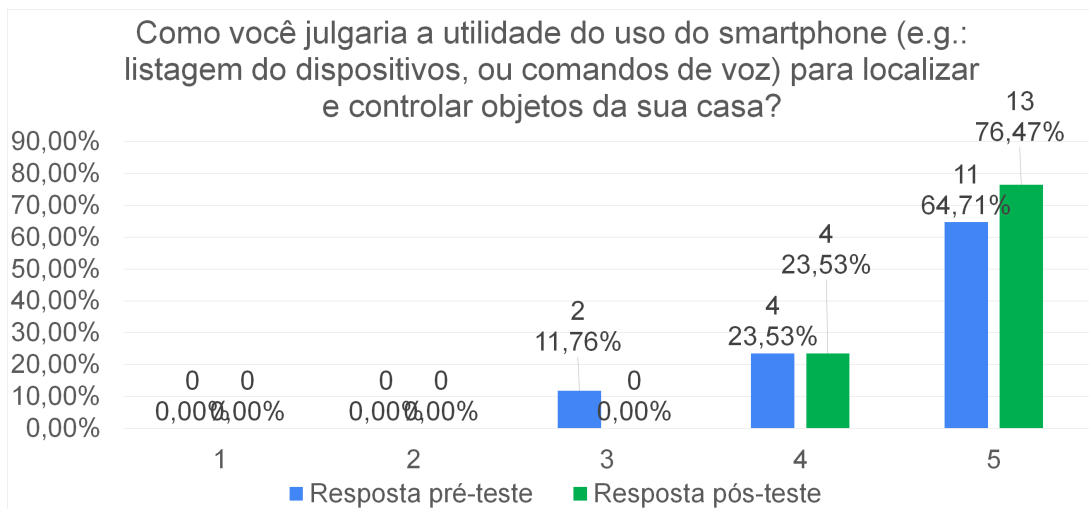


Figura 31 – Percepção sobre a utilidade do uso da câmera antes e depois do teste

Já a pergunta Q-8 (Seção 6.2.2) tem o intuito de comparar as abordagens apresentadas, encontrar um SO em uma listagem simples e encontrar um SO utilizando o ViSCo. Manteve-se a mesma estratégia de apresentar a mesma pergunta no pré- e no pós-teste. A Figura 32 apresenta uma comparação das respostas dadas. O objetivo desta pergunta foi identificar se o usuário percebe como mais simples ou mais intuitivo o uso da abordagem ViSCo. Como apresentado no gráfico, também existe uma tendência a uma maior aceitação após o teste. Apenas os participantes P-4 e P-2 apresentaram uma opinião menos favorável ao uso do ViSCo do que a apresentada por eles mesmos durante o questionário pré-teste.

Já para a intenção de uso com maior frequência do ViSCo em comparação com a abordagem de listagem simples, também apresentou uma aceitação maior no pós-teste do que no pré-teste. Esta pergunta foi elaborada com o intuito de identificar qual abordagem ele teria maior interesse de utilizar. Uma das hipóteses aqui é que mesmo o usuário gostando e/ou achando que fosse mais simples de utilizá-la, ele poderia escolher não usar a abordagem ViSCo por qualquer outro motivo, como por exemplo, privacidade. A Figura 33 apresenta a comparação das respostas

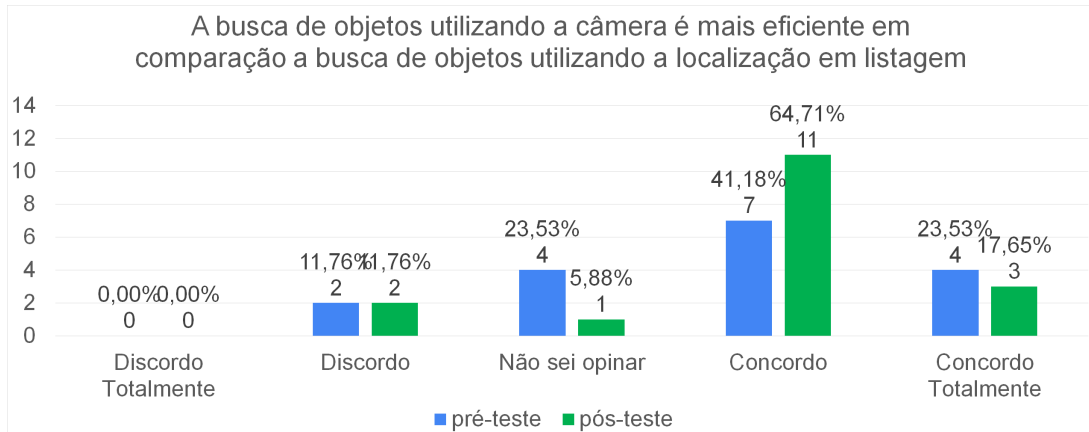


Figura 32 – Percepção sobre a eficiência uso da abordagem ViSCo antes e depois do teste

dos participantes, na qual nota-se também uma mudança para a opção de maior aceitação do uso da abordagem ViSCo.

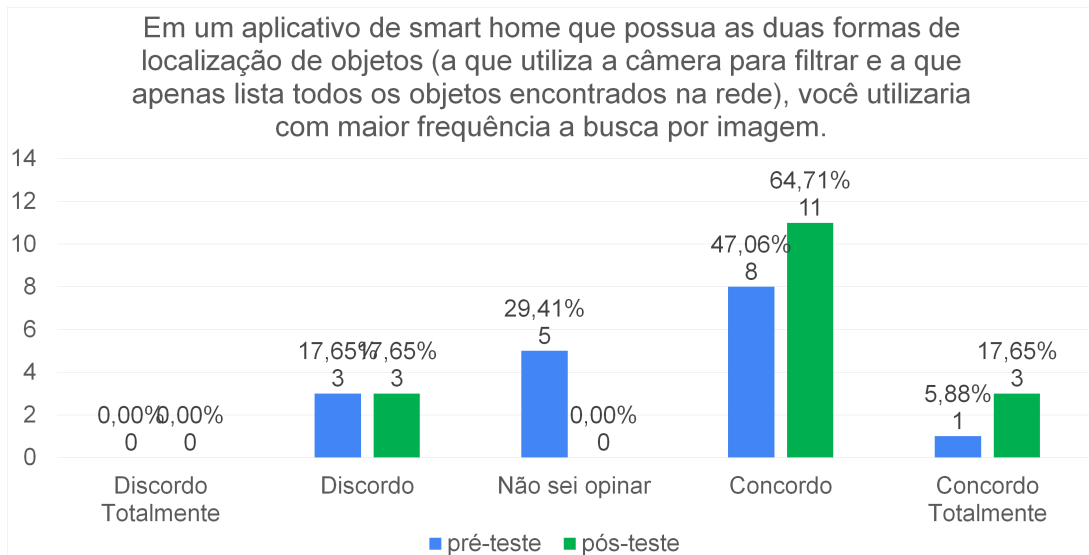


Figura 33 – Propensão dos participantes em utilizar a abordagem ViSCo antes e depois do teste

6.5.2 Avaliação Qualitativa ViSCo

Todas as respostas para os *surveys* de pré- e pós-testes podem ser vistas nos Apêndices K e J, respectivamente. Neles também estão inclusas as perguntas de escopo aberto cujo intuito era de coletar de forma qualitativa impressões sobre a abordagem ViSCo. Duas perguntas abertas estavam no *survey* pré-teste e três perguntas no *survey* de avaliação final. Essas cinco perguntas de opinião eram do tipo texto livre na qual o participante poderia adicionar qualquer informação.

No *survey* pré-teste, por exemplo, as perguntas Q-5 e Q-6 (Seção 6.2.2) solicitavam

exemplos de momentos em que respondentes achavam que seria vantajoso utilizar um *smartphone* para controlar SOs. Para a questão Q-5, que versava sobre situações em que **seria** vantajoso usar o *smartphone*, a maioria dos participantes (7) responderam algo relacionado a poder enviar comandos e controlar SOs. Alguns destes até apresentaram exemplos, tais como: “Tarefas comuns, como controle de TV, luz, ar-condicionado.”, “Para acionar luzes, tv e ar-condicionado.” e “Acender às luzes, ligar eletrodomésticos, etc”. Já outros 5 participantes foram um pouco além e já imaginaram o uso em alguns cenários mais complexos como controle remoto universal, envio de comandos de voz para os SOs e programação de rotinas. Dois outros participantes, talvez por já estarem acostumados com o uso da solução Amazon Alexa, citaram como exemplo de uso quando não tiverem tal dispositivo por perto. Destaca-se aqui que todos os participantes conseguiram exemplificar cenários de uso que eles teriam interesse de utilizar alguma solução de *Smart Home*. Outro fator interessante é que outros dois participantes deram exemplo de uso justamente com a abordagens do tipo *pointing*.

Já para a questão Q-6 do pré-teste, em que situações **não seria** vantajoso, alguns participantes não exemplificaram cenários, o que pode demonstrar uma falta de conhecimento sobre a existência de dispositivos dedicados a isso, como por exemplo o já citado amazon Alexa, ou a falta de interesse no uso destes dispositivos. Outro exemplo que ocorreu em mais de uma resposta foi sobre a privacidade e autenticação. Dois participantes preocupados com este aspecto apontaram isto como um fator que os faria não utilizar um aplicativo de SOs. Outros participantes informaram cenários contrários aos mencionados na questão anterior (Q-5 pré-teste), como por exemplo a existência de um dispositivo Amazon Alexa. Como último exemplo, alguns participantes apontaram uso de objetos específicos como roteador.

No *survey* pós-teste, o de avaliação final, as duas primeiras perguntas abertas versavam sobre os pontos positivos e negativos, respectivamente, do uso da câmera para encontrar SOs utilizando o aplicativo, ou seja, a abordagem ViSCo. A última pergunta solicitava uma avaliação geral do aplicativo. Como exemplos de pontos **positivos** que foram informados, tem-se: “simplicidade no uso”, “Praticidade”, “a facilidade de identificação de vários objetos”, “Facilidade para localizar os objetos através do reconhecimento de imagem. É útil pois serve como filtro. Reconhece muito rápido. Tem potencial para ambientes desconhecidos e exploratórios como um museu. Pode ser útil para pessoas com necessidade de acessibilidade.”, “Acessibilidade para pessoas com menor conhecimento do uso de *smartphone*” dentre outros (vide Apêndice J). A maioria citou (8) como vantagem a praticidade no uso. Alguns participantes citaram a

acessibilidade como fator chave.

Já para a questão dos pontos **negativos** algumas opiniões estavam ligadas ao processo de classificação dos SOs, ou seja, do processamento e resultado da CNN construída para o ViSCo. Alguns pontos citados por 6 dos participantes foram os reconhecimentos inconsistentes/errôneos e demora na classificação. Outro ponto que dois dos participantes apontaram como negativo foi em relação à quantidade de SOs em uma *Smart Home*, caso exista poucos SOs, alguns participantes apontaram o uso da abordagem ViSCo como não muito vantajosa.

6.6 Conclusão

Neste capítulo, foi apresentada a primeira avaliação com usuários reais feitas com o ViSCo. Devido à pandemia, a avaliação foi executada de forma remota, usando *smartphones* reais dos participantes, mas com objetos inteligentes simulados. A maioria dos participantes deste estudo foram classificados como sendo participantes que trabalham e/ou estudam na área de TI e já tiveram contato com aplicações de *Smart Home*. Neste sentido, poucos destes eram completamente leigos no assunto de forma que a maioria do grupo de teste já teve experiência no contexto de uso do ViSCo. Como visto no decorrer da Seção 6.5, tanto a avaliação quantitativa quanto a avaliação qualitativa (Seção 6.5.2) apresentaram resultados semelhantes.

Quando analisados em conjunto o resultado do SUS e dos resultados presentes nas questões de opinião do *survey* pós teste pode-se ver a correlação entre o resultado do score do SUS e as respostas apresentadas, em forma de texto livre, pelos participantes. Respostas como “simplicidade no uso” exemplificam isso. O produto de software apresentado tem poucas problemas relacionadas à usabilidade, tal como o resultado captado pelo SUS (média superior a 80).

Outro fator interessante é que os participantes se mostraram mais propensos ao uso de abordagem do tipo *pointing* como o ViSCo após os testes. Fato este evidenciado pelas respostas aos questionamentos sobre propensão de uso antes e depois do teste, e os vários exemplos de situações de uso expostas pelos participantes na questão Q-5 do pré-teste. Além disto, todos os participantes apontaram algum ponto positivo (pergunta realizada no pós-teste).

Um ponto apresentado por 2 participantes em relação a não virem como muito vantajosa a abordagem ViSCo, caso a quantidade de SOs seja baixa. Neste ponto vale destacar que a abordagem ViSCo tem o intuito de servir como filtro para que a quantidade de SOs apresentada para um usuário seja reduzida, caso essa quantidade seja baixa, o uso do ViSCo e

de qualquer outro filtro se torna dispensável, visto que o SO já estaria na tela do usuário, por exemplo. A seguir é apresentada uma discussão sobre os resultados alcançados.

6.6.1 Pontos Negativos Apontados

Dentre os participantes que destacaram algum ponto negativo, muitos deles se referiam à classificação dos SOs com a câmera. O destaque negativo era a lentidão ou classificações errôneas. O que pode-se destacar sobre a lentidão é que alguns *smartphones* poderiam estar sobrecarregados com o uso da câmera em conjunto com a chamada via Google Meet que compartilhava a tela.

Sobre as classificações errôneas, isso pode ter acontecido pelo método de detecção escolhido na pesquisa. O método que foi escolhido realiza uma classificação de toda a imagem pré-visualizada pelo participante na câmera do seu smartphone. Em alguns cenários, com muitos outros objetos ao lado do objeto de interesse a classificação realizada pela CNN pode produzir resultados inconsistentes. Uma forma de contornar isso seria utilizar outra abordagem, uma onde fosse realizada identificação de objetos em uma cena. Perceba que existe uma diferença entre as duas abordagens, tanto na construção da CNN quando no uso pelo algoritmo de identificação.

Na abordagem de classificação, toda a informação da imagem é levada em conta, ou seja é testada a imagem completa para verificar em qual categoria estaria algum SO. Além de uma imagem corresponder a apenas uma categoria (em nosso caso um SO) (XIE *et al.*, 2021). Já na abordagem de detecção de objetos, a informação da imagem a ser considerada para a CNN são regiões da imagem, o objeto e o seu contorno (XIE *et al.*, 2021). Com isso uma mesma imagem pode conter mais de uma categoria de SOs. Neste caso a construção da base de dados usada para treinar / criar a CNN é bem mais complexa e exige além da imagem uma informação de qual “porção” daquela imagem o objeto está localizado (QIN *et al.*, 2019). Dado esta dificuldade a abordagem utilizada foi a de classificação de imagens, onde nesta, foi possível ser construída a CNN apenas separando as imagens em categorias.

Embora alguns problemas no uso da abordagem ViSCo tenham sido encontrados, a aceitação da abordagem foi considerada satisfatória, como apontam as avaliações qualitativas e quantitativas.

6.6.2 Ameaças à Validade

Dado a forma como os *surveys* foram divulgados, os participantes acabaram não sendo selecionados de forma probabilística e em sua maioria tem algum contato com os pesquisadores. Todos os 17 participantes do teste final fazem parte do ciclo de conhecimento ou familiares dos pesquisadores. Embora não tenha sido dito em nenhum momento que a abordagem ViSCo foi produzida pelos pesquisadores do mesmo estudo que se propõe a avaliá-la, alguns participantes têm a capacidade de perceber isto. Seja por terem um contato próximo ou até mesmo por serem profissionais ou pesquisadores da área de TI, como apontado pela classificação dos perfis 6.2.1. Isto pode trazer algum viés no que diz respeito às perguntas que se propunham a avaliar especificamente o ViSCo, pois existe uma proximidade entre os pesquisadores e os participantes da avaliação. Como dito anteriormente, para mitigar essa ameaça não era mencionado explicitamente que a abordagem ViSCo foi construída pelos mesmos pesquisadores. O que foi explicado para todos os participantes foi que eles estão participando de um estudo que comparava duas formas de interagir com SOs.

Outro fator que pode ter apresentado algum viés é a modelagem do teste. Devido ao atual momento de pandemia este teste não foi realizado presencialmente. Além de não ter sido possível realizar o teste com SOs reais, o que pode afetar a percepção dos usuários em relação às abordagens de interação com SOs. Para tentar trazer uma sensação de *feedback* das ações realizadas pelos participantes no teste, foram construídos *dashboards* digitais que apresentavam mudanças como forma de respostas às ações realizadas pelos participantes no *smartphone*.

7 CONCLUSÃO

Neste capítulo, são apresentadas as contribuições e resultados alcançados neste trabalho de mestrado (vide Seção 7.1). As limitações identificadas na solução proposta por esta pesquisa são detalhadas na Seção 7.2. Por fim, uma lista de trabalhos futuros que podem contribuir mais ainda com o entendimento e a proposição de formas de interação com SOs é descrita na Seção 7.3.

7.1 Contribuições e Resultados Alcançados

A proposta desta pesquisa foi construir e avaliar a aceitação de uma abordagem de interação com SOs do tipo *pointing* seguindo as definições apontadas em (RUKZIO *et al.*, 2007). A solução foi construída levando em consideração requisitos da literatura e *insights* coletados por meio de *surveys*. A avaliação da abordagem, realizada de forma remota, obteve uma boa aceitação e poucos problemas de usabilidade foram encontrados. Muito embora aspectos negativos tenham sido apontados pelos participantes, a proposta de interação ViSCo foi bem aceita pela maior parte dos participantes, conforme descrito no Capítulo 6.

Foram encontrados trabalhos que se propunham a fazer interações com SOs de forma semelhante ao ViSCo. Entretanto, esses trabalhos apresentavam algumas limitações que a solução desenvolvida nesta pesquisa se propôs a atender. Um destaque para o ViSCo é atender de forma satisfatória aos quatro requisitos apontados por Guinard *et al.* (2010). A Tabela 5 compara novamente as abordagens encontradas na literatura com o ViSCo (vide última).

A proposta do ViSCo se diferencia dos trabalhos encontrados por expandir uma plataforma de integração de SOs focada no cenário de *Smart Home*. Essa escolha garante uma maior facilidade de integração de novos dispositivos, já que a plataforma suporta múltiplos protocolos de descoberta e controle de objetos inteligentes. Além disso, a solução do ViSCo não necessita de cadastro prévio de imagens de dispositivos por parte dos usuários (e nem dos fabricantes ou desenvolvedores do openHAB). Isso decorre do fato da abordagem trabalhar com categorização (e.g., reconhecer uma TV) e não no reconhecimento de um dispositivo específico. Outra diferença do ViSCo está na forma como esta categorização ocorre. Optou-se por executar um algoritmo de classificação das imagens diretamente no dispositivo móvel, o que evita sobrecarga de rede com chamadas de serviços externos para realizar essa tarefa. A solução proposta também descarta o uso de outros dispositivos, como *wearables* e/ou componentes

específicos voltados para esta tarefa.

