

Uma revisão sobre acessibilidade no desenvolvimento de Internet das Coisas: oportunidades e tendências

Sandra Souza Rodrigues¹, Renata Pontin de Mattos Fortes¹

¹Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – Universidade de São Paulo (USP)

ssrodrigues@usp.br, renata@icmc.usp.br

Abstract. *Internet of Things (IoT) has become a significant topic of interest in recent years. Billions of everyday devices will be connected and new forms of interaction grow with this new paradigm. However, the future role of IoT in regarding to inclusion in smart environments is not well defined yet. Further studies are still needed to investigate whether these technologies will be an enabler or whether it will introduce more barriers. In this paper, we conducted a systematic mapping to provide an overview of how accessibility has been considered in the development of IoT systems. The results show that the community has presented Assistive Technology solutions based on IoT resources and a lack of studies addressing accessibility and user studies in IoT projects. Therefore, the findings provide an overview of current research in IoT, as well as give implications for new research opportunities.*

Resumo. *A Internet das Coisas (IoT) tornou-se um tópico de significativo interesse nos últimos anos. Bilhões de dispositivos do cotidiano estarão conectados e novas formas de interação crescerão com esse novo paradigma. No entanto, o futuro papel da IoT em relação à inclusão em ambientes inteligentes ainda não está bem definido. Mais estudos ainda são necessários para investigar se essas tecnologias serão facilitadoras ou se introduzirão mais barreiras. Neste estudo, conduzimos um mapeamento sistemático para fornecer uma visão geral de como a acessibilidade foi considerada no desenvolvimento de sistemas IoT. Os resultados mostram que a comunidade apresentou soluções de Tecnologia Assistiva baseadas em recursos de IoT e uma falta de estudos sobre acessibilidade e estudos de usuários em projetos de IoT. Portanto, os resultados fornecem uma visão geral da pesquisa atual em IoT, bem como implicações para novas oportunidades de pesquisa.*

1. Introdução

A Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things* (IoT)) é um novo paradigma computacional que tem crescido substancialmente e que pode modificar a forma com que os seres humanos interagem com computadores [Koreshoff et al. 2013]. As tecnologias IoT estão transformando o cotidiano das pessoas e provocando uma verdadeira revolução na área da computação e da comunicação [Atzori et al. 2010, Domingo 2012].

As tecnologias IoT propiciam um futuro cenário de computação, no qual objetos físicos do dia a dia estarão conectados à Internet e poderão se identificar, e assim, comunicarem-se entre si e com outros dispositivos [Chen 2012, Whitmore et al. 2015].

Graças ao avanço computacional, aumento da capacidade e da velocidade de processamento, os dispositivos estão se tornando mais penetrantes, inteligentes e conectados. A agência *Research Company Gartner* estima que 20,4 bilhões de dispositivos conectados estarão em uso em todo o mundo até 2020, um aumento de 31% em relação a 2016 [Gartner 2017].

A disseminação e o uso massivo da IoT impactarão fortemente em todos os setores da economia e na rotina da população. Os principais domínios de aplicativos IoT com influência significativa incluem cidades inteligentes, transporte e logística inteligentes, indústria inteligente e casas inteligentes [Economides 2017]. Essas novas tecnologias podem aumentar a eficiência de sistemas e processos, fornecer maneiras mais inteligentes de trabalhar, habilitar novos serviços e melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Diante do rápido crescimento do número de dispositivos conectados (objetos inteligentes) [Ericsson 2015], nem todos os grupos de usuários são igualmente capazes de utilizá-los. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) (*World Health Organization – WHO*) estima-se que mais de um bilhão de pessoas, cerca de 15% da população mundial, vivem com deficiências [World Health Organization 2018]. No Brasil, de acordo com os dados do Censo Demográfico de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 45,6 milhões de brasileiros declararam possuir pelo menos uma das deficiências investigadas (cognitiva, motora, visual ou auditiva), correspondendo a 23,9% da população [IBGE 2012].

As aplicações IoT têm o potencial de oferecer apoio e assistência às pessoas com deficiência a fim de alcançar melhor qualidade de vida e permitir que participem da vida social e econômica [Domingo 2012]. No entanto, o futuro papel de IoT em relação à inclusão em ambientes inteligentes e de que forma as pessoas com deficiência e idosos podem interagir com IoT ainda não estão claramente definidos e precisam ser melhor investigados [Coetzee and Olivrin 2012]. Segundo Weiser [Weiser 1991], com novas tecnologias surgem novos paradigmas de interação que acarretam desafios que têm implicações para a qualidade na utilização de cada uma dessas tecnologias [Baranauskas et al. 2012].

Em geral, pesquisadores em IoT têm dedicado esforços aos aspectos técnicos. Porém, pouco foco tem sido dado a estudos com usuários [Korshoff et al. 2013], questões relacionadas a adoção, impacto [Riggins and Wamba 2015, Worthy et al. 2016] e o uso dessas tecnologias para pessoas com deficiência e idosos [Desolda et al. 2017, Lee 2017]. Desse modo, são necessários mais estudos para investigar o impacto da IoT em relação a essas pessoas, se são tecnologias facilitadoras ou se introduzirão mais barreiras [Coetzee and Olivrin 2012, Lee 2017].

O objetivo deste estudo foi investigar o cenário atual sobre como a acessibilidade tem sido tratada no desenvolvimento de sistemas IoT. Para tanto, um mapeamento sistemático foi conduzido para obter uma visão geral sobre o tópico investigado e para fornecer implicações para novas oportunidades de pesquisa no campo.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 introduz os principais conceitos e trabalhos correlatos a esse estudo. A Seção 3 apresenta o método

de pesquisa adotado, juntamente com o protocolo e a condução do mapeamento. A Seção 4 fornece uma visão geral dos estudos selecionados. A Seção 5 apresenta os principais resultados e discussões. A Seção 6 evidencia as principais ameaças a esse mapeamento e, finalmente, a Seção 7 apresenta as considerações finais e pesquisas futuras.