Uma das características ainda inexistente no ViSCo é que o SO não é identificado unicamente caso existam múltiplos dispositivos dessa categoria na rede (e.g., múltiplas TVs de uma casa não seriam diferenciadas). A diferenciação entre as “múltiplas instâncias” ficará a cargo do usuário na interface da aplicação móvel do openHAB. Ressalte-se que os trabalhos encontrados que se propuseram a realizar esta identificação de forma única apresentavam problemas relacionados a outros requisitos elencados por (GUINARD *et al.*, 2010). Por exemplo, a necessidade de cadastro de imagens e manutenção dos SOs, o que dificulta a entrada de novos dispositivos e requer uma manutenção dessa parte do serviço de descoberta.

Esta pesquisa contou com um artigo aceito em um simpósio nacional. O artigo apresentado no WebMedia de 2021 com o título *Point and Control it! Using Computer Vision for Service Discovery to Control Smart Objects* obteve o prêmio de melhor artigo do evento (DANTAS *et al.*, 2021) (WEBMEDIA, 2021).

Por fim, a avaliação almejou responder à questão de pesquisa que norteou este trabalho, i.e., **“Qual é a aceitação dos usuários para o uso de captura de imagens no processo de descoberta e interação com objetos inteligentes?”**. Tomando como referência a quantidade de participantes no teste de aceitação final, as respostas desses e o estudo de Nielsen (2000), pode-se afirmar que tanto a aceitação quanto a intenção de uso da abordagem proposta foram consideradas positivas. Um fato interessante é que a intenção de uso da abordagem apresentada aumentou após os participantes experienciarem o seu uso. Além disso, os próprios participantes apresentaram vantagens não elencadas/imaginadas pelos pesquisadores, tais como acessibilidade (em especial, para pessoas idosas).

7.2 Limitações

Algumas limitações foram identificadas durante a execução deste estudo, a saber:

- A primeira limitação está relacionada à identificação dos objetos, como mencionado na Seção 6.6.1, a identificação do SO de interesse poderia ser realizada utilizando o método de identificação de objetos em imagens digitais. Pois, hoje, se existirem mais de um objeto na imagem apenas uma categoria irá ser apresentada. Uma opção seria mostrar os múltiplos objetos reconhecidos e oferecer ao usuário a opção de identificar (por meio do toque na imagem) qual ele quer buscar na rede;
- Este estudo se restringiu a testar, tanto a abordagem ViSCo, como a aceitação dos pos-

Tabela 5 – Comparação das características entre abordagens

Trabalhos	Características					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
<i>Snap to It</i> (FREITAS <i>et al.</i> , 2016)	C1-I ¹	C2-I ⁶	✗	Smart Building	Execução remota	✓
<i>SnapLink</i> (CHEN <i>et al.</i> , 2018)	C1-II ²	C2-I ⁶	✗	Smart Building	Execução remota	✓
<i>Seamless Interaction with Smart Things Using Personal Wearable Computers</i> (MAYER; SöRöS, 2014)	C1-III ³	SURF	✗	SOs no geral	Execução no <i>device</i> e remota	✓
<i>Conversations with connected vehicles</i> (MAYER; SIEGEL, 2015)	C1-III ³	SURF	✗	Carros	Execução no <i>device</i> e remota	✓
<i>Browsing the Internet of Things with Sentient Visors</i> (MACIAS <i>et al.</i> , 2011)	C1-IV ⁴	C2-II ⁷	✗	SOs no geral	Execução no <i>device</i> e remota	✓
<i>Connecting and Controlling Appliances Through Wearable Augmented Reality</i> (BECKER <i>et al.</i> , 2020)	C1-V ⁵	C2-II ⁷	✗	Smart Home	em <i>device</i> específico	✓
<i>Classrooms Aided by Deep Neural Networks Inference on Mobile Devices</i> (PACHECO <i>et al.</i> , 2018)	✗	CNN	✗	Sala de aula	Execução apenas no <i>device</i>	✗
<i>Watch & Do: A Smart IoT Interaction System with Object Detection and Gaze Estimation</i> (KIM <i>et al.</i> , 2019)	✗	CNN	✗	Smart Home	Múltiplos dispositivos	✗
ViSCo	✗	CNN	openHAB	Smart Home	Execução apenas no <i>device</i>	✗

¹ Banco de imagens

² Mapeamento 3d do prédio e objetos

³ Cadastro de *key features* dos SOs (e.g., SURF)

⁴ QR Code

⁵ Cadastro prévio de marcadores

⁶ Similaridade entre imagens

⁷ Extração de dados de marcadores

síveis usuários de forma remota e simulada. Além disso a estrutura de controladores apresentados para os participantes foi muito simplória. Embora o objetivo do teste não fosse apresentar interfaces ricas e como os vários tipos de controles seriam apresentados para os participantes, caso os objetos simulados fossem mais elaborados, isto é, com mais opções de controle além das apresentadas (liga/desliga) acredita-se que a experiência dos participantes neste teste poderia ter sido ainda mais satisfatória;

- Sobre a busca de trabalhos relacionados, um protocolo de mapeamento sistemático foi iniciado porém não finalizado. Em caso de conclusão do protocolo, existe a possibilidade de novos trabalhos serem encontrados, inclusive de trabalhos que possam trazer novas ideias de como abordar o problema de pesquisa; e
- Este estudo está também limitado ao uso da plataforma openHAB, embora a abordagem de busca e a CNN construída possam ser portadas para qualquer outra plataforma, parte do

software produzido durante a pesquisa estão intrinsecamente relacionados à plataforma openHAB. Neste sentido, a solução também ficou limitada ao sistema operacional Android, o que fez alguns participantes desistirem de participar do teste por não possuírem *smartphones* com este sistema operacional.

7.3 Trabalhos Futuros

A realização de testes com mais usuários e, desta vez, em um ambiente controlado, é outro trabalho futuro a ser considerado assim que as condições sanitárias permitirem tais testes. Nesse ambiente de teste, existirão objetos inteligentes reais conectados à rede com a devida configuração deles na plataforma openHAB.

Uma alteração na abordagem de identificar os SOs também pode ser um outro trabalho futuro, visto que alguns dos problemas encontrados se referem à identificação dos objetos. Pode-se por exemplo mudar a abordagem de classificação de imagens para detecção e classificação simultâneas de objetos em imagens (BOCHKOVSKIY *et al.*, 2020), apesar do elevado custo computacional desse tipo de técnica em relação ao hardware disponível no momento da escrita deste trabalho. Tal mudança demandaria a utilização de um *dataset* anotado de imagens, nas quais a ocorrência de múltiplos objetos/categorias é possível, além de cuidados específicos para lidar adequadamente com a provável instabilidade na etapa de detecção. Um *dataset* que pode ser utilizado neste ponto é o COCO *dataset*¹, pois o mesmo já possui algumas categorias de objetos que poderiam ser utilizadas nesta pesquisa, tais como eletrodomésticos, por exemplo. Plataformas recém lançadas tais como Roboflow² podem ajudar a expandir ou criar *datasets* para este tipo de propósito.

Outro trabalho futuro, de escopo mais amplo, seria estudar a comparação do método de interação com SOs implementado nesta dissertação com outros métodos de interação, como, por exemplo: tocar no SO, a ação de falar ou enviar comandos de voz. Essa análise poderia considerar aspectos como contexto de uso, acessibilidade e desempenho.

¹ <<https://cocodataset.org>>

² <<https://roboflow.com/>>

REFERÊNCIAS

- ABADI, M.; BARHAM, P.; CHEN, J.; CHEN, Z.; DAVIS, A.; DEAN, J.; DEVIN, M.; GHEMAWAT, S.; IRVING, G.; ISARD, M. *et al.* Tensorflow: A system for large-scale machine learning. In: **12th {USENIX} Symposium on Operating Systems Design and Implementation ({OSDI} 16)**. 2016. p. 265–283.
- ADD-ONS, D. openHAB. **Add-ons | openHAB**. 2019. <https://www.openhab.org/addons/>. Acesso em: 05/31/2019.
- AL-FUQAHA, A.; GUIZANI, M.; MOHAMMADI, M.; ALEDHARI, M.; AYYASH, M. Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. **IEEE Communications Surveys Tutorials**, v. 17, n. 4, p. 2347–2376, Fourthquarter 2015. ISSN 1553-877X.
- ANUP, B.; XIAOBO, L. **Computer Vision: Systems, Theory And Applications: Selected Papers From Vision Interface 1992**. : World Scientific, 1993.
- ASHTON, K. *et al.* That ‘internet of things’ thing. **RFID journal**, Jun, v. 22, n. 7, p. 97–114, 2009.
- ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The internet of things: A survey. **Computer Networks**, v. 54, n. 15, p. 2787 – 2805, 2010. ISSN 1389-1286.
- ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. Understanding the internet of things: definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm. **Ad Hoc Networks**, Elsevier, v. 56, p. 122–140, 2017.
- AZIEZ, M.; BENHARZALLAH, S.; BENNOUI, H. Service discovery for the internet of things: Comparison study of the approaches. In: **2017 4th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT)**. Barcelona, Spain: IEEE, 2017. p. 0599–0604.
- AZIEZ, M.; BENHARZALLAH, S.; BENNOUI, H. A full comparison study of service discovery approaches for internet of things. **International Journal of Pervasive Computing and Communications**, Emerald Publishing Limited, v. 15, p. 30–56, 2019.
- BALAKRISHNAN, S. M.; SANGAIAH, A. K. Aspect oriented middleware for internet of things: a state-of-the art survey of service discovery approaches. **Int. J. Intell. Eng. Syst**, v. 8, n. 4, p. 16–28, 2015.
- BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining what individual sus scores mean: Adding an adjective rating scale. **Journal of usability studies**, Citeseer, v. 4, n. 3, p. 114–123, 2009.
- BARRETO, F. M.; DUARTE, P. A. d. S.; MAIA, M. E. F.; ANDRADE, R. M. d. C.; VIANA, W. Coap-ctx: A context-aware coap extension for smart objects discovery in internet of things. In: **2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)**. 2017. v. 1, p. 575–584. ISSN 0730-3157.
- BARRETO, F. M.; DUARTE, P. A. de S.; MAIA, M. E. F.; ANDRADE, R. M. de C.; VIANA, W. Coap-ctx: A context-aware coap extension for smart objects discovery in internet of things.

In: **41st IEEE Annual Computer Software and Applications Conference, COMPSAC 2017, Turin, Italy, July 4-8, 2017. Volume 1.** Turin, Italy: IEEE, 2017. p. 575–584.

BARTUS. **openHAB Basics Tutorial - (Part 2/n) - Bindings & Things - Tutorials & Examples - openHAB Community.** 2019. <https://community.openhab.org/t/openhab-basics-tutorial-part-2-n-bindings-things/66345>. Acesso em: 02/18/2020.

BAY, H.; ESS, A.; TUYTELAARS, T.; GOOL, L. V. Speeded-up robust features (surf). **Computer vision and image understanding**, Elsevier, v. 110, n. 3, p. 346–359, 2008.

BECKER, V.; RAUCHENSTEIN, F.; SÖRÖS, G. Connecting and controlling appliances through wearable augmented reality. **Augmented Human Research**, Springer, v. 5, n. 1, p. 1–16, 2020.

BOCHKOVSKIY, A.; WANG, C.-Y.; LIAO, H.-Y. M. Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection. **arXiv preprint arXiv:2004.10934**, 2020.

BUSINESSINSIDER. **Internet of Things Report: Technology Trends & Market Growth in 2019 - Business Insider.** 2019. <https://www.businessinsider.com/internet-of-things-report?IR=T>. Acesso em: 05/07/2019.

CABRERA, C.; PALADE, A.; CLARKE, S. An evaluation of service discovery protocols in the internet of things. In: **Proceedings of the Symposium on Applied Computing.** New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017. (SAC '17), p. 469–476. ISBN 9781450344869.

CAO, J.; XU, L.; RAEF, A.; SHI, W. An os for internet of everything: Early experience from a smart home prototype. **ZTE COMMUNICATIONS**, v. 15, n. 4, p. 1, 2017.

CHEN, K.; FÜRST, J.; KOLB, J.; KIM, H.-S.; JIN, X.; CULLER, D. E.; KATZ, R. H. Snaplink: Fast and accurate vision-based appliance control in large commercial buildings. **Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.**, ACM, New York, NY, USA, v. 1, n. 4, p. 129:1–129:27, Jan. 2018. ISSN 2474-9567.

CHOLLET, F. *et al.* **Keras.** 2015. <https://keras.io>.

CONCI, A.; AZEVEDO, E.; LETA, F. **Computação Gráfica.** Elsevier, 2008. ISBN 9788535223293. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=K3OAPgAACAAJ>.

COOKE, A.; SMITH, D.; BOOTH, A. Beyond pico: the spider tool for qualitative evidence synthesis. **Qualitative health research**, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 22, n. 10, p. 1435–1443, 2012.

CROW, F. C. Summed-area tables for texture mapping. In: **ACM SIGGRAPH computer graphics.** NY, USA: ACM, 1984. v. 18, p. 207–212.

DANTAS, P. F.; MAIA, J. G. R.; VIANA, W. Point and control it! using computer vision for service discovery to control smart objects. In: **Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web.** New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2021. (WebMedia '21), p. 153–160. ISBN 9781450386098.

DAVID, R.; DUKE, J.; JAIN, A.; REDDI, V. J.; JEFFRIES, N.; LI, J.; KREEGER, N.; NAPPIER, I.; NATRAJ, M.; REGEV, S. *et al.* Tensorflow lite micro: Embedded machine learning on tinymml systems. **arXiv preprint arXiv:2010.08678**, 2020.

EASTHAM, P.; MEDINA, A. M.; SHARMA, A.; SYED, U.; VASSILVITSKII, S.; YU, F. Learning battery consumption of mobile devices. In: **Proc. 33rd Int. Conf. Mach. Learn.(JMLR: W&CP)**. 2016. v. 48.

FILHO, O. M.; NETO, H. V. **Processamento digital de imagens**. : Brasport, 1999.

FONTELLES, M. J.; SIMÕES, M. G.; FARIAS, S. H.; FONTELLES, R. G. S. Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. **Revista paraense de medicina**, v. 23, n. 3, p. 1–8, 2009.

FREITAS, A. A. de; NEBELING, M.; CHEN, X. A.; YANG, J.; RANITHANGAM, A. S. K. K.; DEY, A. K. Snap-to-it: A user-inspired platform for opportunistic device interactions. In: **Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2016. (CHI '16), p. 5909–5920. ISBN 978-1-4503-3362-7.

GAMA, K.; TOUSEAU, L.; DONSEZ, D. Combining heterogeneous service technologies for building an internet of things middleware. **Computer Communications**, v. 35, n. 4, p. 405–417, 2012. ISSN 0140-3664.

GOUDBEEK, A.; CHOO, K. R.; LE-KHAC, N. A forensic investigation framework for smart home environment. In: **2018 17th IEEE International Conference On Trust, Security And Privacy In Computing And Communications/ 12th IEEE International Conference On Big Data Science And Engineering (TrustCom/BigDataSE)**. 2018. p. 1446–1451. ISSN 2324-9013.

GUBBI, J.; BUYYA, R.; MARUSIC, S.; PALANISWAMI, M. Internet of things (iot): A vision, architectural elements, and future directions. **Future Generation Computer Systems**, v. 29, n. 7, p. 1645 – 1660, 2013. ISSN 0167-739X. Including Special sections: Cyber-enabled Distributed Computing for Ubiquitous Cloud and Network Services & Cloud Computing and Scientific Applications — Big Data, Scalable Analytics, and Beyond.

GUINARD, D.; TRIFA, V.; KARNOUSKOS, S.; SPIESS, P.; SAVIO, D. Interacting with the soa-based internet of things: Discovery, query, selection, and on-demand provisioning of web services. **IEEE transactions on Services Computing**, IEEE, v. 3, n. 3, p. 223–235, 2010.

GUO, G.; ZHANG, N. A survey on deep learning based face recognition. **Computer Vision and Image Understanding**, Elsevier, v. 189, p. 102805, 2019.

HORWITZ, L. **The future of IoT miniguide: The burgeoning IoT market continues**. 2019. <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/internet-of-things/future-of-iot.html>. (Accessado em 10/01/2020).

HOWARD, A. G.; ZHU, M.; CHEN, B.; KALENICHENKO, D.; WANG, W.; WEYAND, T.; ANDREETTO, M.; ADAM, H. Mobilenets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. **arXiv preprint arXiv:1704.04861**, 2017.

JIA, Y.; SHELHAMER, E.; DONAHUE, J.; KARAYEV, S.; LONG, J.; GIRSHICK, R.; GUADARRAMA, S.; DARRELL, T. Caffe: Convolutional architecture for fast feature embedding. **arXiv preprint arXiv:1408.5093**, 2014.

KIM, J.-H.; CHOI, S.-J.; JEONG, J.-W. Watch & do: A smart iot interaction system with object detection and gaze estimation. **IEEE Transactions on Consumer Electronics**, IEEE, v. 65, n. 2, p. 195–204, 2019.

- KREUZER, K. **Virtual IoT MeetUp - Eclipse SmartHome**. 2014. <https://www.slideshare.net/xthirtynine/eclipse-smart-home-webinar>. Acesso em: 05/31/2019.
- KREUZER, K. **Home · openhab/openhab1-addons Wiki**. 2018. <https://github.com/openhab/openhab1-addons/wiki>. Acesso em: 03/15/2020.
- KYAS, O. **How To Smart Home: A Step by Step Guide for Smart Homes & Building Automation**. : Key Concept Press, 2017.
- LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep learning. **nature**, Nature Publishing Group, v. 521, n. 7553, p. 436, 2015.
- LEWIS, J. P. Fast template matching. In: **Vision interface**. Quebec City, Canada: , 1995. p. 15–19.
- LEWIS, J. R. The system usability scale: past, present, and future. **International Journal of Human–Computer Interaction**, Taylor & Francis, v. 34, n. 7, p. 577–590, 2018.
- LIPP, M.; DIETRICH, T.; STORM, M.; KREUZER, K.; GILMER, B.; SCHAUS, Y.; BUCHANAN, S.; BORN, W.; CHADWICK, T. **Introduction | openHAB**. 2019. <https://www.openhab.org/docs/>. Acesso em: 05/28/2019.
- LOWE, D. G. Object recognition from local scale-invariant features. In: **Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision**. 1999. v. 2, p. 1150–1157 vol.2.
- LUCKENBACH, J.; GRÄFF, D.; MOUTSOS, G.; WEITKAMP, C.; JUKKA, M. **Bindings | openHAB**. 2020. <https://www.openhab.org/docs/developer/bindings/>. Acesso em: 02/16/2020.
- LUCKENBACH, K. K. J. **Things | openHAB**. <https://www.openhab.org/docs/concepts/things.html>.
- MACIAS, J. A. G.; ALVAREZ-LOZANO, J.; ESTRADA, P.; LOPEZ, E. A. Browsing the internet of things with sentient visors. **Computer**, v. 44, n. 5, p. 46–52, 2011. ISSN 0018-9162.
- MAIA, J. G. R. **Detecção e reconhecimento de objetos usando descritores locais**. Phd Thesis (PhD Thesis) — Universidade Federal do Ceará, MDCC, Departamento de Computação, Av. Humberto Monte S/N, 5 2010.
- MAYER, S.; SIEGEL, J. Conversations with connected vehicles. In: **2015 5th International Conference on the Internet of Things (IOT)**. 2015. p. 38–44.
- MAYER, S.; SÖRÖS, G. User interface beaming – seamless interaction with smart things using personal wearable computers. In: **2014 11th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks Workshops**. : IEEE, 2014. p. 46–49.
- MCLELLAN, S.; MUDDIMER, A.; PERES, S. C. The effect of experience on system usability scale ratings. **Journal of usability studies**, Usability Professionals' Association Bloomingdale, IL, v. 7, n. 2, p. 56–67, 2012.
- MILLER, B. A.; NIXON, T.; TAI, C.; WOOD, M. D. Home networking with universal plug and play. **IEEE Communications Magazine**, IEEE, v. 39, n. 12, p. 104–109, 2001.
- NIELSEN, J. **Why you only need to test with 5 users**. : Useit. com Alertbox, 2000.

NOVAK, T. P.; HOFFMAN, D. L. Relationship journeys in the internet of things: a new framework for understanding interactions between consumers and smart objects. **Journal of the Academy of Marketing Science**, Springer, v. 47, n. 2, p. 216–237, 2019.

OLIVEIRA, G. A. A. de; BETTIO, R. W. de; FREIRE, A. P. Accessibility of the smart home for users with visual disabilities: An evaluation of open source mobile applications for home automation. In: **Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2016. (IHC '16), p. 29:1–29:10. ISBN 978-1-4503-5235-2.

OSGI architecture. **Architecture – OSGi™ Alliance**. 2019.
<https://www.osgi.org/developer/architecture/>. Acesso em: 05/28/2019.

PACHECO, A.; FLORES, E.; SÁNCHEZ, R.; ALMANZA-GARCÍA, S. Smart classrooms aided by deep neural networks inference on mobile devices. In: **2018 IEEE International Conference on Electro/Information Technology (EIT)**. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8500260>: IEEE, 2018. p. 0605–0609.

PAI, M.; MCCULLOCH, M.; GORMAN, J. D.; PAI, N.; ENANORIA, W.; KENNEDY, G.; THARYAN, P.; COLFORD, J. J. Systematic reviews and meta-analyses: an illustrated, step-by-step guide. **The National medical journal of India**, v. 17, n. 2, p. 86–95, 2004.

PASZKE, A.; GROSS, S.; CHINTALA, S.; CHANAN, G.; YANG, E.; DEVITO, Z.; LIN, Z.; DESMAISON, A.; ANTIGA, L.; LERER, A. Automatic differentiation in pytorch. 2017.

POURGHEBLEH, B.; HAYYOLALAM, V.; ANVIGH, A. A. Service discovery in the internet of things: review of current trends and research challenges. **Wireless Networks**, Springer, v. 26, n. 7, p. 5371–5391, 2020.

QIN, Z.; LI, Z.; ZHANG, Z.; BAO, Y.; YU, G.; PENG, Y.; SUN, J. Thudernet: Towards real-time generic object detection on mobile devices. In: **Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision**. 2019. p. 6718–6727.

RIOS, L. R. S. Visão computacional. **Departamento de Ciência da computação-Universidade Federal da Bahia (UFBA) Salvador, Bahia, Brasil**, 2010.

RUKZIO, E.; BROLL, G.; LEICHTENSTERN, K.; SCHMIDT, A. Mobile interaction with the real world: An evaluation and comparison of physical mobile interaction techniques. In: **European Conference on Ambient Intelligence**. : Springer, 2007. p. 1–18.

SABALE, R. G.; DANI, A. Comparative study of prototype model for software engineering with system development life cycle. **IOSR Journal of Engineering**, v. 2, n. 7, p. 21–24, 2012.

SEIDE, F.; AGARWAL, A. Cntk: Microsoft's open-source deep-learning toolkit. In: **Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining**. 2016. p. 2135–2135.

SEIFERT, J.; BAYER, A.; RUKZIO, E. Pointerphone: Using mobile phones for direct pointing interactions with remote displays. In: KOTZÉ, P.; MARSDEN, G.; LINDGAARD, G.; WESSON, J.; WINCKLER, M. (Ed.). **Human-Computer Interaction – INTERACT 2013**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 18–35. ISBN 978-3-642-40477-1.

SHANKAR, V.; ROELOFS, R.; MANIA, H.; FANG, A.; RECHT, B.; SCHMIDT, L. Evaluating machine accuracy on imagenet. In: PMLR. **International Conference on Machine Learning**. 2020. p. 8634–8644.

SMARTHOME eclipse. **Eclipse SmartHome - A Flexible Framework for the Smart Home**. 2019. <https://www.eclipse.org/smarthome/getting-started.html>. Acesso em: 05/28/2019.

SZELISKI, R. **Computer vision: algorithms and applications**. : Springer Science & Business Media, 2010.

TENSORFLOW. **tensorflow/tensorflow: An Open Source Machine Learning Framework for Everyone**. 2020. <https://github.com/tensorflow/tensorflow>. Acesso em: 03/13/2020.

TENSORFLOW. **TensorFlow Lite converter**. 2021. Disponível em: <https://www.tensorflow.org/lite/convert/>. Acesso em: 20/04/2021.

TENSORFLOW.ORG. **TensorFlow**. 2020. https://www.tensorflow.org/?hl=pt_br. Acesso em : 03/13/2020.

WEBMEDIA. **Webmedia 2021 » Premiações**. 2021. <https://webmedia.org.br/2021/premiacoes/>. Acesso em: 19/11/2021.

WOHLIN, C. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In: **Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering**. 2014. p. 1–10.

WORDNET. **WordNet | A Lexical Database for English**. 2020. <https://wordnet.princeton.edu/>. Acesso em: 03/19/2020.

XIAO, R.; LAPUT, G.; ZHANG, Y.; HARRISON, C. Deus em machina: On-touch contextual functionality for smart iot appliances. In: . New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017. (CHI '17), p. 4000–4008. ISBN 9781450346559.

XIE, E.; DING, J.; WANG, W.; ZHAN, X.; XU, H.; LI, Z.; LUO, P. Detco: Unsupervised contrastive learning for object detection. **arXiv preprint arXiv:2102.04803**, 2021.

ZHU, F.; LI, H.; OUYANG, W.; YU, N.; WANG, X. Learning spatial regularization with image-level supervisions for multi-label image classification. In: **Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition**. 2017. p. 5513–5522.

ZOU, Z.; SHI, Z.; GUO, Y.; YE, J. Object Detection in 20 Years: A Survey. **arXiv e-prints**, v. 1, n. 1, p. arXiv:1905.05055, May 2019.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO OPINIÃO SOBRE ABORDAGEM

Quais objetos você gostaria de controlar em sua casa utilizando o seu smartphone?

Prezado (a) participante, você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa "Quais objetos você gostaria de controlar em sua casa utilizando o seu smartphone?", desenvolvida pelo aluno de mestrado Paulo Filipe Dantas do curso de Mestrado em Ciências da Computação da Universidade Federal do Ceará - UFC

O objetivo desta pesquisa é identificar as categorias de objetos do dia a dia (ex.: Geladeira, TV, lâmpadas, micro-ondas etc.) que os usuários teriam interesse de controlar utilizando os seus smartphones, que passaria a ser o controle universal de sua casa.

Sua participação é voluntária e anônima.

A duração é de aproximadamente 10 minutos.

Qualquer dúvida no preenchimento do questionário você pode enviar email para paulofilipe@alu.ufc.br

Gostaríamos de deixar claro que:

- apenas os responsáveis pela pesquisa terão acesso aos dados.
- os dados serão usados apenas para fins acadêmicos.
- e a divulgação dos dados será de forma anônima, preservando a privacidade de todos os participantes.

Desde já agradeço a colaboração. Sua participação é essencial no sucesso deste trabalho.

***Obrigatório**

Termo de Consentimento

O(a) senhor(a) irá acessar a pesquisa, assim que concordar com este documento. Sua participação é importante, porém você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

Garanto que esta pesquisa não oferece nenhum risco de natureza física ou psicológica para o(a) senhor(a). Também garanto-lhe a privacidade, para sua maior segurança, será mantido sigilo em relação ao seu nome e/ou quaisquer outros aspectos que possam vir a identificá-lo(a), e as informações utilizadas neste estudo possuirão a única finalidade de colaborar com a presente dissertação de mestrado bem como a divulgação em relatórios e revistas científicas.

o consentimento para a participação é uma escolha livre, e esta participação poderá ser interrompida a qualquer momento, caso o(a) senhor(a) precise ou deseje.

E ainda, para participar da mesma, não será oferecido nenhum valor ao (a) senhor (a). Portanto, nesta pesquisa, sua participação é totalmente voluntária.

1. *

Marque todas que se aplicam.

- Li e concordo com os termos
- Concordo em participar

Quais objetos você gostaria de controlar em sua casa utilizando o seu smartphone?

Contextualização

O número de objetos do dia a dia com computação embarcada e conectados à Internet está em crescente ascensão (e.g., carros, lâmpadas, portas, TVs) com uma perspectiva de superar a dezena de bilhões de dispositivos nos próximos anos. Alguns desses dispositivos dispõem de interfaces de interação via rede utilizando aplicativos nos Smartphones. Nestes aplicativos, é preciso que usuário encontre e se conecte com o dispositivo desejado, geralmente esta busca é feita na rede local. Em geral, esta busca é feita pelo aplicativo onde o mesmo apenas lista todos os dispositivos que estão ao alcance da rede do usuário. Porém, com uma grande quantidade de dispositivos, as interfaces de busca tendem a ser sobrecarregadas de informação.

Em um trabalho de pesquisa de mestrado realizado na Universidade federal do ceará-UFC uma abordagem de busca destes objetos está em desenvolvimento, esta abordagem visa diminuir a quantidade de objetos retornados para o usuário utilizando como filtro para a busca imagens dos objetos que estão no campo de visão do usuário.

Nesta abordagem, o usuário utilizará a câmera do Smartphone para apontar para o objeto que deseja interagir. Desta forma, o filtro para a busca do objeto de interesse será formado por uma combinação de informações obtidas utilizando algoritmos de análise de imagens, com foco em reconhecimento de objetos, e informações dos objetos que estão na rede.

Videos de demonstração

Abaixo, temos dois videos exemplo onde o usuário controla um objeto utilizando o celular.

No primeiro, a localização do objeto é realizada via busca normal, onde são listados todos os objetos na rede e o usuário tem que localizar o objeto que ele deseja controlar.

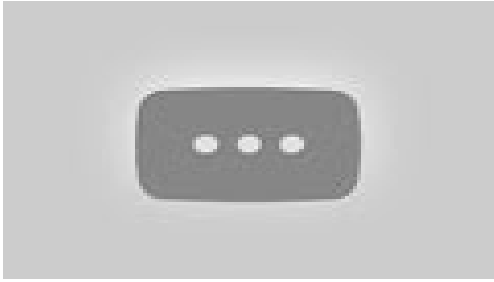
No segundo, o usuário utiliza o reconhecimento de objetos utilizando a câmera do celular para localizar o objeto.

Vídeo da busca por listagem na rede



http://youtube.com/watch?v=-yUvziOle_0

Video da busca por análise de imagens



http://youtube.com/watch?v=cj_bHD20lo

2. Quais tipos de objetos você gostaria de controlar, utilizando o smartphone, em sua casa (e.g.: Televisão, geladeira, luzes, porta etc) ? *

Marque todas que se aplicam.

- abajour
- ar condicionado
- purificador de ar
- liquidificador
- caixa de som
- Máquina de fazer pão
- Câmera
- Carro
- máquina de café
- teclado de computador
- monitor de computador
- mouse de computador
- lava-louças
- robô doméstico
- ventilador
- lanterna
- umidificador
- ipod
- computador portátil
- lâmpada
- microondas
- forno
- geladeira
- máquina de costura
- televisão
- torradeira
- esteira
- aspirador de pó
- máquina de lavar
- Portão da Garagem

Outro: _____

3. Quais funcionalidades destes objetos você gostaria de controlar pelo smartphone (e.g.: ligar/desligar, alterar intensidade/volume etc)? *

4. Você já teve a experiência de buscar algum objeto utilizando imagem (e.g.: busca de imagens do google; busca de objetos em aplicativos de lojas como dafiti, aliexpress) ? *

Marcar apenas uma oval.

- SIM
- NÃO

5. Caso tenha tido a experiência de buscar objetos utilizando imagens, conseguiu encontrar o objeto desejado?

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

6. Em uma escala de 0 a 10, onde 0 é nada vantajoso e 10 muito vantajoso, o quão vantajoso você acha que a abordagem proposta (buscar objetos utilizando a câmera do smartphone) é em relação a abordagem normal (buscar objetos dentre uma lista com todos os objetos disponíveis) ? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
pouco vantajoso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	muito vantajoso

7. Gostaria de justificar a resposta anterior?

8. Observações e/ou sugestões são bem vindas:

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE B – RESPOSTAS QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

Carimbo de data/hora	Quais tipos de objetos você gostaria de controlar, utilizando o smartphone, em sua casa (e.g.: Televisão, geladeira, luzes, porta etc.) ?	Quais funcionalidades destes objetos você gostaria de controlar pelo smartphone (e.g.: ligar/desligar, alterar intensidade/volume e etc) ?	Você já teve a experiência de buscar algum objeto utilizando imagem (e.g.: busca de imagens do google; busca de objetos em aplicativos de lojas como dafiti, aliexpress) ?	Caso tenha tido a experiência de buscar objetos utilizando imagens, conseguiu encontrar o objeto desejado?	Em uma escala de 0 a 10, onde 0 é nada vantajoso e 10 muito vantajoso, o quão vantajoso você acha que a abordagem proposta (buscar objetos utilizando a câmera do smartphone) é em relação a abordagem normal (buscar objetos dentre uma lista com todos os objetos disponíveis) ?	Gostaria de justificar a resposta anterior?	Observações e/ou sugestões são bem vindas:
13/11/2019 13	ar condicionado, computador portátil, geladeira, televisão, Portão da Garagem	Ligar/desligar, abrir/fechar	SIM	Sim	9		
13/11/2019 13	abajour, ar condicionado, purificador de ar, Câmera, máquina de café, lava-louças, robô doméstico, lâmpada, forno, televisão, máquina de lavar, Portão da Garagem	Ligar e desligar ligar/desligar, volume	SIM	Sim	8		
13/11/2019 13	ventilador, lâmpada, geladeira, televisão abajour, ar condicionado, caixa de som, Câmera, Carro, máquina de café, teclado de computador, monitor de computador, mouse de computador, lava-louças, robô doméstico, ventilador, lanterna, umidificador, ipod, computador portátil, lâmpada, microondas, forno, geladeira, televisão, máquina de lavar, Portão da Garagem	Ligar/desligar/alterar intensidade/volume/cor/monitorar parâmetros/ver imagem remota	NÃO		10	Porque não sabemos o nome de muitos produtos em outros idiomas.	
13/11/2019 13	ar condicionado, Câmera, Carro, robô doméstico, ventilador, televisão, aspirador de pó, Portão da Garagem	ligar/desligar	SIM	Sim	8		
13/11/2019 13	abajour, ar condicionado, purificador de ar, caixa de som, Câmera, máquina de café, teclado de computador, monitor de computador, mouse de computador, lava-louças, robô doméstico, ventilador, umidificador, ipod, lâmpada, forno, geladeira, televisão, máquina de lavar, Portão da Garagem	Ligar, desligar, iniciar, parar, recuperar status, criar relatório	SIM	Sim	9		
13/11/2019 13	ar condicionado, purificador de ar, caixa de som, Carro, ventilador, umidificador, lâmpada, geladeira, televisão, Portão da Garagem	Controlar intensidade da geladeira. Ligar/desligar ventilador, luzes e ar condicionado. Abrir fechar portas e portões.	NÃO	Não	10		Através da câmera o smartphone identifica qual objeto apontado e o aplicativo traria uma lista de marcas modelos disponíveis ao usuário, caso o aplicativo não identifique automaticamente. Depois disso o aplicativo deveria ser capaz de controlar o objeto selecionado. Caso o usuário não tenha acesso ao eletrodoméstico em questão no momento, o aplicativo deveria ser capaz de buscar por eletrodoméstico próximos e deixar usuário escolher a partir de uma lista(estilo redes Wi-Fis) onde estaria disponível via bluetooth ou Wi-Fi através do celular)
13/11/2019 13	ar condicionado, caixa de som, Carro, teclado de computador, monitor de computador, mouse de computador, ventilador, lâmpada, microondas, forno, geladeira, televisão, máquina de lavar	Ligar e desligar, aviso de se está ligado ou desligado (por exemplo, a pranchinha de cabelo, o ferro de passar roupa)...	SIM	Sim	10		
13/11/2019 14	ar condicionado, robô doméstico, lâmpada, televisão	Ligar/Desligar e volume	NÃO	Não	10		
13/11/2019 14	ar condicionado, mouse de computador	Controlar os recursos que uso durante minhas aulas: exibir videos, apresentacoes, navegacao na web.	SIM	Sim	8		
13/11/2019 14	monitor de computador, ventilador, lâmpada	Ligar e desligar	SIM	Sim	4		