2. Fundamentação Teórica

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) desempenham um papel fundamental na melhoria da qualidade de vida das pessoas. Portanto, devem possibilitar o seu amplo acesso por todas as pessoas, independentemente de deficiências ou limitações. A Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência [United Nations 2016] e no Brasil, o Decreto-Lei 5.296/2004 [BRASIL 2004], estabelecem que a acessibilidade deve ser proporcionada a todas as pessoas, de forma a garantir o acesso pleno à informação. Assim, segundo a parte 171 da ISO 9241, a acessibilidade “é a usabilidade de um produto, serviço, ambiente ou facilidade por pessoas com a mais ampla gama de capacidades” [International Organization For Standardization 2008].

Nesse contexto, tem-se o conceito de Tecnologia Assistiva (TA) que pode ser apresentado a partir do seguinte pensamento: “para as pessoas sem deficiência, a tecnologia torna as coisas fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis” [National Council on Disability 1993]. TA é uma área de conhecimento interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, práticas e serviços que visam proporcionar “funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social” [BRASIL 2009, Bersch 2013].

Os recursos de TA, com o recente advento da IoT, podem ser utilizados para permitir que as pessoas com deficiências e idosos continuem a viver em seus lares, de forma autônoma e independente. O termo Internet das Coisas foi utilizado pela primeira vez por Kevin Ashton em 1999 [Ashton et al. 2009] e trata-se de um novo paradigma em que várias coisas se comunicam entre si. Existem muitas definições de IoT na literatura, dentre elas, [Atzori et al. 2010] definem IoT como: “a ideia básica deste conceito é a presença, em torno de nós, de uma variedade de coisas ou objetos - tais como *tags* RFID (do inglês, *Radio-Frequency IDentification*), sensores, atuadores, telefones celulares, etc. - que, por meio de esquemas de endereçamento único, são capazes de interagir uns com os outros e cooperar com seus vizinhos para alcançar objetivos comuns”.

O futuro papel da IoT em relação à inclusão em ambientes inteligentes ainda não está claro. Alguns estudos investigaram a literatura relacionada com a área de Interação Humano-Computador (IHC) associados à visão IoT [Koreshoff et al. 2013], e outros, sobre questões de acessibilidade e interação com múltiplos dispositivos inteligentes, como os trabalhos de [Bittencourt et al. 2013] e [Bittencourt et al. 2016]. Esses estudos, realizaram revisões (conduzidas de forma sistemática e não) que abordam aspectos sobre acessibilidade e múltiplos dispositivos, porém não respondem às questões de pesquisa deste trabalho e não se referem especificamente a acessibilidade e IoT.

3. Método

O mapeamento sistemático é um estudo científico secundário que tem o objetivo de identificar o cenário atual e classificar o conteúdo relacionado a um determinado tópico de pesquisa [Barbara and Charters 2007]. Além disso, possibilita uma visão geral e a identificação de evidências disponíveis sobre a área pesquisada [Felizardo et al. 2017].

O processo de mapeamento sistemático, definido por [Kitchenham 2004], envolve três fases divididas em etapas, são elas: 1. *Planejamento* (identificação da necessidade e desenvolvimento de um protocolo de revisão); 2. *Condução* (identificação e seleção dos estudos primários, extração e síntese dos dados) e 3. *Apresentação dos resultados* (análise e publicação dos resultados). Neste estudo, essas fases e etapas foram seguidas, os artefatos produzidos, conforme descritos a seguir. Além disso, o mapeamento foi conduzido com o auxílio da ferramenta *online* Parsifal¹.

3.1. Protocolo de Mapeamento

O objetivo do mapeamento sistemático realizado nesta pesquisa foi identificar o estado da arte sobre como e quando a acessibilidade é observada ou mesmo tratada durante o desenvolvimento de sistemas IoT. Para tanto, as seguintes questões de pesquisa (QPs) foram definidas de forma a conduzir o mapeamento sistemático:

QP1: *Como a acessibilidade tem sido considerada no desenvolvimento de sistemas IoT?*

QP2: *Quais tipos de deficiência têm sido foco dos estudos primários sobre a acessibilidade em sistemas IoT?*

QP3: *Quais cenários de sistemas IoT têm sido foco dos estudos primários?*

QP4: *Para que tipos de demandas os sistemas IoT podem ser propostos como Tecnologia Assistiva (TA)?*

O presente mapeamento foi realizado por meio de estratégia automática de busca. Para isso, uma *string* de busca foi elaborada e calibrada com base em testes realizados nas bases digitais. A partir das questões de pesquisa formuladas, foi definido um conjunto de termos relevantes para compor a *string* de busca. Esses termos foram identificados com base na experiência das autoras deste estudo, e na análise de termos presentes em revisões relacionadas a IoT na área de IHC, similar ao trabalho de [Koreschhoff et al. 2013].

A partir da *string* de busca principal, foram necessárias adaptações em seu formato, de acordo com as especificidades das bases pesquisadas. Desse modo, a *string* de busca base foi definida, composta essencialmente pelos seguintes termos e conectores:

((*“Internet of Things” OR “IoT”*) AND (*“accessibility” OR “Assistive Technology” OR “people with disabilities” OR “special needs” OR “disabled”*))

A fim de obter as respostas para as questões de pesquisa, 7 bases digitais (apresentadas na Tabela 1), consideradas tradicionais na literatura científica, foram

¹ <https://parsif.al>

consultadas. A base Google Acadêmico não foi utilizada, pois as demais bases são complementares e representam os principais veículos de publicação na área.

Após a busca nas bases, os trabalhos obtidos foram selecionados por meio dos seguintes: (a) **critérios de inclusão** – incluir os estudos que propunham e aqueles que reportavam a utilização de mecanismos, modelos, padrões, métodos, abordagens e aplicações para auxiliar a interação de pessoas com deficiência e idosos com sistemas IoT; (b) **critérios de exclusão** – remover os trabalhos em alguma(s) das seguintes condições:

Tabela 1. Bases digitais consultadas

Bases digitais	Endereços <i>online</i>
<i>ACM Digital Library</i>	http://portal.acm.org
<i>IEEE Digital Library</i>	http://ieeexplore.ieee.org
<i>ISI Web of Science</i>	http://www.isiknowledge.com
<i>Science@Direct</i>	http://www.sciencedirect.com
<i>Scopus</i>	http://www.scopus.com
<i>Springer Link</i>	http://link.springer.com
<i>Taylor & Francis Online</i>	http://www.tandfonline.com

1. Não ter acesso ao estudo;
2. Ser uma versão mais antiga de outro estudo já considerado;
3. Ser um *short paper* (menos de 3000 palavras) ou *symposium paper*, *abstract*, *keynote*, *opinion*, *tutorial summary*, *panel discussion*, *technical report*, *presentation slides*, apresentação de *proceedings*;
4. Não ser um estudo primário;
5. Não possuir resumo;
6. Não mencionar acessibilidade e IoT, e nenhum de seus sinônimos;
7. Não abordar sobre como os sistemas IoT tem sido desenvolvidos e de que forma se considera a acessibilidade;
8. Não estarem redigidos em inglês.

3.2. Condução do Mapeamento

Após a definição do protocolo, o mapeamento sistemático foi conduzido por duas pesquisadoras. A identificação dos estudos primários foi realizada por meio da busca automática em data específica: 29 de janeiro de 2018. Um total de 2.545 trabalhos foram então obtidos. A Figura 1 sintetiza o processo de mapeamento, considerando a quantidade de resultados retornados, mantidos e removidos a cada etapa.

É possível verificar na Figura 1, a predominância dos resultados obtidos na *Springer Link* (1.429 estudos; 56,1%) em comparação as demais bases e que também determinou a quantidade de trabalhos retornados neste mapeamento. Enquanto a *ACM Digital Library* retornou 442 (17,4%) estudos, a *Scopus* retornou 329 (12,9%) estudos, a *IEEE Xplore* retornou 166 (6,5%) estudos, a *ISI Web of Science* retornou 160 (6,3%), a *Science@Direct* retornou 17 (0,7%) e a *Taylor & Francis* retornou apenas 2 (0,1%) estudos.

A partir dos estudos retornados pelas buscas nas bases digitais foram verificadas e eliminadas 351 duplicatas, resultando um total de 2.194 estudos para a seleção inicial com base na leitura do título e resumo. Posteriormente, após as leituras e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão resultaram um total de 31 estudos aceitos para a etapa de extração de dados e a distribuição dos mesmos pode ser verificada na Figura 2.