Carimbo de data/hora	Quais tipos de objetos você gostaria de controlar, utilizando o smartphone, em sua casa (e.g.: Televisão, geladeira, luzes, porta etc) ?	Quais funcionalidades destes objetos você gostaria de controlar pelo smartphone (e.g.: ligar/desligar, alterar intensidade/volume e etc) ?	Você já teve a experiência de buscar algum objeto utilizando imagem (e.g.: busca de imagens do google; busca de objetos em aplicativos de lojas como dafiti, aliexpress) ?	Caso tenha tido a experiência de buscar objetos utilizando imagens, conseguiu encontrar o objeto desejado?	Em uma escala de 0 a 10, onde 0 é nada vantajoso e 10 muito vantajoso, o quanto vantajoso você acha que a abordagem proposta (buscar objetos utilizando a câmera do smartphone) é em relação a abordagem normal (buscar objetos dentro uma lista com todos os objetos disponíveis) ?	Gostaria de justificar a resposta anterior?	Observações e/ou sugestões são bem vindas:
13/11/2019 14	ar condicionado, caixa de som, Carro, televisão, Portão da Garagem	Liga/desligar e alterar intensidade como volume ou temperatura	NÃO	Não		Seria prático para o dia-a-dia	Seria interessante ver o consumo de bateria do smartphone com o uso desses aplicativos de controle desses equipamentos pois se o software consumir muito, torna a funcionalidade desinteressante.
13/11/2019 15	abajour, ar condicionado, caixa de som, robô doméstico, lâmpada, televisão, Portão da Garagem	Ligar, desligar, volume, canais, intensidade da luz, temperatura, abrir, fechar,	SIM	Sim		10	
13/11/2019 15	ar condicionado, Câmera, teclado de computador, mouse de computador, ventilador, lâmpada, televisão, Portão da Garagem	Ligar, desligar, alterar intensidade/volume.	SIM	Sim		9	
13/11/2019 15	abajour, ar condicionado, purificador de ar, Carro, geladeira, televisão	volume	SIM	Sim		9	
13/11/2019 16	abajour, ar condicionado, caixa de som, Câmera, Carro, máquina de café, monitor de computador, lava-louças, robô doméstico, ventilador, computador portátil, lâmpada, microondas, televisão, máquina de lavar, Portão da Garagem	Pelo menos ligar e desligar.	SIM	Sim		10	
13/11/2019 16	abajour, ar condicionado, purificador de ar, caixa de som, Câmera, máquina de café, lava-louças, robô doméstico, ventilador, umidificador, lâmpada, televisão, torradeira, Portão da Garagem	alternar entre ligar e desligar, girar o ventilador, modificar a intensidade do ventilador, abrir e fechar o portão da garagem, ligar a TV, alterar canais de TV, ligar e desligar a cafeteira	SIM	Sim		9	Controlar itens como ventilador, TV, lâmpadas que podem estar no mesmo cômodo dessa maneira é muito vantajoso. Contudo para alguns deles seria melhor controlar sem estar no mesmo cômodo, como as câmeras de segurança (que geralmente estão em diversos pontos da casa) e por isso não marquei 10.
13/11/2019 18	ar condicionado, Carro, robô doméstico, máquina de lavar	Tudo	NÃO	Não		8	
13/11/2019 18	ar condicionado, ventilador, lâmpada, televisão, máquina de lavar	Ligar, desligar, intensidade, programar	NÃO			6	Buscar objetos por imagem pode ser pouco assertivo
13/11/2019 20	abajour, ar condicionado, caixa de som, ventilador, lâmpada, televisão	ligar/desligar, agendar o momento de ligar ou desligar	NÃO	Não		10	
13/11/2019 20	abajour, ar condicionado, caixa de som, teclado de computador, monitor de computador, mouse de computador, computador portátil, lâmpada, geladeira, torradeira, Portão da Garagem	Ligar, desligar, controlar intensidade, alterar configuração de temporização e acesso	SIM	Sim		9	
13/11/2019 21	ar condicionado, caixa de som, lava-louças, ventilador, lâmpada, Portão da Garagem	Ligar/desligar, alterar intensidade/volume	NÃO			8	Tem q está próximo do objeto ou similar para poder utilizar a função
13/11/2019 21	abajour, ar condicionado, purificador de ar, liquidificador, caixa de som, Máquina de fazer pão, Câmera, máquina de café, teclado de computador, monitor de computador, mouse de computador, lava-louças, robô doméstico, ventilador, lanterna, umidificador, ipod, computador portátil, lâmpada, microondas, forno, geladeira, máquina de costura, televisão, torradeira, esteira, aspirador de pó, máquina de lavar, Portão da Garagem	ligar/desligar, alterar intensidade/volume	SIM	Sim		6	Uma listagem bem organizada é mais prática. A funcionalidade da câmera seria interessante para ligar/desligar apenas apontando a câmera. Serviria como uma espécie de "atalho".

Carimbo de data/hora	Quais tipos de objetos você gostaria de controlar, utilizando o smartphone, em sua casa (e.g.: Televisão, geladeira, luzes, porta etc) ?	Quais funcionalidades destes objetos você gostaria de controlar pelo smartphone (e.g.: ligar/desligar, alterar intensidade/volum e etc)?	Você já teve a experiência de buscar algum objeto utilizando imagem (e.g.: busca de imagens do google; busca de objetos em aplicativos de lojas como dafiti, aliexpress) ?	Caso tenha tido a experiência de buscar objetos utilizando imagens, conseguiu encontrar o objeto desejado?	Em uma escala de 0 a 10, onde 0 é nada vantajoso e 10 muito vantajoso, o quanto vantajoso você acha que a abordagem proposta (buscar objetos utilizando a câmera do smartphone) é em relação a abordagem normal (buscar objetos dentro uma lista com todos os objetos disponíveis) ?	Gostaria de justificar a resposta anterior?	Observações e/ou sugestões são bem vindas:
13/11/2019 22	ar condicionado, caixa de som, máquina de café, lâmpada, geladeira, televisão, máquina de lavar, Portão da Garagem	Ligar/desligar, controlar a luminosidade do ambiente, temperatura de um frigobar, volume do som.	NÃO	Não	10	Se a busca identificar de forma que não seja necessário ficar buscando por marca e modelo em uma lista, diminui bastante o tempo de busca dependendo do tamanho da lista.	
14/11/2019 00	abajour, caixa de som, Câmera, máquina de café, ventilador, lanterna, ipod, computador portátil, televisão, máquina de lavar, Portão da Garagem	Principalmente ligar e desligar. Em tv podia ser um próprio controle remoto dentro do iPhone e em pc, espelhar ou usar como segunda tela	SIM	Sim	9	Por que as vezes não sabemos nem o nome e nem o modelo	Demorei pra entender a pergunta de buscar por imagem kk
14/11/2019 02	abajour, ar condicionado, caixa de som, Câmera, Carro, robô doméstico, ventilador, lâmpada, televisão, aspirador de pó, Portão da Garagem	Tudo	NÃO	Não	10	N	S
14/11/2019 02	ar condicionado, teclado de computador, monitor de computador, mouse de computador, ventilador, computador portátil, lâmpada, televisão	Ligar/Desligar, Digitar com o teclado e Movimentar o mouse do computador	SIM	Sim	7		
14/11/2019 05	purificador de ar, caixa de som, máquina de café, ventilador, geladeira, televisão, máquina de lavar, Portão da Garagem	Ligar, desligar	NÃO		10		
14/11/2019 07	ar condicionado, caixa de som, máquina de café, robô doméstico, ventilador, lâmpada, microondas, forno, geladeira, televisão, torradeira, máquina de lavar, Portão da Garagem	todos esses listados	NÃO		4	A lista da, menos trabalho do que abrir a câmera do cel, apontador e etc. Talvez por voz seria mais interessante	
14/11/2019 07	ar condicionado, caixa de som, Carro, máquina de café, ventilador, lâmpada, microondas, forno, geladeira, televisão, máquina de lavar, Portão da Garagem	Controles gerais como ligar e desligar, intensidade etc. Alguns precisam de algo específico para eles, como o microondas para setar o tempo. Também seria útil ver o estado atual do objeto e qual tarefa está realizando naquele momento.	SIM	Sim	8	Acho que seria mais conveniente em diversos casos, exceto quando o objeto esta longe ou um pouco inacessível.	
14/11/2019 09	ar condicionado, purificador de ar, Câmera, lava-louças, ventilador, umidificador, computador portátil, lâmpada, televisão, máquina de lavar, Portão da Garagem	Ligar desligar	NÃO		5		
14/11/2019 09	abajour, ar condicionado, purificador de ar, liquidificador, caixa de som, Máquina de fazer pão, Câmera, Carro, máquina de café, teclado de computador, monitor de computador, mouse de computador, lava-louças, robô doméstico, ventilador, lanterna, umidificador, ipod, computador portátil, lâmpada, microondas, forno, geladeira, máquina de costura, televisão, torradeira, esteira, aspirador de pó, máquina de lavar, Portão da Garagem	ligar e desligar à distância, aumentar e diminuir intensidade do que ele faz, ter retorno de quanto tempo falta para acabar uma atividade, criar eventos na agenda relacionados às atividades que eles fazem, interagir com os eventos da minha agenda, ter acesso à análise dos dados deles, ver consumo de energia, fazer lista de compras baseado neles, informar data de vencimento etc.	SIM	Sim	10		
14/11/2019 09	abajour, ar condicionado, robô doméstico, televisão	Ligar/desligar, alterar volume, selecionar entrada (TV)	SIM	Sim	7		

Carimbo de data/hora	Quais tipos de objetos você gostaria de controlar, utilizando o smartphone, em sua casa (e.g.: Televisão, geladeira, luzes, porta etc) ?	Quais funcionalidades destes objetos você gostaria de controlar pelo smartphone (e.g.: ligar/desligar, alterar intensidade/volume e etc)?	Você já teve a experiência de buscar algum objeto utilizando imagem (e.g.: busca de imagens do google; busca de objetos em aplicativos de lojas como dafiti, aliexpress) ?	Caso tenha tido a experiência de buscar objetos utilizando imagens, conseguiu encontrar o objeto desejado?	Em uma escala de 0 a 10, onde 0 é nada vantajoso e 10 muito vantajoso, o quanto vantajoso você acha que a abordagem proposta (buscar objetos utilizando a câmera do smartphone) é em relação a abordagem normal (buscar objetos dentro uma lista com todos os objetos disponíveis) ?	Gostaria de justificar a resposta anterior?	Observações e/ou sugestões são bem vindas:
14/11/2019 09	ar condicionado, caixa de som, Câmera, ventilador, computador portátil, lâmpada, televisão, aspirador de pó	ligar e desligar, ajustar a intensidade quando aplicável apenas.	SIM	Sim			
14/11/2019 11	abajour, ar condicionado, purificador de ar, caixa de som, Câmera, máquina de café, robô doméstico, ventilador, lâmpada, forno, televisão, máquina de lavar	Ligar/desligar, volume, temperatura	SIM	Sim		8	
14/11/2019 20	ar condicionado, caixa de som, ventilador, televisão, aspirador de pó, máquina de lavar, Portão da Garagem, Cortina	Ligar e desligar; alterar intensidade	NÃO				Ganharíamos 9 tempo
18/11/2019 09	Portão da Garagem	Abrir/Fechar	NÃO	Não			O manuseio é mais natural.
20/11/2019 20	abajour, ar condicionado, caixa de som, Câmera, Carro, mouse de computador, robô doméstico, ventilador, lanterna, lâmpada, microondas, forno, televisão, Portão da Garagem	ligar, desligar, alterar intensidade, volume, trocar de canal...	SIM	Sim			as vezes é algum objeto que você não sabe o nome correto e tem dificuldade para encontrar, então mostrar uma foto dele se torna muito útil para encontrar. Mas se for um objeto comum, digitar o nome e ver a lista deles é 9 mais fácil
20/11/2019 20	ar condicionado, purificador de ar, caixa de som, Máquina de fazer pão, Carro, máquina de café, lava-louças, robô doméstico, ventilador, umidificador, lâmpada, microondas, forno, geladeira, televisão, torradeira, aspirador de pó, máquina de lavar, Portão da Garagem	Todas as funcionalidades citadas.	NÃO				Listas alfabéticas são mais rápidas na escolha de 1 objetos.
20/11/2019 20	ar condicionado, caixa de som, máquina de café, lâmpada, televisão, máquina de lavar, Portão da Garagem	Ligar	NÃO	Não		7	
20/11/2019 20	abajour, ar condicionado, purificador de ar, liquidificador, caixa de som, Máquina de fazer pão, Câmera, Carro, máquina de café, monitor de computador, lava-louças, robô doméstico, ventilador, lanterna, umidificador, computador portátil, lâmpada, microondas, forno, geladeira, televisão, torradeira, esteira, aspirador de pó, máquina de lavar, Portão da Garagem	configurar tudo que é possível	SIM	Sim		10	
20/11/2019 20	abajour, ar condicionado, purificador de ar, caixa de som, Câmera, Carro, robô doméstico, ventilador, lanterna, umidificador, computador portátil, lâmpada, geladeira, televisão, Portão da Garagem	Ligar, desligar, pausar, reproduzir, aumentar e diminuir o volume, aumentar e diminuir temperatura.	SIM	Sim			Mesmo com 20 itens na lista acho mais prático 1 procurar.
20/11/2019 20	abajour, ar condicionado, caixa de som, Câmera, Carro, máquina de café, lava-louças, ventilador, lâmpada, televisão, Portão da Garagem	Ligar/desligar	SIM	Sim		7	
20/11/2019 20	abajour, ar condicionado, caixa de som, Câmera, máquina de café, mouse de computador, robô doméstico	Ligar, desligar, controlar direção e mudar intensidade.	SIM	Não		10	
20/11/2019 20	abajour, ar condicionado, caixa de som, Câmera, Carro, robô doméstico, ventilador, lâmpada, televisão, Portão da Garagem	controle geral de todas funções	SIM	Sim		10 no	

Carimbo de data/hora	Quais tipos de objetos você gostaria de controlar, utilizando o smartphone, em sua casa (e.g.: Televisão, geladeira, luzes, porta etc) ?	Quais funcionalidades destes objetos você gostaria de controlar pelo smartphone (e.g.: ligar/desligar, alterar intensidade/volum e etc)?	Você já teve a experiência de buscar algum objeto utilizando imagem (e.g.: busca de imagens do google; busca de objetos em aplicativos de lojas como dafiti, aliexpress) ?	Caso tenha tido a experiência de buscar objetos utilizando imagens, conseguiu encontrar o objeto desejado?	Em uma escala de 0 a 10, onde 0 é nada vantajoso e 10 muito vantajoso, o quanto vantajoso você acha que a abordagem proposta (buscar objetos utilizando a câmera do smartphone) é em relação a abordagem normal (buscar objetos dentre uma lista com todos os objetos disponíveis) ?	Gostaria de justificar a resposta anterior?	Observações e/ou sugestões são bem vindas:
20/11/2019 21	ar condicionado, caixa de som, monitor de computador, ventilador, lâmpada, televisão, Portão da Garagem	Os essenciais: ligar/desligar, reiniciar, por para hibernar, alterar intensidade/volum e, pular playlist, alterar função (aleatorio, modo 1, modo 2 etc)	NÃO		10		
20/11/2019 21	abajour, ar condicionado, caixa de som, monitor de computador, robô doméstico, ventilador, televisão, Portão da Garagem	em geral, ligar, desligar e intensidade	SIM	Sim	9	não	
20/11/2019 21	Carro, monitor de computador, mouse de computador, lâmpada, Portão da Garagem	todos	SIM	Sim	10		
20/11/2019 22	ar condicionado, Câmera, lâmpada, televisão, Portão da Garagem	Ligar e desligar	SIM	Sim	8		
20/11/2019 22	abajour, ar condicionado, purificador de ar, caixa de som, Carro, robô doméstico, ventilador, lâmpada	Ligar e desligar	SIM	Não	8		
21/11/2019 00	mouse de computador, televisão, INTERRUPTOR PELO AMOR DE DEUS	Desligar a luz	NÃO		3	Nem sempre abrir a câmera, apontar pro objeto, aguardar a resposta do aplicativo e etc. valerá a pena em comparação a simplesmente levantar e resolver manualmente	
21/11/2019 01	ar condicionado, caixa de som, máquina de café, monitor de computador, mouse de computador, ventilador, lanterna, ipod, computador portátil, lâmpada, televisão, máquina de lavar, janelas, cortinas, portas	ligas/desligar, alterar intensidade, volume, horário programado de ligar e desligar	SIM	Sim	1	A câmera é acessibilidade a quem não tem visao, para quem tem uma lista ou interface interativa já basta.	Boa sorte no mestrado
21/11/2019 01	abajour, ar condicionado, purificador de ar, caixa de som, Câmera, teclado de computador, monitor de computador, mouse de computador, ventilador, umidificador, lâmpada, televisão	Ligar/desligar	NÃO		5		
21/11/2019 02	ar condicionado, monitor de computador, ventilador, lâmpada	Ligar/desligar	SIM	Sim	3	Considerando uma lista pequena (5 ou menos elementos) seria mais rápido e prático achar o aparelho que será controlado do que abrir a câmera pelo aplicativo, mirar no local e esperar o aplicativo reconhecer	
21/11/2019 02	ar condicionado, monitor de computador, lâmpada, televisão, Portão da Garagem	Ligar/desligar	SIM	Sim	10		
21/11/2019 03	abajour, caixa de som, ventilador	Ligar e desligar, aumentar e diminuir volume, trocar de música, pausar/reproduzir	SIM	Sim	10		
21/11/2019 03	abajour, ar condicionado, caixa de som, teclado de computador, monitor de computador, mouse de computador, ventilador, lâmpada, televisão, torradeira, esteira, Portão da Garagem	Ligar e desligar e controlar intensidade na lâmpada, no abajur, no ventilador e no ar condicionado	NÃO		7		
21/11/2019 08	caixa de som, lâmpada, Portão da Garagem	ligar/desligar, volume e abrir&fechar.	SIM	Sim	7		
21/11/2019 09	abajour, ar condicionado, purificador de ar, caixa de som, Câmera, máquina de café, lava-louças, ventilador, lanterna, umidificador, computador portátil, lâmpada, microondas, forno, geladeira, televisão, torradeira, máquina de lavar	todos.	NÃO		10		
21/11/2019 11	ar condicionado, purificador de ar, caixa de som, monitor de computador, ventilador, microondas, Portão da Garagem	Ligar/Desligar, temporizador, intensidade	SIM	Sim	6		

Carimbo de data/hora	Quais tipos de objetos você gostaria de controlar, utilizando o smartphone, em sua casa (e.g.: Televisão, geladeira, luzes, porta etc) ?	Quais funcionalidades destes objetos você gostaria de controlar pelo smartphone (e.g.: ligar/desligar, alterar intensidade/volum e etc)?	Você já teve a experiência de buscar algum objeto utilizando imagem (e.g.: busca de imagens do google; busca de objetos em aplicativos de lojas como dafiti, aliexpress) ?	Caso tenha tido a experiência de buscar objetos utilizando imagens, conseguiu encontrar o objeto desejado?	Em uma escala de 0 a 10, onde 0 é nada vantajoso e 10 muito vantajoso, o quanto vantajoso você acha que a abordagem proposta (buscar objetos utilizando a câmera do smartphone) é em relação a abordagem normal (buscar objetos dentre uma lista com todos os objetos disponíveis) ?	Gostaria de justificar a resposta anterior?	Observações e/ou sugestões são bem vindas:	
21/11/2019 11	ar condicionado, caixa de som, Câmera, máquina de café, robô doméstico, ventilador, computador portátil, lâmpada, microondas, forno, geladeira, televisão	Ligar, desligar. Programar duração de determinado ciclo. Executar tarefas ligadas ao produto.	SIM	Sim		10	Acredito que seja muito vantajoso caso o sistema de busca tenha uma boa base de dados. Pesquisando por imagem você consegue encontrar o produto de maneira mais rápida. Além disso, consigo achar itens que as vezes não lembro o nome.	
21/11/2019 12	ar condicionado, caixa de som, teclado de computador, monitor de computador, mouse de computador, ventilador, computador portátil, lâmpada, geladeira, televisão, Portão da Garagem	Ligar/desligar, alterar intensidade/volum e, trocar de canal, entre outras funções específicas de cada objeto	NÃO			9	Porque, às vezes, não se sabe o nome correto do objeto. Dessa forma, a pesquisa com auxílio da câmera do Smartphone pode agilizar o processo.	
21/11/2019 12	abajour, ar condicionado, ventilador, lanterna, lâmpada	Ligar/desligar	NÃO	Não		8		
21/11/2019 12	caixa de som, monitor de computador, ventilador, televisão, Portão da Garagem	Ligar/desligar principalmente	NÃO			7	Maior facilidade para pesquisa	
21/11/2019 14	abajour, ar condicionado, purificador de ar, caixa de som, Câmera, Carro, máquina de café, teclado de computador, monitor de computador, mouse de computador, lava-louças, robô doméstico, ventilador, lanterna, umidificador, ipod, lâmpada, microondas, máquina de costura, torradeira, esteira, aspirador de pó	ligar/desligar/mexer na interface	SIM	Não		4		
21/11/2019 15	ar condicionado, ventilador, microondas, forno, máquina de lavar	ligar/desligar	SIM	Sim		5		
21/11/2019 21	ar condicionado, caixa de som, máquina de café, ventilador, lanterna, lâmpada, microondas, televisão, torradeira, Portão da Garagem	Ligar/desligar (funções da máquina de café seria bom)	SIM	Não		7		
22/11/2019 22	ar condicionado, purificador de ar, caixa de som, Câmera, robô doméstico, umidificador, televisão, aspirador de pó, máquina de lavar, Portão da Garagem	Ligar/Desligar e volume	SIM	Sim		8		
23/11/2019 18	ar condicionado, caixa de som, Câmera, lâmpada, televisão, máquina de lavar	Ligar e desligar, diminuir intensidade, controlar tempo	NÃO	Não		5		
24/11/2019 10	ar condicionado, caixa de som, Câmera, máquina de café, teclado de computador, monitor de computador, mouse de computador, robô doméstico, ventilador, lanterna, computador portátil, lâmpada, televisão, aspirador de pó, Portão da Garagem	total controle dos recursos	SIM	Sim		10	N	
25/05/2020 16	televisão	Ligar/desligar, alterar intensidade/volum e, escolher canais, iniciar	NÃO			10		
25/05/2020 16	ar condicionado, caixa de som, teclado de computador, monitor de computador, ventilador, computador portátil, lâmpada, geladeira, televisão, máquina de lavar, Portão da Garagem	Ligar, próxima fase(lava roupas), temperatura, volume, Netflix (Pc,tv, etc), nível de bateria	SIM	Não		10	É muita vantagem Devido uma lista geralmente vem o nome do fabricante, logo pela imagem essa informação não precisa ser	
25/05/2020 16	ar condicionado, monitor de computador, lâmpada, microondas	Liga/Desligar	NÃO			7	informada	
25/05/2020 17	abajour, ar condicionado, caixa de som, Câmera, Carro, máquina de café, robô doméstico, ventilador, lâmpada, geladeira, máquina de lavar	Ligar/desligar, ter acesso ao status do dispositivo enquanto ele funciona (quanto tempo até terminar o ciclo da lavadora de roupas?)	SIM	Sim		10	Acredito que se o reconhecimento for realmente eficiente, buscar objetos através da câmera parece uma alternativa muito mais prática que as disponíveis atualmente	

Carimbo de data/hora	Quais tipos de objetos você gostaria de controlar, utilizando o smartphone, em sua casa (e.g.: Televisão, geladeira, luzes, porta etc.) ?	Quais funcionalidades destes objetos você gostaria de controlar pelo smartphone (e.g.: ligar/desligar, alterar intensidade/volum e etc.) ?	Você já teve a experiência de buscar algum objeto utilizando imagem (e.g.: busca de imagens do google; busca de objetos em aplicativos de lojas como dafiti, aliexpress) ?	Caso tenha tido a experiência de buscar objetos utilizando imagens, conseguiu encontrar o objeto desejado?	Em uma escala de 0 a 10, onde 0 é nada vantajoso e 10 muito vantajoso, o quanto vantajoso você acha que a abordagem proposta (buscar objetos utilizando a câmera do smartphone) é em relação a abordagem normal (buscar objetos dentro uma lista com todos os objetos disponíveis) ?	Gostaria de justificar a resposta anterior?	Observações e/ou sugestões são bem vindas:
25/05/2020 17	ar condicionado	Ligar, desligar, alterar temperatura	NÃO			Se a lista for muito grande, é mais vantajoso apenas identificar pela camera.	
26/05/2020 11	ar condicionado, caixa de som, Carro, umidificador, geladeira, televisão, máquina de lavar, Portão da Garagem	Ligar/desligar, mudar canal, mudar temperatura do ar condicionado e geladeira, mudar velocidade, modo de ventilador (alternar entre velocidades), agendar lavagem de roupa, avisar de término de ciclo de lavagem, controlar acionamento do umidificador, informações de consumo, segurança, controle de vidros e travas,	SIM	Sim		Por um lado é vantajoso pois seria uma boa economia de tempo ao buscar um objeto. A desvantagem pode estar na má qualidade da câmera que fará a captura da imagem, mas acredito que isso seja irrelevante, 8 mas há esse risco.	Acredito que buscar características que diferencie um objeto seria interessante, no caso de dois ar condicionados de modelos iguais serem diferenciados por um adesivo ou por algum objeto na parede que diferencie os dois ambientes. Em resumo, a combinação de reconhecimento do objeto combinado com o reconhecimento do ambiente seria interessante para a abordagem.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA OBTER IMAGENS

Qual é o principal objeto que você gostaria de controlar, utilizando o smartphone, em sua casa?

Prezado(a) participante, você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa "Qual objeto você gostaria de controlar em sua casa utilizando o seu smartphone?", desenvolvida pelo aluno de mestrado Paulo Filipe Dantas do curso de Mestrado em Ciências da Computação da Universidade Federal do Ceará - UFC

O objetivo desta pesquisa é identificar a categoria de objetos do dia a dia (ex.: Geladeira, TV, lâmpadas, micro-ondas etc.) que os usuários teriam maior interesse de controlar utilizando os seus smartphones e obter alguns exemplos de imagens destes objetos.

Sua participação é voluntária e anônima.

A duração é de aproximadamente 8 minutos.

Qualquer dúvida no preenchimento do questionário você pode enviar email para paulofilipe@alu.ufc.br

Gostaríamos de deixar claro que:

- apenas os responsáveis pela pesquisa terão acesso aos dados.
- os dados serão usados apenas para fins acadêmicos.
- e a divulgação dos dados será de forma anônima, preservando a privacidade de todos os participantes.

Desde já agradeço a colaboração. Sua participação é essencial no sucesso deste trabalho.

***Obrigatório**

Termo de Consentimento

O(a) senhor(a) irá acessar a pesquisa, assim que concordar com este documento. Sua participação é importante, porém você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

Garanto que esta pesquisa não oferece nenhum risco de natureza física ou psicológica para o(a) senhor(a). Também garanto-lhe a privacidade, para sua maior segurança, será mantido sigilo em relação ao seu nome e/ou quaisquer outros aspectos que possam vir a identificá-lo(a), e as informações utilizadas neste estudo possuirão a única finalidade de colaborar com a presente dissertação de mestrado bem como a divulgação em relatórios e revistas científicas.

o consentimento para a participação é uma escolha livre, e esta participação poderá ser interrompida a qualquer momento, caso o(a) senhor(a) precise ou deseje.

E ainda, para participar da mesma, não será oferecido nenhum valor ao (a) senhor (a). Portanto, nesta pesquisa, sua participação é totalmente voluntária.

1. *

Marque todas que se aplicam.

- Li e concordo com os termos
- Concordo em participar

Qual é o principal objeto que você gostaria de controlar, utilizando o smartphone, em sua casa?

Contextualização

O número de objetos do dia a dia com computação embarcada e conectados à Internet está em crescente ascensão (e.g., carros, lâmpadas, portas, TVs) com uma perspectiva de superar a dezena de bilhões de dispositivos nos próximos anos. Alguns desses dispositivos dispõem de interfaces de interação via rede utilizando aplicativos nos Smartphones. Nestes aplicativos, é preciso que usuário encontre e se conecte com o dispositivo desejado, geralmente esta busca é feita na rede local. Em geral, esta busca é feita pelo aplicativo onde o mesmo apenas lista todos os dispositivos que estão ao alcance da rede do usuário. Porém, com uma grande quantidade de dispositivos, as interfaces de busca tendem a ser sobrecarregadas de informação.

Em um trabalho de pesquisa de mestrado realizado na Universidade federal do Ceará-UFC uma abordagem de busca destes objetos está em desenvolvimento, esta abordagem visa diminuir a quantidade de objetos retornados para o usuário utilizando como filtro para a busca imagens dos objetos que estão no campo de visão do usuário.

Nesta abordagem, o usuário utilizará a câmera do Smartphone para apontar para o objeto que deseja interagir. Desta forma, o filtro para a busca do objeto de interesse será formado por uma combinação de informações obtidas utilizando algoritmos de análise de imagens, com foco em reconhecimento de objetos, e informações dos objetos que estão na rede.

Vídeos de demonstração

Abaixo, temos dois vídeos exemplo onde o usuário controla um objeto utilizando o celular.

No primeiro, a localização do objeto é realizada via busca normal, onde são listados todos os objetos na rede e o usuário tem que localizar o objeto que ele deseja controlar.

No segundo, o usuário utiliza o reconhecimento de objetos utilizando a câmera do celular para localizar o objeto.

Vídeo da busca por listagem na rede



http://youtube.com/watch?v=yUvziOle_0

Vídeo da busca por análise de imagens



http://youtube.com/watch?v=cj_bHD20lo

2. Qual é o principal objeto que você gostaria de controlar, utilizando o smartphone, em sua casa (e.g.: Televisão, geladeira, luzes, porta etc.)? *

Marcar apenas uma oval.

- abajour
- ar condicionado
- purificador de ar
- liquidificador
- caixa de som
- Máquina de fazer pão
- Câmera
- Carro
- máquina de café
- teclado de computador
- monitor de computador
- mouse de computador
- lava-louças
- robô doméstico
- ventilador
- lanterna
- umidificador
- ipod
- computador portátil
- lâmpada
- microondas
- forno
- geladeira
- máquina de costura
- televisão
- torradeira
- esteira
- aspirador de pó
- máquina de lavar
- Portão da Garagem
- Outro: _____

3. Por favor nos envie 3 fotos deste dispositivo. Procure tirar estas fotos na posição, lugar e distância da qual você acha que seria ideal para iniciar a controlá-lo (TODAS AS RESPOSTAS E ARQUIVOS ENVIADOS PARA ESTA PESQUISA SERÃO ANÔNIMOS E NÃO SERÃO DIVULGADOS AO PÚBLICO). *

Arquivos enviados:

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE D – OUTPUTS TESTE DA CNN

object type\File name	Evaluation time	label-result-1	label-result-2	label-result-3	label-result-4	label-result-5	Best label is correct?
respostas\air-conditioner\air (1).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.745s	refrigerator (score=0.34353)	air purifier (score=0.25439)	air-conditioner (score=0.24680)	coffee maker (score=0.08328)	television (score=0.03459)	FALSE
respostas\air-conditioner\air (1).jpg	Evaluation time (1-image): 0.627s	air-conditioner (score=0.69809)	oven (score=0.09666)	breadmaker (score=0.07861)	bedside lamp (score=0.02405)	refrigerator (score=0.01972)	TRUE
respostas\air-conditioner\air (10).jpg	Evaluation time (1-image): 0.634s	refrigerator (score=0.54714)	air-conditioner (score=0.22485)	air purifier (score=0.15469)	bedside lamp (score=0.02386)	television (score=0.01643)	FALSE
respostas\air-conditioner\air (11).jpg	Evaluation time (1-image): 0.606s	air-conditioner (score=0.56007)	bedside lamp (score=0.30467)	air purifier (score=0.06462)	domestic robot (score=0.04024)	television (score=0.01559)	TRUE
respostas\air-conditioner\air (12).jpg	Evaluation time (1-image): 0.662s	air-conditioner (score=0.74564)	refrigerator (score=0.14248)	domestic robot (score=0.03806)	washing machine (score=0.02015)	oven (score=0.01624)	TRUE
respostas\air-conditioner\air (2).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.635s	television (score=0.42105)	air-conditioner (score=0.19470)	sewing machine (score=0.07583)	treadmill (score=0.06547)	washing machine (score=0.04814)	FALSE
respostas\air-conditioner\air (2).jpg	Evaluation time (1-image): 0.619s	air-conditioner (score=0.26826)	refrigerator (score=0.25048)	television (score=0.22517)	bedside lamp (score=0.14691)	air purifier (score=0.01393)	TRUE
respostas\air-conditioner\air (3).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.603s	domestic robot (score=0.17302)	traffic light (score=0.13575)	air-conditioner (score=0.12682)	bedside lamp (score=0.09574)	oven (score=0.08162)	FALSE
respostas\air-conditioner\air (3).jpg	Evaluation time (1-image): 0.691s	air-conditioner (score=0.34861)	breadmaker (score=0.28863)	oven (score=0.19356)	washing machine (score=0.05225)	refrigerator (score=0.02929)	TRUE
respostas\air-conditioner\air (4).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.606s	refrigerator (score=0.48426)	air purifier (score=0.24474)	air-conditioner (score=0.10348)	television (score=0.03778)	microwave (score=0.03331)	FALSE
respostas\air-conditioner\air (4).jpg	Evaluation time (1-image): 0.610s	refrigerator (score=0.46498)	oven (score=0.13584)	air-conditioner (score=0.10812)	bedside lamp (score=0.09823)	television (score=0.08384)	FALSE
respostas\air-conditioner\air (5).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.605s	bedside lamp (score=0.34028)	sewing machine (score=0.22760)	washing machine (score=0.13755)	dishwasher (score=0.04420)	air-conditioner (score=0.04305)	FALSE
respostas\air-conditioner\air (5).jpg	Evaluation time (1-image): 0.602s	refrigerator (score=0.45637)	air-conditioner (score=0.18389)	breadmaker (score=0.14181)	oven (score=0.11095)	coffee maker (score=0.01719)	FALSE
respostas\air-conditioner\air (6).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.653s	bedside lamp (score=0.48634)	vacumm cleaner (score=0.20651)	domestic robot (score=0.09909)	air-conditioner (score=0.05190)	oven (score=0.04953)	FALSE
respostas\air-conditioner\air (6).jpg	Evaluation time (1-image): 0.623s	air-conditioner (score=0.40748)	refrigerator (score=0.33922)	oven (score=0.13939)	television (score=0.05091)	breadmaker (score=0.01938)	TRUE
respostas\air-conditioner\air (7).jpg	Evaluation time (1-image): 0.656s	air-conditioner (score=0.97086)	ipod (score=0.00490)	boom box (score=0.00407)	television (score=0.00406)	breadmaker (score=0.00402)	TRUE
respostas\air-conditioner\air (8).jpg	Evaluation time (1-image): 0.632s	air-conditioner (score=0.94606)	oven (score=0.02121)	washing machine (score=0.01761)	laptop (score=0.00346)	domestic robot (score=0.00172)	TRUE
respostas\air-conditioner\air (9).jpg	Evaluation time (1-image): 0.571s	air-conditioner (score=0.77531)	boom box (score=0.06014)	breadmaker (score=0.05980)	flashlight (score=0.02877)	television (score=0.02861)	TRUE
respostas\boom box\boom-box (1).jpg	Evaluation time (1-image): 0.634s	camera (score=0.26835)	coffee maker (score=0.19231)	television (score=0.18318)	bedside lamp (score=0.12730)	microwave (score=0.02962)	FALSE
respostas\boom box\boom-box (2).jpg	Evaluation time (1-image): 0.577s	television (score=0.21044)	oven (score=0.18514)	air-conditioner (score=0.17813)	bedside lamp (score=0.10340)	camera (score=0.10243)	FALSE
respostas\boom box\boom-box (3).jpg	Evaluation time (1-image): 0.567s	treadmill (score=0.32598)	vacumm cleaner (score=0.21349)	bedside lamp (score=0.15144)	air purifier (score=0.10806)	coffee maker (score=0.05103)	FALSE
respostas\car\car (1).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.563s	boom box (score=0.98045)	car (score=0.01231)	domestic robot (score=0.00262)	oven (score=0.00251)	breadmaker (score=0.00093)	FALSE
respostas\car\car (2).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.596s	car (score=0.99995)	flashlight (score=0.00003)	ipod (score=0.00000)	camera (score=0.00000)	breadmaker (score=0.00000)	TRUE
respostas\computer-monitor\computer-monitor (1).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.599s	television (score=0.48184)	refrigerator (score=0.33982)	computer-monitor (score=0.03607)	dishwasher (score=0.03467)	washing machine (score=0.03090)	FALSE
respostas\computer-monitor\computer-monitor (2).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.623s	television (score=0.92014)	computer-monitor (score=0.03033)	laptop (score=0.03023)	microwave (score=0.00952)	oven (score=0.00271)	FALSE
respostas\computer-monitor\computer-monitor (3).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.531s	television (score=0.81067)	computer-monitor (score=0.13385)	computer keyboard (score=0.02220)	laptop (score=0.01999)	sewing machine (score=0.00444)	FALSE
respostas\fan\fan (1).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.547s	fan (score=0.74047)	bedside lamp (score=0.07406)	boom box (score=0.06596)	frying pan (score=0.02209)	air-conditioner (score=0.01685)	TRUE
respostas\fan\fan (1).jpg	Evaluation time (1-image): 0.580s	fan (score=0.76981)	boom box (score=0.11542)	air-conditioner (score=0.05622)	air purifier (score=0.02671)	vacumm cleaner (score=0.00778)	TRUE
respostas\fan\fan (2).jpg	Evaluation time (1-image): 0.616s	fan (score=0.88244)	air purifier (score=0.06010)	boom box (score=0.04505)	bedside lamp (score=0.00531)	air-conditioner (score=0.00207)	TRUE
respostas\fan\fan (3).jpg	Evaluation time (1-image): 0.606s	fan (score=0.86339)	air-conditioner (score=0.06291)	boom box (score=0.02844)	bedside lamp (score=0.01696)	dishwasher (score=0.00846)	TRUE