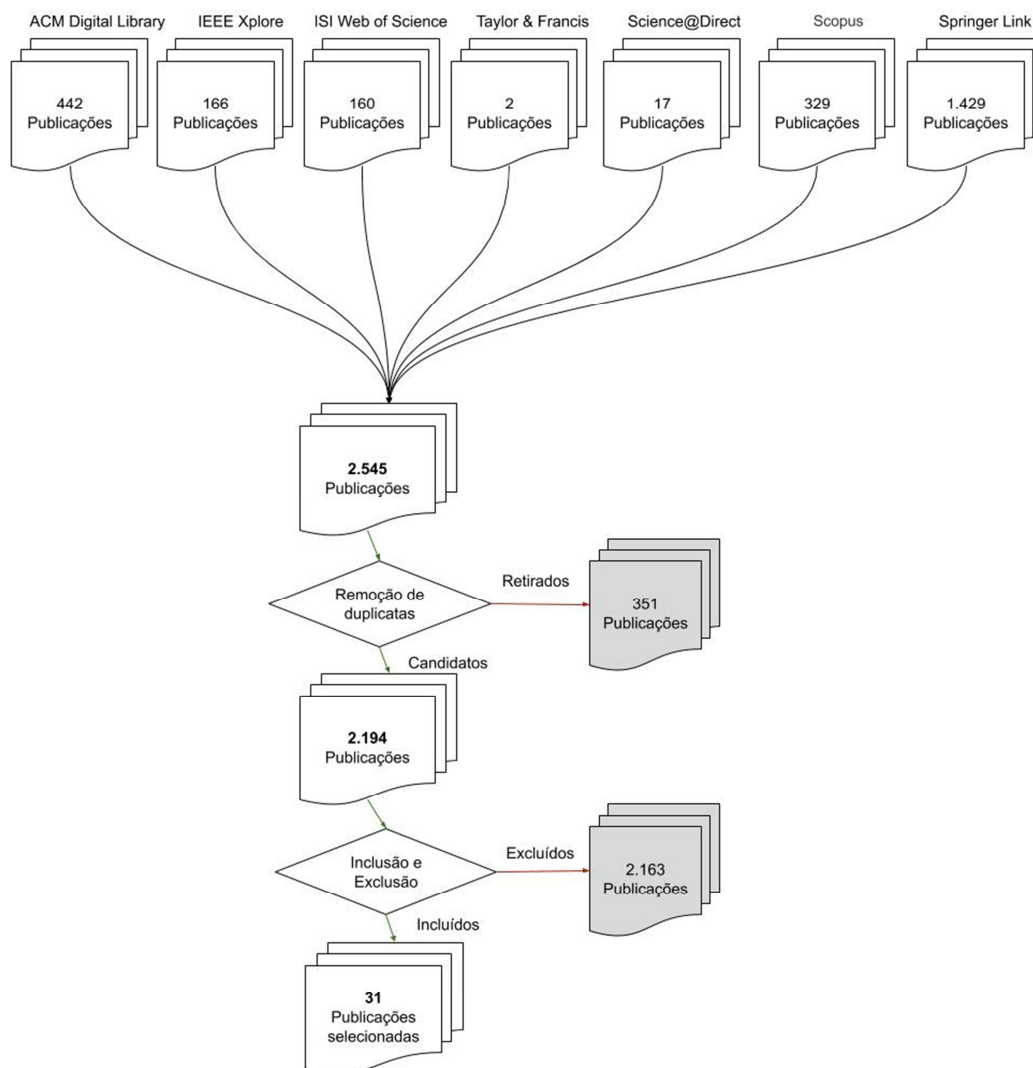


Figura 1. Processo de seleção dos estudos

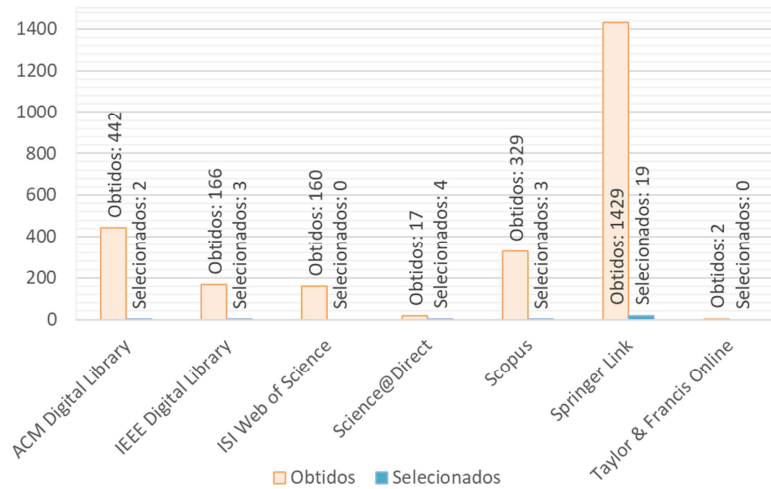


Figura 2. Quantidade de trabalhos obtidos e selecionados agrupados por base digital

4. Visão geral dos estudos selecionados

Numa visão cronológica dos estudos selecionados, nota-se na curva de tendência um número crescente de publicações no contexto deste mapeamento desde 2012 (Figura 3). O primeiro estudo foi publicado em 2009. Evidencia-se uma diminuição no número de publicações entre 2017 e 2018. Como esse mapeamento foi feito em janeiro de 2018, uma possível causa dessa queda é que alguns trabalhos ainda estavam em processo de publicação, por isso ainda não estavam disponíveis *online*. Portanto, em geral, verifica-se um aumento no número de publicações, com base na progressão linear do gráfico. Além disso, um crescimento significativo e intenso de pesquisas sobre acessibilidade e IoT.

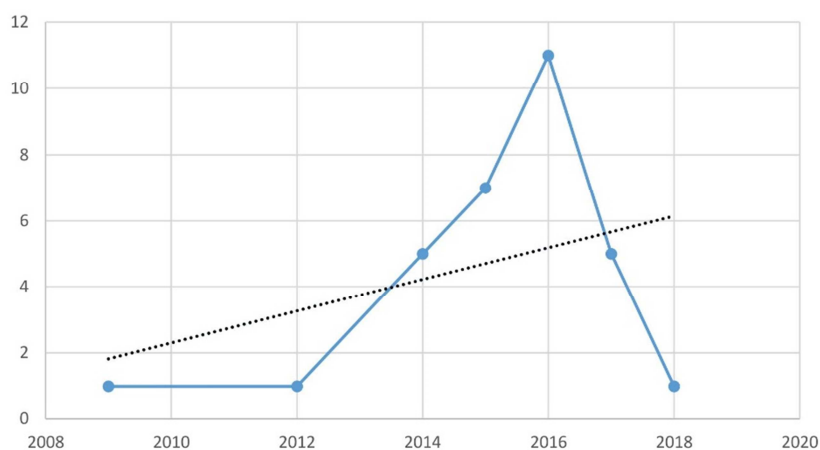


Figura 3. Distribuição de publicações por ano

Em uma análise sobre as fases nas quais a acessibilidade foi abordada, a Tabela 2 mostra o número total de publicações que apresentam indícios de práticas para abordar acessibilidade em cada uma das cinco fases de desenvolvimento consideradas nesta análise, representadas pelas colunas da tabela. Nesta (Tabela 2), em cada linha estão descritas as fases, indicadas por cada trabalho que abordou a acessibilidade, e na última coluna “Total”, o número de trabalhos que apresentaram essas fases explicitadas.

Tabela 2. Identificação das fases de desenvolvimento de sistemas IoT em que a acessibilidade foi considerada

<i>Análise Requisitos</i>	<i>Avaliação & Testes</i>	<i>Implemen. Software</i>	<i>Projeto Hardware</i>	<i>Projeto Software</i>	Total
x			x	x	13
x					6
			x	x	5
		x			2
x	x	x		x	1
x		x	x	x	1
x		x		x	1
x		x			1
		x	x	x	1

Em uma visão geral, considerando a coluna indicativa do total por fases na Tabela 2, a maioria das publicações resultantes deste mapeamento abordou acessibilidade durante as fases de análise de requisitos, projeto de hardware e projeto de software, (13 trabalhos, aproximadamente 41,94%); 19,35% abordaram somente na fase de análise de requisitos (6 artigos); 16,13% abordaram nas fases de projeto de hardware e software (5 artigos); 6,45% abordaram somente fase na implementação do software (2 artigos); os outros trabalhos (16,13%) relatam terem abordado durante a implementação do software e em mais uma ou duas outras fases (5 artigos).

5. Resultados e discussão

Esta seção destaca como o mapeamento sistemático responde às quatro questões de pesquisa (Seção 3) e discute sobre as conclusões obtidas da análise dos artigos selecionados. As subseções a seguir apresentam os resultados para cada uma das questões de pesquisa.

5.1. Como acessibilidade tem sido considerada no desenvolvimento de sistemas IoT

A partir dos 31 estudos selecionados, foi possível verificar que a maioria considerou a acessibilidade no contexto de TA (23 estudos; 74,2%), como mostra a Tabela 3. Esses estudos propõem soluções para auxiliar as pessoas com deficiência e idosos a realizarem tarefas que são impossíveis de serem executadas em virtude de suas limitações, além de proporcionar sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. Dentre as propostas de soluções em TA com IoT para auxiliar idosos e pessoas com deficiência, destacam-se os sistemas de monitoramento por sensores, também conhecidos por monitoramento de casas inteligentes (soluções de Ambiente de Vida Assistida). O principal objetivo dessas soluções é aplicar tecnologias inteligentes para

permitir que pessoas com deficiência e idosos continuem a viver em seus ambientes preferidos [Trajkovik et al. 2015].