respostas\fan\fan (4).jpg	Evaluation time (1-image): 0.615s	fan (score=0.53965)	boom box (score=0.20275)	frying pan (score=0.12458)	oven (score=0.06634)	domestic robot (score=0.04749)	TRUE
respostas\fan\fan (5).jpg	Evaluation time (1-image): 0.580s	domestic robot (score=0.57521)	air-conditioner (score=0.12928)	breadmaker (score=0.06117)	frying pan (score=0.04590)	fan (score=0.04403)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (1).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.546s	air-conditioner (score=0.33966)	bedside lamp (score=0.27646)	television (score=0.09871)	refrigerator (score=0.09488)	air purifier (score=0.07637)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (1).jpg	Evaluation time (1-image): 0.549s	lightbulb (score=0.33421)	camera (score=0.27833)	fan (score=0.13756)	air-conditioner (score=0.11988)	bedside lamp (score=0.05702)	TRUE
respostas\lightbulb\lightbulb (10).jpg	Evaluation time (1-image): 0.550s	air-conditioner (score=0.53487)	bedside lamp (score=0.21224)	oven (score=0.12811)	flashlight (score=0.04670)	domestic robot (score=0.01933)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (11).jpg	Evaluation time (1-image): 0.519s	television (score=0.26975)	lightbulb (score=0.15829)	bedside lamp (score=0.14533)	camera (score=0.13569)	humidifier (score=0.08304)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (12).jpg	Evaluation time (1-image): 0.597s	lightbulb (score=0.63457)	bedside lamp (score=0.05848)	television (score=0.05327)	air-conditioner (score=0.04501)	computer mouse (score=0.02690)	TRUE
respostas\lightbulb\lightbulb (13).jpg	Evaluation time (1-image): 0.557s	air-conditioner (score=0.28175)	bedside lamp (score=0.25708)	washing machine (score=0.19138)	lightbulb (score=0.12215)	air purifier (score=0.04189)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (14).jpg	Evaluation time (1-image): 0.593s	air-conditioner (score=0.32062)	television (score=0.29241)	domestic robot (score=0.09177)	camera (score=0.07763)	vacumm cleaner (score=0.03465)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (15).jpg	Evaluation time (1-image): 0.551s	air-conditioner (score=0.44361)	television (score=0.32165)	camera (score=0.09832)	bedside lamp (score=0.06301)	domestic robot (score=0.01884)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (16).jpg	Evaluation time (1-image): 0.585s	air-conditioner (score=0.66097)	lightbulb (score=0.16214)	bedside lamp (score=0.05454)	air purifier (score=0.03818)	camera (score=0.02353)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (17).jpg	Evaluation time (1-image): 0.537s	camera (score=0.27154)	bedside lamp (score=0.22687)	lightbulb (score=0.17555)	traffic light (score=0.13258)	television (score=0.12166)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (18).jpg	Evaluation time (1-image): 0.576s	bedside lamp (score=0.25911)	television (score=0.17769)	lightbulb (score=0.16140)	traffic light (score=0.14998)	camera (score=0.13116)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (19).jpg	Evaluation time (1-image): 0.557s	camera (score=0.25280)	lightbulb (score=0.20106)	bedside lamp (score=0.19587)	traffic light (score=0.14239)	television (score=0.13078)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (2).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.604s	camera (score=0.32702)	bedside lamp (score=0.21449)	television (score=0.18653)	air-conditioner (score=0.09470)	traffic light (score=0.05641)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (2).jpg	Evaluation time (1-image): 0.553s	camera (score=0.33007)	lightbulb (score=0.16578)	air-conditioner (score=0.15365)	fan (score=0.13524)	television (score=0.09834)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (20).jpg	Evaluation time (1-image): 0.520s	bedside lamp (score=0.57034)	fan (score=0.11429)	camera (score=0.09174)	lightbulb (score=0.08773)	traffic light (score=0.06634)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (21).jpg	Evaluation time (1-image): 0.551s	television (score=0.60179)	camera (score=0.12494)	bedside lamp (score=0.08222)	traffic light (score=0.04706)	lightbulb (score=0.03962)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (22).jpg	Evaluation time (1-image): 0.594s	bedside lamp (score=0.55203)	television (score=0.32414)	lightbulb (score=0.07836)	air-conditioner (score=0.01020)	camera (score=0.00779)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (3).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.602s	camera (score=0.32702)	bedside lamp (score=0.21449)	television (score=0.18653)	air-conditioner (score=0.09470)	traffic light (score=0.05641)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (3).jpg	Evaluation time (1-image): 0.643s	camera (score=0.81705)	fan (score=0.09199)	lightbulb (score=0.03085)	bedside lamp (score=0.02005)	air-conditioner (score=0.01529)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (4).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.670s	oven (score=0.30781)	bedside lamp (score=0.13861)	camera (score=0.10515)	washing machine (score=0.10096)	television (score=0.06455)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (4).jpg	Evaluation time (1-image): 0.565s	lightbulb (score=0.78727)	bedside lamp (score=0.13232)	traffic light (score=0.01762)	breadmaker (score=0.01531)	camera (score=0.01063)	TRUE
respostas\lightbulb\lightbulb (5).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.652s	bedside lamp (score=0.81420)	television (score=0.09308)	air-conditioner (score=0.01851)	fan (score=0.01281)	washing machine (score=0.01100)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (5).jpg	Evaluation time (1-image): 0.581s	television (score=0.26147)	lightbulb (score=0.25335)	washing machine (score=0.10446)	camera (score=0.10208)	traffic light (score=0.06354)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (6).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.571s	television (score=0.16090)	air-conditioner (score=0.15466)	oven (score=0.14542)	bedside lamp (score=0.14266)	refrigerator (score=0.09482)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (6).jpg	Evaluation time (1-image): 0.533s	camera (score=0.86451)	bedside lamp (score=0.04147)	fan (score=0.02117)	air-conditioner (score=0.01475)	lightbulb (score=0.01455)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (7).jpg	Evaluation time (1-image): 0.614s	bedside lamp (score=0.42345)	air-conditioner (score=0.18436)	lightbulb (score=0.10753)	refrigerator (score=0.07861)	camera (score=0.06176)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (8).jpg	Evaluation time (1-image): 0.544s	air-conditioner (score=0.48706)	bedside lamp (score=0.39084)	flashlight (score=0.06928)	fan (score=0.02051)	computer keyboard (score=0.01822)	FALSE
respostas\lightbulb\lightbulb (9).jpg	Evaluation time (1-image): 0.581s	air-conditioner (score=0.33610)	flashlight (score=0.33071)	bedside lamp (score=0.18612)	computer keyboard (score=0.04132)	oven (score=0.02657)	FALSE

respostas\television\tv (1).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.547s	television (score=0.50757)	refrigerator (score=0.37351)	microwave (score=0.03253)	coffee maker (score=0.03047)	traffic light (score=0.01285)	TRUE
respostas\television\tv (1).jpg	Evaluation time (1-image): 0.595s	television (score=0.48627)	oven (score=0.09163)	microwave (score=0.07413)	washing machine (score=0.07230)	refrigerator (score=0.06403)	TRUE
respostas\television\tv (10).jpg	Evaluation time (1-image): 0.578s	television (score=0.90484)	boom box (score=0.03867)	microwave (score=0.03679)	ipod (score=0.00497)	computer-monitor (score=0.00417)	TRUE
respostas\television\tv (2).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.581s	refrigerator (score=0.60698)	television (score=0.16731)	dishwasher (score=0.06241)	microwave (score=0.04494)	washing machine (score=0.04170)	FALSE
respostas\television\tv (2).jpg	Evaluation time (1-image): 0.595s	television (score=0.62821)	computer-monitor (score=0.12800)	washing machine (score=0.05809)	microwave (score=0.04165)	refrigerator (score=0.04109)	TRUE
respostas\television\tv (3).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.622s	television (score=0.49406)	refrigerator (score=0.28049)	microwave (score=0.13378)	computer-monitor (score=0.04142)	air purifier (score=0.01191)	TRUE
respostas\television\tv (3).jpg	Evaluation time (1-image): 0.544s	television (score=0.66791)	computer-monitor (score=0.07449)	oven (score=0.07097)	washing machine (score=0.04956)	microwave (score=0.04378)	TRUE
respostas\television\tv (4).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.540s	television (score=0.95504)	washing machine (score=0.01119)	bedside lamp (score=0.00972)	oven (score=0.00470)	boom box (score=0.00260)	TRUE
respostas\television\tv (4).jpg	Evaluation time (1-image): 0.584s	television (score=0.95888)	refrigerator (score=0.02999)	computer-monitor (score=0.00363)	microwave (score=0.00253)	traffic light (score=0.00185)	TRUE
respostas\television\tv (5).jpeg	Evaluation time (1-image): 0.856s	television (score=0.90460)	bedside lamp (score=0.07108)	boom box (score=0.01421)	air-conditioner (score=0.00228)	computer-monitor (score=0.00146)	TRUE
respostas\television\tv (5).jpg	Evaluation time (1-image): 0.581s	television (score=0.89750)	microwave (score=0.05569)	computer-monitor (score=0.00864)	bedside lamp (score=0.00574)	washing machine (score=0.00357)	TRUE
respostas\television\tv (6).jpeg	Evaluation time (1-image): 1.136s	television (score=0.47405)	boom box (score=0.46573)	ipod (score=0.02376)	car (score=0.00900)	microwave (score=0.00493)	TRUE
respostas\television\tv (6).jpg	Evaluation time (1-image): 1.525s	television (score=0.90462)	bedside lamp (score=0.01627)	computer-monitor (score=0.01049)	refrigerator (score=0.00966)	vacumm cleaner (score=0.00878)	TRUE
respostas\television\tv (7).jpg	Evaluation time (1-image): 1.415s	coffee maker (score=0.46653)	television (score=0.18228)	refrigerator (score=0.08192)	bedside lamp (score=0.07273)	microwave (score=0.06170)	FALSE
respostas\television\tv (8).jpg	Evaluation time (1-image): 1.570s	refrigerator (score=0.35800)	bedside lamp (score=0.25575)	television (score=0.25401)	coffee maker (score=0.03583)	washing machine (score=0.02532)	FALSE
respostas\television\tv (9).jpg	Evaluation time (1-image): 1.066s	television (score=0.41296)	traffic light (score=0.18043)	air purifier (score=0.17016)	refrigerator (score=0.05774)	bedside lamp (score=0.05726)	TRUE

APÊNDICE E – CATEGORIAS DE SO UTILIZADAS

bedside lamp
air conditioner
air purifier
blender
boom box
bread maker
camera
car
coffee maker
computer keyboard
computer monitor
computer mouse
dishwasher
domestic robot
door
fan
flashlight
frying pan
humidifier
ipod
laptop
light bulb|light
microwave
oven
refrigerator
sewing machine
television
toaster
treadmill
vacuum cleaner
washing machine

window

window curtain

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO PARTICIPAÇÃO DE TESTE

Perfil do Participante - Pesquisa sobre automação residencial

Prezado(a) participante, você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa sobre automação residencial, desenvolvida pelo aluno de mestrado Paulo Filipe Dantas do curso de Mestrado em Ciência da Computação da Universidade Federal do Ceará - UFC.

O objetivo desta pesquisa é identificar perfis de usuários de aplicações de smart home para em seguida participarem de um experimento remoto usando a tecnologia OpenHab.

Sua participação é voluntária e anônima.

A duração é de aproximadamente 10 minutos.

Qualquer dúvida no preenchimento do questionário você pode enviar e-mail para paulofilipe@alu.ufc.br

Gostaríamos de deixar claro que:

- apenas os responsáveis pela pesquisa terão acesso aos dados;
- os dados serão usados apenas para fins acadêmicos; e
- a divulgação dos dados será de forma anônima, preservando a privacidade de todos os participantes.

Desde já agradeço a colaboração. Sua participação é essencial no sucesso deste trabalho!

***Obrigatório**

Termo de Consentimento

O(a) senhor(a) irá acessar a pesquisa, assim que concordar com este documento. Sua participação é importante, porém você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

Garanto que esta pesquisa não oferece nenhum risco de natureza física ou psicológica para o(a) senhor(a). Também garanto-lhe a privacidade, para sua maior segurança, será mantido sigilo em relação ao seu nome e/ou quaisquer outros aspectos que possam vir a identificá-lo(a), e as informações utilizadas neste estudo possuirão a única finalidade de colaborar com a presente dissertação de mestrado bem como a divulgação em relatórios e revistas científicas.

O consentimento para a participação é uma escolha livre e esta participação poderá ser interrompida a qualquer momento, caso o(a) senhor(a) precise ou deseje.

E ainda, para participar da mesma, não será oferecido nenhum valor ao (a) senhor (a). Portanto, nesta pesquisa, sua participação é totalmente voluntária.

1. *

Marcar apenas uma oval.

Li e concordo com os termos

Opinião sobre abordagens de localização de Smart Objects

2. Nome *

3. Idade *

Marcar apenas uma oval.

17 ou menos

18 a 20

21 a 29

30 a 39

40 a 49

50 a 59

60 ou mais

4. Gênero *

Marcar apenas uma oval.

- Feminino
- Masculino
- Prefiro não dizer
- Outro: _____

5. email *

6. Em uma escala de 0 a 10, onde 0 seria usuário iniciante (precisa de ajuda para a maioria das tarefas) e 10 seria usuário avançado (consegue realizar a maioria das ações que deseja realizar), como você se considera em relação ao uso de tecnologias, como por exemplo o uso de smartphone? *

Marcar apenas uma oval.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
preciso de ajuda para a maioria das tarefas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	usuário avançado

7. Você trabalha ou estuda em alguma área relacionada à tecnologia da informação? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, trabalho há mais de 5 anos
- Sim, trabalho há 5 anos ou menos
- Sim, estudo em um curso da área de Tecnologias Digitais (e.g., Computação, SMD, Sistemas de Informação)
- Não

8. Já utilizou algum aplicativo voltado para Smart Home, tais como Google Home, Amazon Alexa ou qualquer outro? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, uso rotineiramente
- Sim, mas com pouca frequência
- Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação
- Não

9. Caso já tenha utilizado algum aplicativo voltado para smart home, por favor nos informe qual

10. Já utilizou algum aplicativo de celular para realizar o controle ou se comunicar com algum objeto na sua casa (eg.: Smart TV, tomada inteligente etc) *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, uso rotineiramente
- Sim, mas com pouca frequência
- Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação
- Não

11. Caso já tenha utilizado algum aplicativo de celular para realizar o controle ou se comunicar com algum objeto na sua casa, por favor nos informe qual(is) objeto(s) você controlou.

Voluntários
para
próxima
etapa da
pesquisa

Você tem interesse de participar de uma pesquisa comparando formas de localização de dispositivos IoT em aplicações de smart home? Esta pesquisa será realizada de forma remota, tudo o que precisa é que tenha um smartphone e possa realizar uma chamada de voz com o pesquisador durante alguns minutos. Nesta chamada de voz serão indicados algumas tarefas simples para serem realizadas utilizando um aplicativo móvel para celulares ANDROID fornecido pelo pesquisador.

12. Gostaria de participar da próxima etapa da pesquisa? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

13. Caso tenha interesse em participar da pesquisa por favor nos indique 3 dias e horários para participar desta pesquisa.

Exemplo: 7 de janeiro de 2019

14. Hora

Exemplo: 08h30

- 15.

Exemplo: 7 de janeiro de 2019

16. Hora

Exemplo: 08h30

- 17.

Exemplo: 7 de janeiro de 2019

18. Hora

Exemplo: 08h30

19. Caso prefira, pode deixar seu numero de telefone para facilitar a marcação desta segunda etapa da pesquisa.

20. Observações e/ou sugestões

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO OPINIÃO PRÉ-TESTE

Questionário de opinião pré-teste

Prezado(a) participante, você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa sobre automação residencial, desenvolvida pelo aluno de mestrado Paulo Filipe Dantas do curso de Mestrado em Ciência da Computação da Universidade Federal do Ceará - UFC.

O objetivo desta pesquisa é avaliar formas de buscas de objetos inteligentes na plataforma OpenHab.

Sua participação é voluntária e anônima.

A duração é de aproximadamente 5 minutos.

Qualquer dúvida no preenchimento do questionário você pode enviar e-mail para paulofilipe@alu.ufc.br

Gostaríamos de deixar claro que:

- apenas os responsáveis pela pesquisa terão acesso aos dados;
- os dados serão usados apenas para fins acadêmicos; e
- a divulgação dos dados será de forma anônima, preservando a privacidade de todos os participantes.

Desde já agradeço a colaboração. Sua participação é essencial no sucesso deste trabalho.

***Obrigatório**

1. *

Marcar apenas uma oval.

Afirmo que li e concordo com os termos da pesquisa (apresentados no formulário inicial)

Contextualização

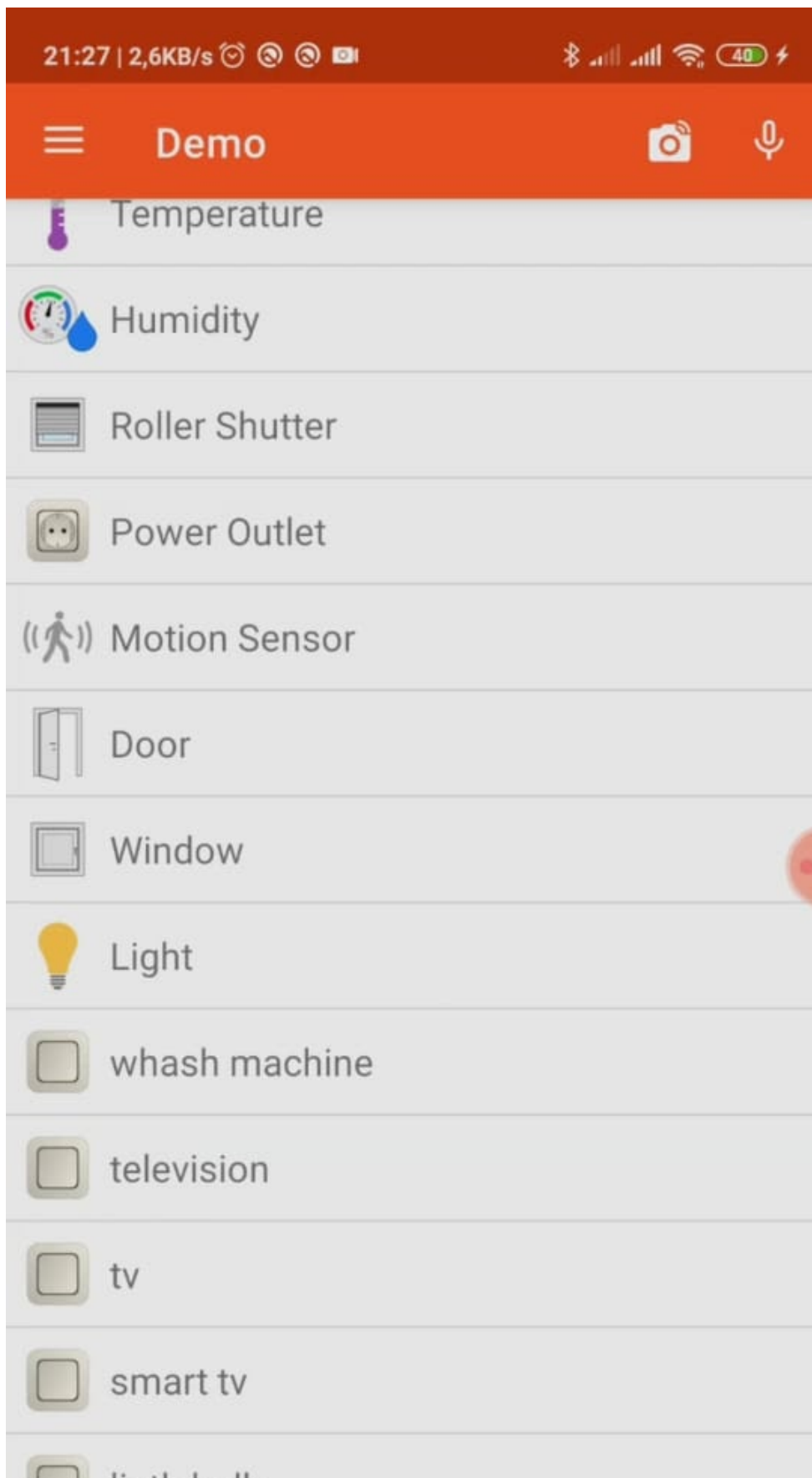
Esta pesquisa tem o objetivo de coletar a percepção dos usuários em relação a duas formas de localização de objetos inteligentes em um cenário de smart home.

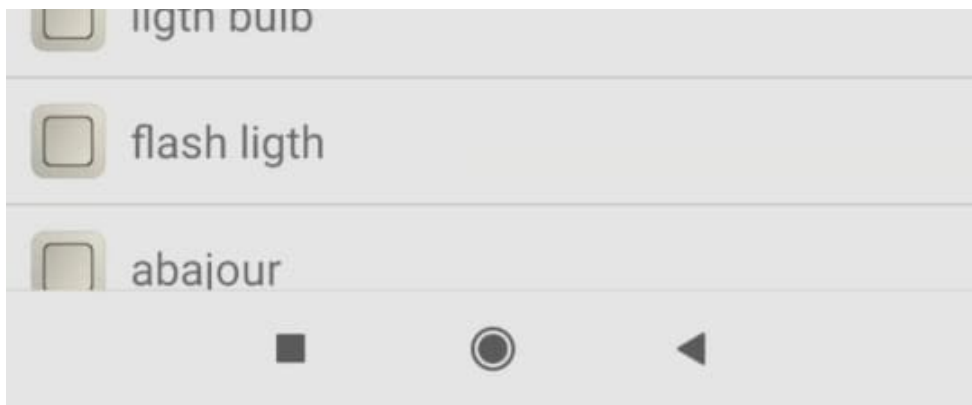
Abaixo, temos dois exemplos onde o usuário estaria buscando um objeto de sua smart home utilizando o celular.

No primeiro, a localização do objeto é realizada via busca convencional, onde são listados todos os objetos na rede e o usuário tem que localizar o objeto que ele(a) deseja controlar.

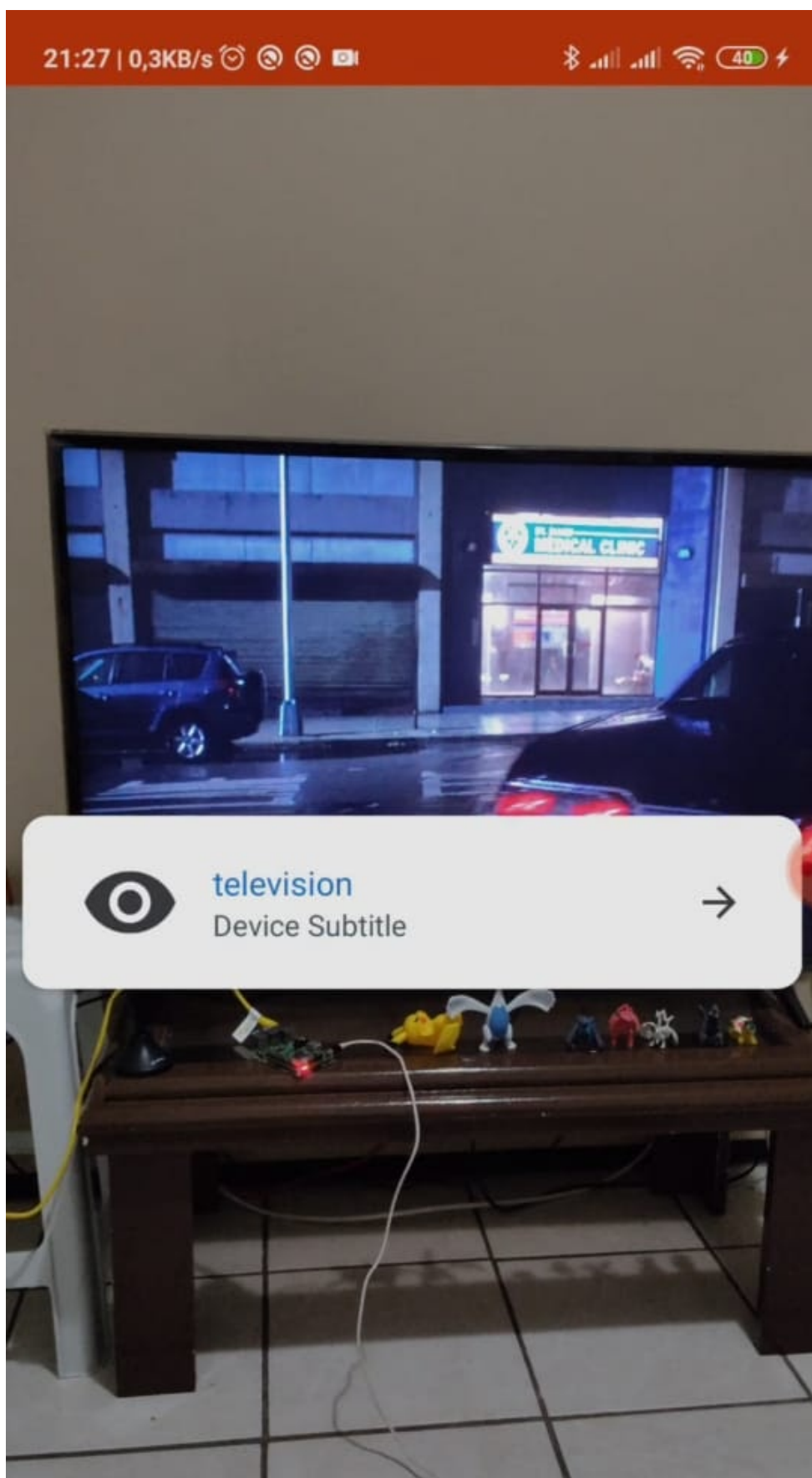
No segundo, o usuário utiliza o reconhecimento de objetos utilizando a câmera do celular para localizar o objeto.

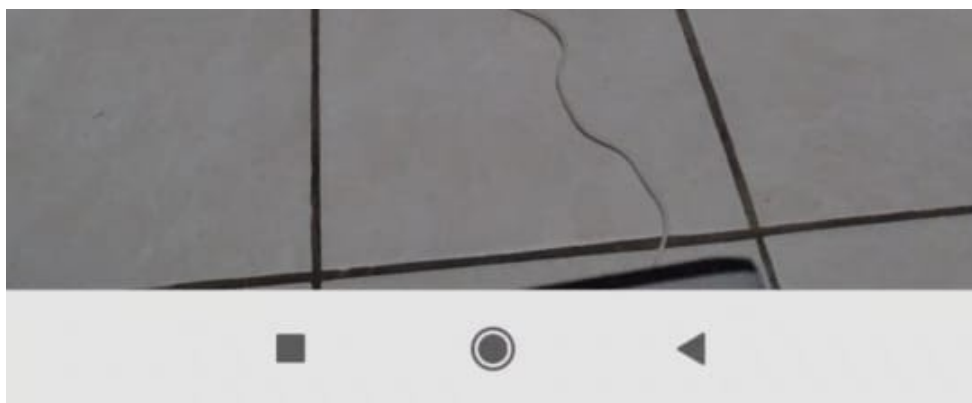
Exemplo onde o usuário deve localizar um objeto em uma lista





Exemplo de Localizar objeto utilizando a câmera





2. Nome *

3. email *

4. Você já teve a experiência de buscar algum objeto utilizando imagem (e.g.: busca de imagens do Google; busca de objetos em aplicativos de lojas como Dafiti e AliExpress) ? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

5. Caso tenha tido a experiência de buscar objetos utilizando imagens, conseguiu encontrar o objeto desejado?

Marcar apenas uma oval.

Encontrei exatamente o que queria

Encontrei apenas objetos similares

A busca não funcionou

Nunca utilizei

6. Como você julgaria a utilidade do uso do smartphone (e.g.: listagem do dispositivos, ou comandos de voz) para localizar e controlar objetos da sua casa? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
nada útil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	muito útil

7. Como você julgaria a utilidade do uso da câmera do smartphone para localizar e controlar objetos da sua casa? *

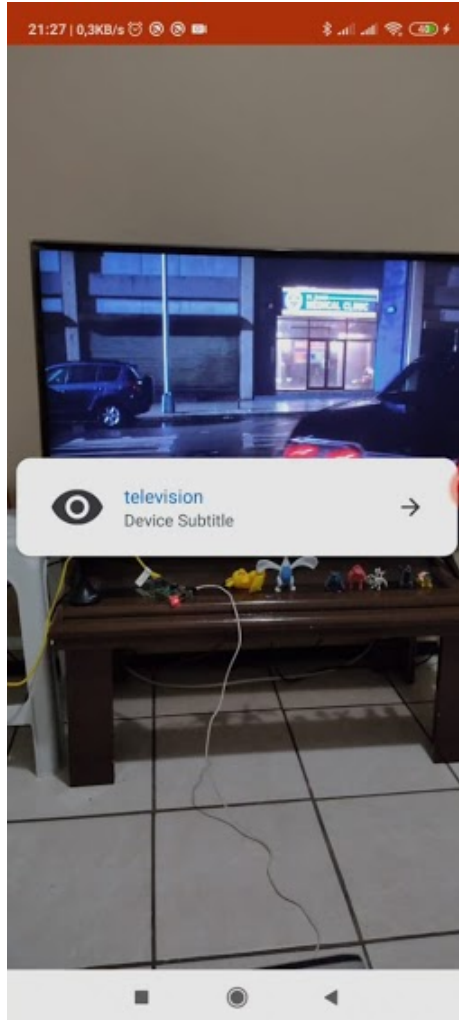
Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
nada útil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	muito útil

8. Em que situações você acha que SERIA vantajoso usar o smartphone para localizar e controlar objetos da sua casa? *

9. Em que situações você acha que NÃO SERIA vantajoso usar o smartphone para localizar e controlar objetos da sua casa? *

10. Avalie a sua concordância com a sentença: "A busca de objetos utilizando a câmera é mais eficiente em comparação a busca de objetos utilizando listagem simples (uma lista de itens contendo todos os objetos disponíveis)". *



Marcar apenas uma oval.

- Discordo Totalmente
- Discordo
- Não sei opinar
- Concordo
- Concordo Totalmente

11. Avalie a sua concordância com a sentença: "Em um aplicativo de smart home, você usaria com maior frequência a localização do objeto usando a câmera do celular do que a busca por meio de listagem de objetos". *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Totalmente
- Discordo
- Não sei opinar
- Concordo
- Concordo Totalmente

12. Observações e/ou sugestões

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO FINAL

Questionário avaliação abordagem de busca de objetos utilizando a câmera

Prezado(a) participante, você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa sobre automação residencial, desenvolvida pelo aluno de mestrado Paulo Filipe Dantas do curso de Mestrado em Ciência da Computação da Universidade Federal do Ceará - UFC.

O objetivo desta pesquisa é avaliar formas de buscas de objetos inteligentes na plataforma OpenHab.

Sua participação é voluntária e anônima.

A duração é de aproximadamente 10 minutos.

Qualquer dúvida no preenchimento do questionário você pode enviar e-mail para paulofilipe@alu.ufc.br

Gostaríamos de deixar claro que:

- apenas os responsáveis pela pesquisa terão acesso aos dados;
- os dados serão usados apenas para fins acadêmicos; e
- a divulgação dos dados será de forma anônima, preservando a privacidade de todos os participantes.

Desde já agradeço a colaboração. Sua participação é essencial no sucesso deste trabalho.

***Obrigatório**

1. *

Marcar apenas uma oval.

Afirmo que li e concordo com os termos da pesquisa (apresentados no formulário inicial)

Identificação

2. Nome *

3. Email *

Avaliação da
abordagem de busca
de objetos utilizando
a câmera

A seguir serão apresentadas algumas questões relacionadas ao sistema utilizado, todas essas perguntas falam do sistema de LOCALIZAÇÃO DE OBJETOS UTILIZANDO A CÂMERA.

Ao responder estas perguntas tenha em mente que estará avaliando a funcionalidade de buscar os objetos utilizando a câmera.

4. Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Totalmente
- Discordo
- Não estou decidido
- Concordo
- Concordo totalmente

5. Eu acho o sistema desnecessariamente complexo. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Totalmente
- Discordo
- Não estou decidido
- Concordo
- Concordo totalmente

6. Eu achei o sistema fácil de usar. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Totalmente
- Discordo
- Não estou decidido
- Concordo
- Concordo totalmente

7. Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Totalmente
- Discordo
- Não estou decidido
- Concordo
- Concordo totalmente

8. Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Totalmente
- Discordo
- Não estou decidido
- Concordo
- Concordo totalmente

9. Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Totalmente
- Discordo
- Não estou decidido
- Concordo
- Concordo totalmente

10. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Totalmente
- Discordo
- Não estou decidido
- Concordo
- Concordo totalmente

11. Eu achei o sistema atrapalhado de usar. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Totalmente
- Discordo
- Não estou decidido
- Concordo
- Concordo totalmente

12. Eu me senti confiante ao usar o sistema. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Totalmente
- Discordo
- Não estou decidido
- Concordo
- Concordo totalmente

13. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Totalmente
- Discordo
- Não estou decidido
- Concordo
- Concordo totalmente

Avaliação de opinião
geral do aplicativo

A seguir serão apresentadas algumas perguntas relacionadas a sua experiência geral do teste.

14. Quais os pontos POSITIVOS sobre a funcionalidade de busca de objetos por imagens no aplicativo *

15. Quais os pontos NEGATIVOS sobre a funcionalidade de busca de objetos por imagens no aplicativo *

16. Qual a sua avaliação geral sobre o aplicativo openHAB *

17. Como você julgaria a utilidade do uso do smartphone (eg.: listagem do dispositivos, ou comandos de voz) para localizar e controlar objetos da sua casa *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nada útil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito útil

18. Como você julgaria a utilidade do uso da câmera do smartphone para localizar e controlar objetos da sua casa *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nada útil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito útil

19. A busca de objetos utilizando a câmera é mais eficiente em comparação a busca de objetos utilizando a localização em listagem *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Não sei opinar
- Concordo
- Concordo Totalmente

20. Em um aplicativo de smart home que possua as duas formas de localização de objetos (a que utiliza a câmera para filtrar e a que apenas lista todos os objetos encontrados na rede), você utilizaria com maior frequência a busca por imagem. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Não sei opinar
- Concordo
- Concordo Totalmente

**Feedback
sobre o
experimento**

Caso tenha interesse em deixar algum feedback sobre o experimento, em qualquer aspecto, por favor informe na pergunta a seguir.

21. Opiniões e sugestões sobre o experimento

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE I – RESPOSTAS QUESTIONÁRIO PARTICIPAÇÃO

Idade	Gênero	Em uma escala de 0 a 10, onde 0 seria usuário iniciante (precisa de ajuda para a maioria das tarefas) e 10 seria usuário avançado (consegue realizar a maioria das ações que deseja realizar), como você se considera em relação ao uso de tecnologias, como por exemplo o uso de smartphone?	Você trabalha ou estuda em alguma área relacionada à tecnologia da informação?	Já utilizou algum aplicativo voltado para Smart Home, tais como Google Home, Amazon Alexa ou qualquer outro?	Caso já tenha utilizado algum aplicativo voltado para smart home, por favor nos informe qual	Já utilizou algum aplicativo de celular para realizar o controle ou se comunicar com algum objeto na sua casa (eg.: Smart TV, tomada inteligente etc)	Caso já tenha utilizado algum aplicativo de celular para realizar o controle ou se comunicar com algum objeto na sua casa, por favor nos informe qual (is) objeto(s) você controlou.	Gostaria de participar da próxima etapa da pesquisa?
30 a 39	Masculino		Sim, trabalho há mais de 5 anos	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação	Alexa	Não		Sim
30 a 39	Feminino		9 Não	Não		Não		Sim
30 a 39	Masculino		9 Sim, trabalho há mais de 5 anos	Sim, uso rotineiramente	Amazon Alexa, Google Home	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação	Amazon Alexa	Sim
30 a 39	Feminino		9 Sim, trabalho há mais de 5 anos	Sim, mas com pouca frequência	LG Smart Think	Sim, uso rotineiramente	Máquina de lavar	Sim
40 a 49	Masculino		10 Sim, trabalho há mais de 5 anos	Sim, uso rotineiramente	Alexa	Sim, uso rotineiramente	Lâmpada, Smart Plug, Controle Infra Vermelho	Sim
21 a 29	Feminino		7 Sim, trabalho há menos de 5 anos	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação	Amazon Alexa	Não		Não
21 a 29	Masculino		9 Sim, trabalho há mais de 5 anos	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação	Amazon Alexa	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação	Mi band	Não
30 a 39	Feminino		9 Não	Sim, mas com pouca frequência	Alexa	Sim, mas com pouca frequência	Alexa usada para controle da SmartTV	Sim
30 a 39	Masculino		10 Sim, trabalho há menos de 5 anos	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação		Não		Não
21 a 29	Masculino		10 Sim, trabalho há mais de 5 anos	Não		Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação	SmartThings Samsung	Sim
30 a 39	Masculino		10 Sim, trabalho há mais de 5 anos	Não		Sim, uso rotineiramente	Mi remote control	Sim
21 a 29	Masculino		10 Sim, trabalho há 5 anos ou menos	Sim, uso rotineiramente	App Amazon Alexa para gerenciamento da Alexa e o App SmartLife para sincronização das lâmpadas Positivo que não sincronizam usando o app próprio deles.	Sim, mas com pouca frequência	SmartLife para ligar/desligar luz sem ter que ir no interruptor e sem ter que falar com a Alexa.	Sim
40 a 49	Masculino		7 Não	Sim, mas com pouca frequência		Sim, mas com pouca frequência		Sim
30 a 39	Masculino		10 Sim, trabalho há mais de 5 anos	Sim, mas com pouca frequência	Google home, amazon alexa e beacon	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação	Tv, ar condicionado, decodificador tv a cabo, luzes inteligentes	Sim
21 a 29	Masculino		10 Sim, trabalho há 5 anos ou menos	Não		Sim, mas com pouca frequência	TV E Notebook	Não
21 a 29	Feminino		9 Sim, estudo em um curso da área de Tecnologias Digitais (e.g., Computação, SMD, Sistemas de Informação)	Sim, mas com pouca frequência	Google home	Sim, mas com pouca frequência	Smart tv	Não
30 a 39	Feminino		9 Não	Sim, uso rotineiramente	Alexa, Positivo casa inteligente, Google assistente	Sim, uso rotineiramente	Smart tv e lâmpadas	Sim
21 a 29	Masculino		9 Sim, estudo em um curso da área de Tecnologias Digitais (e.g., Computação, SMD, Sistemas de Informação)	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação	OpenHab, IFTTT, Google Nest	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação	Smart TV	Sim
30 a 39	Masculino		9 Sim, trabalho há mais de 5 anos	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação	Alexa, Samsung SmartThings	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação	Samsung SmartThings, Google Chromecast, Youtube e Netflix conectados à TV	Sim
30 a 39	Masculino		10 Sim, trabalho há mais de 5 anos	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação	Amazon Alexa	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação	SmartTV	Sim
21 a 29	Feminino		10 Não	Não		Sim, mas com pouca frequência	TV via celular, principalmente.	Sim
21 a 29	Masculino		10 Sim, estudo em um curso da área de Tecnologias Digitais (e.g., Computação, SMD, Sistemas de Informação)	Sim, uso rotineiramente	Amazon Echo Dot, Kabum Smart Controller, Lâmpada inteligente positivo, Smart plug	Sim, uso rotineiramente	Kabum Smart, Amazon Alexa	Sim
21 a 29	Masculino		9 Sim, trabalho há 5 anos ou menos	Sim, mas com pouca frequência	meu ar-condicionado e chrome cast	Sim, algumas vezes apenas por curiosidade ou experimentação		Sim
40 a 49	Masculino		10 Sim, trabalho há mais de 5 anos	Sim, uso rotineiramente	Amazon Alexa, Google Home, Samsung Smart Things	Sim, uso rotineiramente	Aparelhos de Som e TVs	Sim
40 a 49	Masculino		10 Sim, trabalho há mais de 5 anos	Não		Sim, mas com pouca frequência	iPhone para controlar a Apple TV.	Sim
30 a 39	Masculino		10 Sim, trabalho há mais de 5 anos	Não		Sim, uso rotineiramente	Tv e Câmeras	Sim