Nas subseções a seguir, são discutidos os estudos da literatura, com base na distribuição de como eles abordam acessibilidade. Os 23 trabalhos relacionados a TA foram ainda subdivididos entre os que foram propostos para pessoas idosas (Subseção 5.1.1) e os que foram propostos para pessoas com deficiências específicas (Subseção 5.1.2). Nas demais subseções, são discutidos os 8 trabalhos restantes.

5.1.1 Tecnologia Assistiva para pessoas idosas

Nesse contexto, destacam-se os estudos de propostas com foco em pessoas idosas, como o trabalho de [Srivastava and Zrno 2009] com a plataforma AGE@HOME para detectar atividade ou inatividade incomuns em uma residência. Essa plataforma é projetada para alertar cuidadores e prestadores de serviços de saúde pública de situações críticas em casa ou padrões comportamentais incomuns. O trabalho de [Seo et al. 2016] propõe um sistema doméstico inteligente que monitora os comportamentos de pessoas idosas e controla dispositivos de IoT quando situações anormais são detectadas.

Para monitorar pessoas idosas em suas casas e gerenciar a comunicação por meio de uma interface na TV, [Jung et al. 2017] apresentaram um sistema cuja interface pode oferecer serviços pessoais para facilitar tarefas como, por exemplo, a marcação de consulta no médico. Já o trabalho de [Baldissera and Camarinha-Matos 2016] propõe um modelo colaborativo para os cuidados da pessoa idosa, com base em redes colaborativas e tecnologias de reconhecimento de contexto que podem ser aplicadas à personalização e evolução de serviços de assistência.

Tabela 3. Distribuição de estudos de acordo com a forma como a acessibilidade foi abordada

Como a acessibilidade foi abordada	Número de referências (N)	Referências
Tecnologia Assistiva	23	[Srivastava and Zrno 2009]
		[Baldissera and Camarinha-Matos 2016]
		[Tamamizu et al. 2016]
		[Ramirez et al. 2017]
		[Mulfari et al. 2015]
		[Hamann et al. 2015]
		[Xu et al. 2016]
		[Oestreicher 2014]
		[Maike et al. 2016]
		[Vera et al. 2017]
		[Malavasi et al. 2017]
		[Francese and Risi 2016]
		[Rashid et al. 2017]
		[Hussain et al. 2015]
[Skraba et al. 2015]		
[Raad et al. 2015]		

		[Trajkovik et al. 2015]
		[Seo et al. 2016]
		[Lima et al. 2016]
		[Andreadis et al. 2016]
		[Almeida et al. 2014]
		[Parra et al. 2014]
		[Jung et al. 2017]
Requisito necessário a ser atendido	4	[Lopes et al. 2014]
		[Domingo 2012]
		[Yang et al. 2016]
		[Velasco et al. 2016]
Durante todo o processo de desenvolvimento	2	[Schulz et al. 2014]
		[Augusto et al. 2018]
No início do processo de desenvolvimento	2	[Wentzel et al. 2016]
		[Fernandes and de Lucena 2015]

Alguns trabalhos investigaram o monitoramento remoto e em tempo real, como [Hussain et al. 2015], que apresentaram um sistema inteligente com monitoramento e interação em tempo real para atendimento personalizado de idosos e usuários com deficiência em suas casas. [Raad et al. 2015] desenvolveram um protótipo funcional para capturar sinais vitais de idosos que ficam em casa e prestar cuidados remotos utilizando sensores sem fio e dispositivos vestíveis (*wearable*). [Trajkovik et al. 2015] propuseram um sistema de vida assistida que permite a prevenção médica, resposta mais imediata em chamadas de emergência para médicos e monitoramento do paciente por 24h, além de possibilitar notificação do paciente em diferentes cenários e transmissão dos sinais biológicos coletados, automaticamente, para seu médico.

Para apoiar o atendimento domiciliar de pessoas idosas com demência, tem-se os trabalhos de [Tamamizu et al. 2016] que propuseram um serviço de detecção e cuidado de anomalias com base no sensoriamento ambiental. A proposta de [Andreadis et al. 2016], com o *Dem@Home*, é de uma estrutura de ambiente de vida assistida para monitoramento de contexto e atendimento personalizado da demência nos lares, prolongando a vida independente. Para ajudar motoristas idosos com demência, [Parra et al. 2014] desenvolveram um sistema de suporte de segurança para motoristas na estrada, detectando sua localização e situação; esse sistema consiste em um sensor vestível e um computador convencional. Com o intuito de investigar a depressão em pessoas idosas, [Almeida et al. 2014] apresentaram um sistema para detecção precoce e tratamento do estado de depressão utilizando os recursos de IoT e consciência do contexto.

Ainda como TA, outro estudo, considerando as pessoas idosas, mas não relacionado a sistemas de monitoramento, refere-se ao trabalho de [Francese and Risi 2016]. Os pesquisadores apresentaram uma extensão a um trabalho prévio, o *MicroApp Generator* (uma ferramenta de composição de serviços para suportar a geração de aplicativos diretamente no dispositivo móvel), que consiste no recurso de interação por meio de voz. Essa TA permite uma interação adequada às pessoas idosas e com necessidades específicas, quando não podem ver ou tocar na tela.

5.1.2 Tecnologia Assistiva para pessoas com deficiência

No grupo de soluções para pessoas com deficiência visual pode-se verificar o estudo de [Ramirez et al. 2017]. Os autores investigaram um sistema integrado de hardware e software que permite que a integração da bengala utilizada por pessoas com deficiência visual à estrutura de uma cidade inteligente. Outro estudo, [Xu et al. 2016] projetaram um sistema vestível para fornecer informações direcionais para pessoas com deficiência visual, que consiste em um telefone celular e sapatos hápticos. Nesse sentido, a pesquisa de [Vera et al. 2017] apresenta o *Blind Guide*, um sistema IoT que pode trabalhar com as soluções existentes para ajudar as pessoas cegas a navegar em seu ambiente. Os sensores comunicam entre si com o objetivo de entender o ambiente e ativar onde há uma mudança em seu território. Já o trabalho de [Maïke et al. 2016] apresentou um sistema para auxiliar consumidores, principalmente àqueles com deficiência visual, a encontrar produtos em um supermercado. É um sistema que implementa a IoT (embutido em uma plataforma móvel), utilizando RFID em um cenário de supermercado inclusivo.

Com relação aos estudos envolvendo deficiência motora destacam-se a pesquisa de [Lima et al. 2016] com um protótipo de cadeira de rodas para auxiliar as pessoas com deficiência por meio de uma solução de baixo custo e controlada por voz. Outro estudo foi realizado por [Malavasi et al. 2017], com um protótipo de sistema de controle de automação residencial de baixo custo e acessível para casas inteligentes, o qual possui um sistema de reconhecimento de voz totalmente livre de mãos para auxiliar os usuários alvo (pessoas com incapacidade total ou parcial no uso de membros superiores). Já [Rashid et al. 2017] desenvolveram um sistema que permite aos usuários de cadeiras de rodas interagir com itens colocados além do comprimento de seus braços (em prateleiras), com a ajuda das tecnologias de Realidade Aumentada e RFID.

Alguns trabalhos investigaram soluções para pessoas com deficiência cognitiva, [Oestreicher 2014], que propuseram um sistema de rastreamento para pequenos itens pessoais (como óculos, chaves, carteiras etc.) pertencentes a pessoas com problemas leves de memória, em fases iniciais de demência, após derrames ou síndromes. Já outros, estudaram soluções para auxiliar pessoas com autismo, como [Skraba et al. 2015], que propuseram o SCALA, uma integração de IoT e computação social para fornecer um sistema de comunicação alternativa para auxiliar o processo de alfabetização de crianças com autismo, sem habilidades orais ou com deficiência motora grave.

Outros estudos abordaram soluções para pessoas com deficiência num contexto geral, como a pesquisa de [Mulfari et al. 2015] que apresenta um dispositivo de hardware de TA inteligente, um sistema embarcado de IoT capaz de fazer a interface do usuário com qualquer computador sem qualquer instalação de *drivers* ou aplicativos específicos. Os pesquisadores, [Hamann et al. 2015] desenvolveram uma TA para auxiliar as pessoas com deficiência a conhecer a identidade de um visitante que chega a seus lares, independentemente de estarem presentes naquele momento.

5.1.3 Acessibilidade como requisito necessário de ser atendido

Seguindo a distribuição de estudos de acordo com a forma como a acessibilidade foi abordada, outros estudos (4 estudos; 12,9%) a consideraram como um requisito necessário

de ser atendido no desenvolvimento de sistemas IoT. O trabalho de [Lopes et al. 2014] propõe uma arquitetura de IoT específica para pessoas com deficiência que aborda os desafios tecnológicos da Internet atual e identifica e descreve as tecnologias e padrões mais relevantes para as quatro primeiras camadas da arquitetura proposta. Este trabalho também apresenta dois casos de uso que estão sendo desenvolvidos para essa população.

O estudo de [Domingo 2012] apresenta uma visão geral da Internet das Coisas (benefícios e desafios de pesquisa) para pessoas com deficiência e, para este propósito, também propõe uma arquitetura de IoT. O estudo de [Velasco et al. 2016] também apresentou uma arquitetura, componentes do sistema, aplicações e interfaces de um *framework* para *Web of Things* para apoiar a internação domiciliar de usuários com doenças crônicas. Já o trabalho de [Yang et al. 2016] investigou o *design* de interação de produtos domésticos inteligentes para pessoas idosas e sugeriu algumas estratégias a serem seguidas para melhoria do projeto de produtos domésticos inteligentes para essa população.

5.1.4 Acessibilidade durante todo o processo de desenvolvimento

Além dos 23 estudos identificados que abordaram a acessibilidade no contexto de TA, outros 2 estudos (6,4%) consideraram pessoas com deficiência no processo de desenvolvimento de aplicações IoT. Os pesquisadores [Schulz et al. 2014] aplicaram o processo de *design* universal e *design* centrado no usuário no desenvolvimento de protótipos e aplicativos móveis para IoT com foco em pessoas com deficiência visual e pessoas com dislexia. O estudo verificou que a aplicação do processo de *design* universal e centrado no usuário permitiu identificar problemas de interação que não seriam encontrados apenas utilizando as diretrizes de acessibilidade. Além disso, ter um especialista de acessibilidade presente no projeto para assegurar que as pessoas com deficiência estão incluídas, entre outros resultados. O trabalho de [Augusto et al. 2018] propôs uma metodologia iterativa de *co-design* e relatou sua aplicação para desenvolver ambientes inteligentes em um projeto para pessoas com Síndrome de Down.

5.1.5 Acessibilidade no início do processo de desenvolvimento

A acessibilidade também foi abordada como um requisito importante a ser considerado no início do desenvolvimento (2 estudos; 6,4%). [Wentzel et al. 2016] apresentaram um conjunto de diretrizes para dispositivos vestíveis (*wearables*) acessíveis. Este estudo está em andamento e objetiva orientar os desenvolvedores para além da acessibilidade da Web ou móvel e com atenção especial para as interfaces multimodais necessárias para proporcionar a acessibilidade. O trabalho de [Fernandes and de Lucena 2015] realizou um estudo de caso do protótipo de uma solução IoT para ambiente de assistência médica. O protótipo desenvolvido preocupou-se em fornecer uma infraestrutura com interface acessível, com o objetivo de tornar o ambiente hospitalar mais proativo, ágil e interativo.