APÊNDICE J – RESPOSTAS QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO FINAL

Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência	Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.	Eu achei o sistema fácil de usar.	Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com vários conhecimentos técnicos para usar o sistema.	Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.	Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.	Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.	Eu achei o sistema atrapalhado de usar.	Eu me senti confiante ao usar o sistema.	Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.	Quais os pontos POSITIVOS sobre a funcionalidade de busca de objetos por imagens no aplicativo	Quais os pontos NEGATIVOS sobre a funcionalidade de busca de objetos por imagens no aplicativo	Qual a sua avaliação geral sobre o aplicativo openHAB	Como você julgaria a utilidade do uso do smartphone (eg.: listagem de voz) para controlar objetos da sua casa	Como você julgaria a utilidade do uso da câmera do smartphone para controlar objetos da sua casa	A busca de objetos utilizando a câmera é mais eficiente em comparação a busca de objetos utilizando a localização em listagem	Em um aplicativo de smart home que possua as duas formas de localização de objetos (a que utiliza a câmera para filtrar e a que apenas lista todos os objetos encontrados na rede), você utilizaria com maior frequência a busca por imagem.	Opiniões e sugestões sobre o experimento
Concordo	Discordo	Concordo	Discordo Totalmente	Não estou decidido	Discordo Totalmente	Concordo	Discordo	Concordo totalmente	Discordo	Agilidade em objetos comuns	Deve subir no Google Play	4	4	Concordo Totalmente	Concordo Totalmente		
Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo	Comodidade no lar.	A câmera pode ter dificuldade de identificar o objeto apontado e o aplicativo não funciona corretamente.	5	5	Concordo	Concordo		
Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo	Discordo	Concordo	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo	Discordo Totalmente	Agilidade em comparação à configuração inicial baseada em uma lista extensa	Inconsistência no reconhecimento de ser baseada em open-source	5	5	Concordo	Concordo		
Concordo totalmente	Discordo	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo	Discordo	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo	Praticidade, desobriga o usuário de declarar o modelo de cada objeto	Nem sempre ocorre o reconhecimento da melhor maneira, nesse caso, o usuário poderia ser direcionado para a opção de escolher manualmente	5	4	Discordo	Discordo		
Concordo	Discordo	Concordo	Discordo	Concordo	Discordo	Concordo	Discordo	Concordo	Discordo	Praticidade	Lentidão	4	4	Concordo	Concordo		
Concordo	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo	Concordo	Discordo	Concordo	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Concordo	Facilidade no filtro de objetos do tipo identificado pela câmera, e identifica rápido.	em uma casa com poucos dispositivos não é necessário essa feature.	5	5	Concordo	Concordo		
Concordo	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	A não necessidade de digitar	Em alguns momentos não identifiquei corretamente o objeto	5	5	Concordo	Concordo Totalmente		
Não estou decidido	Discordo	Concordo totalmente	Discordo	Concordo	Discordo Totalmente	Discordo	Discordo	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Mais rápido e fácil de utilizar	A qualidade da câmera pode atrapalhar o processo.	5	4	Discordo	Discordo		
Concordo	Discordo	Concordo	Discordo Totalmente	Concordo	Discordo	Concordo	Discordo	Concordo	Discordo	a facilidade de identificação de vários objetos	inconsistência em algumas identificações	5	5	Concordo	Concordo	Utiliza Alexa, se pudesse ter alguma forma de integração acho que agregaria mais valor à solução	
Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo	Não estou decidido	Discordo	Concordo	Discordo	Listagem de todos os dispositivos, organização e centralizado a um único aplicativo.	Talvez o aplicativo possa ser difícil para usuários leigos.	5	5	Concordo	Concordo		
Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo	Concordo	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Sistema muito prático, de grande utilidade.	A câmera não localiza com facilidade o objeto.	5	5	Concordo	Concordo		

Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência	Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.	Eu achei o sistema fácil de usar.	Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.	Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.	Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.	Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.	Eu achei o sistema atrapalhado de usar.	Eu me senti confiante ao usar o sistema.	Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.	Quais os pontos POSITIVOS sobre a funcionalidade e de busca de objetos por imagens no aplicativo	Quais os pontos NEGATIVOS sobre a funcionalidade de busca de objetos por imagens no aplicativo	Qual a sua avaliação geral sobre o aplicativo openHAB	Como você julgaria a utilidade do uso do smartphone (eg., listagem de dispositivos, ou comandos de voz) para controlar objetos da sua casa	Como você julgaria a utilidade do uso da câmera do smartphone para controlar objetos da sua casa	A busca de objetos utilizando a câmera é mais eficiente em comparação a busca de objetos utilizando a localização em listagem	Em um aplicativo de smart home que possua as duas formas de localização de objetos (a que utiliza a câmera para filtrar e a que apenas lista todos os objetos encontrados na rede), você utilizaria com frequência a busca por imagem.	Opiniões e sugestões sobre o experimento
Concordo	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	A classificação rápida de objetos de mesma categoria da casa, e identificar os cômodos cadastrados que possuem aqueles objetos.	O software pode identificar incorretamente um objeto.	Interface intuitiva e fácil de usar, demonstra um grande potencial de usabilidade positiva para aplicações de casa inteligente	5	5	Concordo Totalmente	Concordo	Não consigo pensar imediatamente em nada que precise ser mudado.
Concordo	Discordo	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Não remover o problema de ambiguidade (mais de um ventilador ao apontar para o ventilador). Entretanto, reduziu bastante a quantidade de objetos de interação possíveis.	Foco mais direcionado.	Muito estável e fácil de utilizar. Parabéns aos envolvidos.	5	4	Não sei opinar	Discordo	Acredito que o maior impacto para a abordagem de apontar seria remover a ambiguidade. Apontar direto pra um dispositivo e saber ao qual estou me referindo, não apenas como filtragem dos semelhantes.
Concordo	Discordo Totalmente	Concordo	Discordo	Concordo	Discordo	Não estou decidido	Discordo	Concordo totalmente	Concordo	Facilidade para localizar os objetos através do reconhecimento de imagem. É útil pois serve como filtro. Reconhece muito rápido. Tem potencial para ambientes desconhecidos e exploratórios como um museu. Pode ser útil para pessoas com necessidade de acessibilidade	Pode não ser tão útil para uma quantidade pequena de objetos. Pode não ser útil em um ambiente conhecido. Requer um esforço mínimo que outras abordagens como voz não requeririam	É um aplicativo interessante e que pode ser útil para integração de smart home	5	4	Concordo	Concordo	Acredito que o experimento é muito útil e pode ter aplicações além do smart home como prover acessibilidade e fazer buscas em ambientes desconhecidos
Concordo	Não estou decidido	Concordo	Discordo	Concordo	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Acessibilidade para pessoas com menor conhecimento do uso de smartphone	Depender de aplicativo o uso da câmera, poderia ser integrado na tela inicial junto com a lista	O aplicativo é bom, apesar de algumas falhas na identificação dos equipamentos, mas que pode ser facilmente resolvido com treino. Mas suas observações, a opção de configuração do servidor pode ser um impedimento para usuários com menos conhecimento e sendo o foco do	4	4	Concordo Totalmente	Concordo	Melhorar o treinamento para identificar os elementos. Sugerir ações diretamente na tela ao encontrar o dispositivos.

Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência	Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.	Eu achei o sistema fácil de usar.	Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.	Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.	Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.	Eu imagino que as pessoas aprenderão a usar esse sistema rapidamente.	Eu achei o sistema atrapalhado de usar.	Eu me senti confiante ao usar o sistema.	Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.	Quais os pontos POSITIVOS sobre a funcionalidade e de busca de objetos por imagens no aplicativo	Quais os pontos NEGATIVOS sobre a funcionalidade de busca de objetos por imagens no aplicativo	Qual a sua avaliação geral sobre o aplicativo openHAB	Como você julgaria a utilidade do uso do smartphone (eg., listagem de dispositivos, ou comandos de voz) para controlar objetos da sua casa	Como você julgaria a utilidade do uso da câmera do smartphone e para a busca de objetos utilizando a localização em listagem	Em um aplicativo de smart home que possua as duas formas de localização de objetos (a que utiliza a câmera para filtrar e a que apenas lista todos os objetos encontrados na rede), você utilizaria com frequência a busca por imagem.	Opiniões e sugestões sobre o experimento	
Concordo	Discordo	Concordo	Discordo Totalmente	Concordo	Discordo Totalmente	Concordo	Discordo Totalmente	Concordo totalmente	Discordo Totalmente	Para os dispositivos testados, ele reconheceu rapidamente a classe do dispositivo.	Quando a quantidade de dispositivos de uma mesma classe (TV, ou Ar Condicionado) for grande, existe ainda a necessidade de identificar exatamente qual o dispositivo está sendo utilizado. Outras informações de contexto (localização indoor, por exemplo) podem ser necessárias.	No geral, a detecção foi rápida. O sistema intuitivo e fácil de usar. Gostaria de testar depois em um cenário mais livre, e com dispositivos controláveis. Tenho curiosidade em como vai ser a integração desses dispositivos com os outros sistemas. Como os drivers de controle serão utilizados, como novos dispositivos podem ser integrados e o nível de autonomia dessa integração.	5	5	Concordo	Concordo	
Concordo	Discordo	Concordo	Discordo Totalmente	Não estou decidido	Concordo	Concordo	Discordo	Concordo	Discordo	Simples de usar com câmera	Apenas funcionalidade de liga/desliga. Esperaria mais opções.	Fácil de usar	4	4	Concordo	Concordo Totalmente	

APÊNDICE K – RESPOSTAS QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

Você já teve a experiência de buscar algum objeto utilizando imagem (e.g.: busca de imagens do Google; busca de objetos em aplicativos de lojas como Dafiti e AliExpress) ?	Caso tenha tido a experiência de buscar objetos utilizando imagens, conseguiu encontrar o objeto desejado?	Como você julgaria a utilidade do uso do smartphone (e.g.: listagem do dispositivos, ou comandos de voz) para localizar e controlar objetos da sua casa?	Como você julgaria a utilidade do uso da câmera do smartphone para localizar e controlar objetos da sua casa?	Em que situações você acha que SERIA vantajoso usar o smartphone para localizar e controlar objetos da sua casa?	Em que situações você acha que NÃO SERIA vantajoso usar o smartphone para localizar e controlar objetos da sua casa?	Avalie a sua concordância com a sentença: "A busca de objetos utilizando a câmera é mais eficiente em comparação a busca de objetos utilizando listagem simples (uma lista de itens contendo todos os objetos disponíveis)".	Avalie a sua concordância com a sentença: "Em um aplicativo de smart home, você usaria com maior frequência a localização do objeto usando a câmera do celular do que a busca por meio de listagem de objetos".	Observações e/ou sugestões
Sim	Encontrei exatamente o que queria	3	3	Funcionasse como um controle remoto universal	Qualquer brecha para quebra de privacidade	Concordo Totalmente	Não sei opinar	
Não		5	5	Para acionar luzes, tv e ar-condicionado.	Não consigo ver desvantagem no momento.	Concordo Totalmente	Concordo Totalmente	
Não	Nunca utilizei	4	3	Usar a funcionalidade de câmera do celular para disparar o controle dos objetos sem a necessidade de um dispositivo assistente	Em situações em que não é conveniente usar o smartphone (e.g.: com mãos molhadas ou com o smartphone fora de alcance físico)	Concordo	Discordo	Para alguns perfis de usuários, usar a câmera do celular para localizar objetos é uma abordagem muito mais natural e "humanizada". Para outros (usuários mais técnicos, minoria dos usuários de smartphone), usar uma abordagem de lista seria mais ágil
Sim	Encontrei exatamente o que queria	5	4	Em um cenário pude eu pudesse programar rotinas de comportamento para os objetos.	Acho que o único cenário não vantajoso seria se alguém que eu não desejasse, conseguisse manusear esses objetos também q, mas isso poderia ser resolvido com uma autenticação mais rigorosa.	Não sei opinar	Não sei opinar	
Sim	Encontrei exatamente o que queria	4	4	Tarefas comuns, como controle de TV, luz, ar-condicionado.	Em que haja invasão de privacidade.	Concordo	Concordo	
Não	Nunca utilizei	3	3	Quando estou em um ponto onde não há uma Alexa por perto ou por exemplo quando estou assistindo um filme e não quero falar algo pra Alexa pois ela pode atrapalhar o filme. Algumas funções de lâmpada não sei como falar pra Alexa e ai uso o smartphone também.	Quando há uma Alexa por perto e quando a função é algo que eu já saiba falar pra ela. Exemplo: ligar/desligar a luz	Concordo	Concordo	
Sim	Encontrei apenas objetos similares	5	3	Quando vc tem uma grande quantidade de objetos controláveis na sua lista	Nenhuma	Discordo	Concordo	
Sim	Encontrei exatamente o que queria	5	3	Quando a Alexa não está disponível.	Se fosse o único dispositivo compatível	Discordo	Discordo	
Não	Nunca utilizei	5	5	Acender as luzes, ligar eletrodomésticos, etc	Utilização da TV	Concordo	Concordo	Interessante utilizar a câmera do celular pq evita a pessoa ter que decorar o nome dado aos itens automatizados
Sim	Encontrei apenas objetos similares	5	4	Saber da existência de tais objetos, manipulá-los na palma da mão e ajudar as pessoas a enxergarem objetos escondidos.	Quando se tem um assistente dedicado para o mesmo que possa fazer isso por comando de voz.	Concordo	Não sei opinar	
Sim	Encontrei apenas objetos similares	5	5	TVs, lâmpadas, segurança, economia de energia, etc.	Controle de dispositivos onde apenas é possível utilizar o smartphone, havendo a dependência do aparelho.	Concordo	Concordo	
Sim	Encontrei apenas objetos similares	5	5	Quando há um número elevado de objetos smart na casa, o uso da câmera pode simplificar o processo de seleção de um objeto específico. Pode ser mais simples de usar para pessoas com pouca experiência com a plataforma de configuração.	Na situação contrária da mencionada anteriormente, quando se quer encontrar e configurar um grande número de objetos, como várias lâmpadas da casa.	Concordo Totalmente	Não sei opinar	
Sim	Encontrei exatamente o que queria	5	4	Quando estivesse operando algo que eu consiga utilizar de forma que seja imediata a experiência, mas sem me locomover até o local. Basicamente, interações de controle remoto (como televisor, controle de som e do que toca nete, ar-condicionado, etc).	Objetos que vão exigir locomoção até eles de qualquer forma, como ter que colocar e tirar a roupa na máquina de lavar ou a comida de um forno.	Não sei opinar	Discordo	Apontar para o dispositivo poderia tirar ambiguidades, daí que poderia ser útil quando tivessem vários semelhantes àquele que quero interagir no mesmo ambiente.
Não	Nunca utilizei	5	4	Comandos de voz para controlar e fazer pesquisa na TV ou Geladeira	Nos casos em que há dispositivos sensores que podem substituir o smartphone com mais facilidade e usabilidade	Concordo	Concordo	Acredito que a vantagem de usar uma ou outra metodologia vai depender do contexto da aplicação. Por exemplo em um ambiente que o usuário não conheça previamente os objetos, como um museu pode ser útil pesquisar com a câmera. Já dentro de casa talvez não seja tão útil pois o usuário já conhece os objetos a priori.
Sim	Encontrei apenas objetos similares	4	4	Acender luzes de um ambiente específico, indicar local para aspirador de por realizar a limpeza	Controlar roteador.	Concordo Totalmente	Não sei opinar	
Sim	Encontrei apenas objetos similares	5	4	Sempre, como mecanismo de busca principal. Entretanto, eu gostaria de uma avaliação de usabilidade, e acredito que os mecanismos atuais tem muito a evoluir nesse sentido.	Eu acho que outras formas de controle devem estar disponíveis de forma simultânea, para quando o celular não estiver disponível ou próximo. Seria uma forma de backup.	Não sei opinar	Concordo	O uso da câmera é a primeira forma de controle. Mas, tanto uma avaliação de eficiência no uso, como também mecanismos de controle adicionais são necessários.

Você já teve a experiência de buscar algum objeto utilizando imagem (e.g.: busca de imagens do Google; busca de objetos em aplicativos de lojas como Dafiti e AliExpress) ?	Caso tenha tido a experiência de buscar objetos utilizando imagens, conseguiu encontrar o objeto desejado?	Como você julgaria a utilidade do uso do smartphone (e.g.: listagem do dispositivos, ou comandos de voz) para localizar e controlar objetos da sua casa?	Como você julgaria a utilidade do uso da câmera do smartphone para localizar e controlar objetos da sua casa?	Em que situações você acha que SERIA vantajoso usar o smartphone para localizar e controlar objetos da sua casa?	Em que situações você acha que NÃO SERIA vantajoso usar o smartphone para localizar e controlar objetos da sua casa?	Avalie a sua concordância com a sentença: "A busca de objetos utilizando a câmera é mais eficiente em comparação a busca de objetos utilizando listagem simples (uma lista de itens contendo todos os objetos disponíveis)".	Avalie a sua concordância com a sentença: "Em um aplicativo de smart home, você usaria com maior frequência a localização do objeto usando a câmera do celular do que a busca por meio de listagem de objetos".	Observações e/ou sugestões
Sim	Encontrei apenas objetos similares	4	5	Quando estivesse distante do dispositivo ou distante do controle dele (remoto, interruptor, etc)	Quando estou próximo do dispositivo ou com o controle dele	Não sei opinar	Concordo	