5.1.6 Uma análise sobre como acessibilidade tem sido considerada em IoT

Dessa maneira, com relação a **QP1** (*Como a acessibilidade tem sido considerada no desenvolvimento de sistemas IoT?*), verificou-se que existe uma significativa e crescente preocupação em promover a extensão das capacidades das pessoas idosas para o

envelhecimento ativo. E, proporcionar uma maior independência e aumento da qualidade de vida às pessoas com deficiência. A maioria dos estudos (23 trabalhos; 74,2%; de 2009 a 2017), exploram os recursos da IoT para propor serviços/soluções que auxiliem esses perfis de usuários, conforme apresentado na Tabela 3. A adoção de técnicas de análise sensíveis ao contexto, combinadas com dispositivos e sensores inteligentes, componentes de um sistema IoT, provavelmente permitirá um grande número de novos serviços de atendimento e assistência. Essas tecnologias podem ser um forte aliado para auxiliar na identificação e análise do contexto do usuário, a fim de fornecer insumos relevantes para a evolução dos serviços de assistência [Baldissera and Camarinha-Matos 2016].

É importante destacar uma crescente preocupação em projetar soluções de IoT que atendam às demandas das pessoas com deficiência e idosos, como mostram os 8 trabalhos (25,8%) desse mapeamento, que estão distribuídos nas últimas 3 categorias, na Tabela 3. O projeto de uma solução de IoT que supere as lacunas tecnológicas da Internet atual e atenda às necessidades das pessoas com deficiência envolve um trabalho interdisciplinar, entre engenharia, sociologia e estruturas sociais. Caso contrário, o desenvolvimento de soluções de IoT, independentemente do componente social, pode resultar em uma solução tecnológica que não será adotada pelas estruturas sociais e pelos usuários finais [Lopes et al. 2014]. As pessoas com deficiência e idosos somente podem se beneficiar do potencial das soluções de IoT se estiverem acessíveis. Portanto, é preciso compreender as necessidades e sentimentos desses usuários para estreitar a distância entre homem-máquina [Yang et al. 2016].

Além disso, os estudos reforçam que o desenvolvimento de ambientes inteligentes possui características e necessidades específicas, ao contrário dos sistemas convencionais. Há falta de metodologias e ferramentas para auxiliar os desenvolvedores no processo de desenvolvimento de sistemas inteligentes [Alegre et al. 2016, Augusto et al. 2018]. Também se verificou a necessidade de envolver o usuário durante todo o processo de desenvolvimento para criar um produto significativo. Finalmente, é crescente a preocupação (estudos de 2012 a 2018) e as tentativas de propostas para solucionar os desafios relacionados ao desenvolvimento de tecnologias inteligentes que considerem as pessoas com deficiência e idosos. IoT é uma área em crescimento substancial nos últimos anos e que exigirá esforços de pesquisas em acessibilidade e estudos com usuários.

5.2. Tipos de deficiência que têm sido foco dos estudos primários sobre acessibilidade em sistemas IoT

Com relação a **QP2** (*Quais tipos de deficiência têm sido foco dos estudos primários sobre a acessibilidade em sistemas IoT?*), segundo a extração de dados dos 31 estudos selecionados, os públicos-alvo abordados pela maioria dos trabalhos foram as pessoas idosas (67,7%), as com deficiência visual (48,4%) e deficiência motora (45,2%), como mostra a Figura 4. Dessa forma, existe uma notória preocupação em considerar os usuários mais velhos nos projetos de sistemas IoT. O envelhecimento populacional é fenômeno mundial e ocorre de forma acelerada [UN 2015, World Health Organization 2017]. Além disso, as pessoas idosas possuem um conjunto de limitações específicas, que devem ser consideradas no projeto de interfaces e sistemas a fim de minimizar os problemas decorrentes e característicos do envelhecimento [Vines et al 2015].

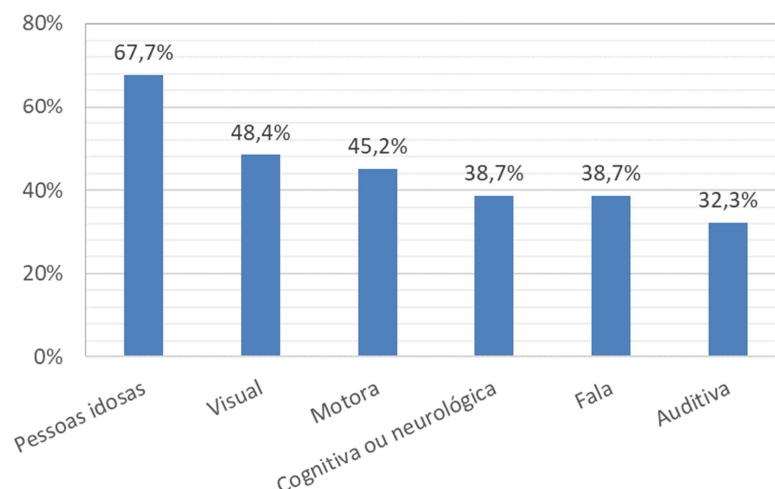


Figura 4. Distribuição de publicações por público-alvo

Outros pontos relevantes sobre essas informações é que a deficiência visual foi o segundo grupo mais considerado pelas publicações. O motivo dessa prevalência pode ser justificado pela rápida evolução tecnológica que gera a necessidade de atualização dos recursos de TA (tais como leitores de tela, ampliadores de texto, entre outros), os quais, muitas vezes, não a acompanham. Por outro lado, apesar do número de pessoas com deficiência auditiva ser alto na população em geral [IBGE 2012], os estudos que abordaram essa deficiência nesse mapeamento foram relativamente muito baixos (Figura 4).

5.3. Cenários de sistemas IoT que têm sido foco dos estudos primários

A partir dos principais setores e nichos tecnológicos para o desenvolvimento de sistemas IoT, que são agronegócio, cidades inteligentes, indústria e saúde/bem-estar, essa questão de pesquisa buscava investigar qual deles predomina, entre os estudos investigados. Assim, respondendo a **QP3** (*Quais cenários de sistemas IoT têm sido foco dos estudos primários?*), o cenário abordado na maioria das publicações foi saúde/bem-estar (90,3%; 28 estudos) seguido por outros (6,5%; 2 estudos) e cidades inteligentes (3,2%; 1 estudo), como mostra a Figura 5. É possível notar mais preocupação em propor ou investigar soluções de IoT com foco na saúde e bem-estar, principalmente porque esse mapeamento envolve acessibilidade, e a maioria dos estudos investigados propõe recursos de Tecnologia Assistiva (Tabela 3).

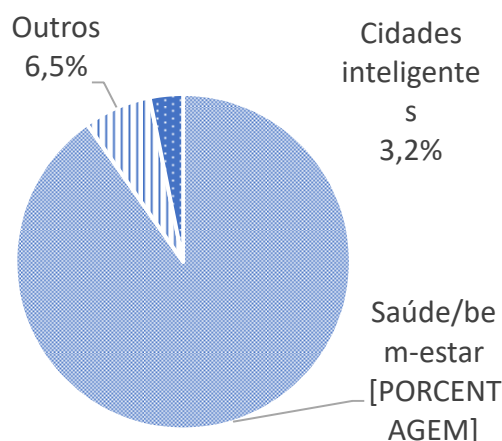


Figure 5. Distribuição de publicações por cenário

A saúde é setor prioritário com ineficiências a serem minimizadas e a IoT oferece muitas oportunidades para auxiliar no monitoramento, nos Ambientes de Vida Assistida e *homecare*. Por outro lado, a pequena quantidade de estudos que focam em cidades inteligentes pode ser explicada pelo fato de que a Internet das Coisas é uma área emergente, que está migrando dos laboratórios para a vida cotidiana das pessoas, nos países desenvolvidos, e se tornando palpável em alguns subdesenvolvidos, como o Brasil.

5.4. Tipos de demandas que sistemas IoT podem ser propostos como Tecnologia Assistiva

Para identificar para que tipos de demandas os sistemas IoT podem ser propostos como TA e assim responder a **QP4** (*Para que tipos de demandas os sistemas IoT podem ser propostos como Tecnologia Assistiva (TA)?*), considerou-se apenas os 23 estudos identificados como Tecnologia Assistiva (Tabela 3). Os trabalhos investigaram soluções para auxiliar a autonomia, saúde e proporcionar uma vida independente às pessoas idosas em seus próprios lares de forma a apoiar o envelhecimento ativo e produtivo. O monitoramento tornou possível observar e prestar cuidados aos pacientes enquanto vivem em suas casas, em vez de passar meses ou mesmo anos no hospital. Nesse contexto, tem-se os trabalhos de: [Srivastava and Zrno 2009], [Baldissera and Camarinha-Matos 2016], [Francese and Risi 2016], [Raad et al. 2015], [Trajkovik et al. 2015], [Seo et al. 2016], [Hussain 2017], [Parra et al. 2014] e [Malavasi et al. 2017], este último para pessoas com deficiência motora e da fala. No apoio aos cuidados de pessoas idosas com demência no lar e auxiliando-as na busca de objetos destacam-se: [Andreadis et al. 2016] [Tamamizu et al. 2016], [Oestreicher et al. 2014]. Além disso, houveram trabalhos que se preocuparam em investigar soluções para auxiliar os sintomas da depressão e isolamento social em pessoas idosas como: [Almeida et al. 2014].

A possibilidade de caminhar de forma independente e realizar atividades cotidianas, como buscar produtos na prateleira do supermercado pelas pessoas com deficiência visual e com deficiência motora também foi uma preocupação. Nesse sentido, auxiliar esses usuários e contribuir com a inclusão social e qualidade de vida

dos mesmos foram as demandas exploradas pelos trabalhos de: [Ramirez et al 2017], [Xu et al. 2016], [Vera et al. 2017], [Maïke et al. 2016], [Rashid et al. 2017] e [Skraba et al. 2015].

O auxílio no processo de alfabetização de crianças com autismo [Lima et al. 2016] e para reduzir as dificuldades das pessoas em interagir com tecnologias [Mulfari et al. 2015] foram demandas identificadas nos demais estudos. Além disso, as demandas do cotidiano, como a identificação de forma independente de visitantes que chegam em sua casa [Hamann et al. 2015] e as dificuldades enfrentadas por pessoas idosas ao dirigir carros [Jung et al. 2017].

6. Ameaças à validade

As principais ameaças à validade de um mapeamento sistemático consistem no viés de seleção e imprecisão na extração de dados. O protocolo de pesquisa desenvolvido foi validado por meio de discussões entre as autoras deste trabalho e com base em estudos prévios, a fim de permitir que a pesquisa fosse a mais correta, completa e objetiva possível. Outros pesquisadores podem acrescentar termos importantes, que se aplicados a mapeamentos similares, podem complementar este estudo. Além disso, a extração de dados foi realizada de forma individual pelas pesquisadoras o que pode ter gerado alguma imprecisão ou erro de classificação.

A busca por publicações foi feita apenas por meio de busca automática, não foi realizada a busca manual. Dessa forma, existe uma limitação referente aos estudos incluídos nesse mapeamento, pois, pode ser que alguns estudos relevantes publicados em revistas ou conferências não tenham sido capturados apenas com a busca automática. Assim, não se pode garantir que todos os artigos relacionados publicados estejam incluídos nesse mapeamento. Por outro lado, as contribuições desse mapeamento não são ameaçadas por esses vieses e limitações, mas limitadas em termos de escopo.

7. Considerações Finais

A Internet das Coisas é uma área emergente e que permitirá grande impacto na maneira com que as pessoas interagem com as tecnologias. No entanto, nem todos os grupos de usuários poderão usufruir de IoT se não estiverem acessíveis. Este artigo apresentou um mapeamento sistemático para identificar o cenário atual dos estudos relacionados ao tópico pesquisado, permitindo uma visão geral sobre como a acessibilidade tem sido considerada no desenvolvimento de sistemas IoT.

Os resultados indicaram que a comunidade tem se dedicado, principalmente, em explorar os recursos de IoT para propor soluções de TA. Existe uma significativa e crescente preocupação em proporcionar autonomia, independência e inclusão social às pessoas com deficiência e idosos. A combinação de técnicas de análise sensíveis ao contexto, dispositivos e sensores inteligentes (componentes de um sistema IoT), possivelmente, favorecerá a evolução e aumento do número de novos serviços de atendimento e assistência de forma a proporcionar melhor qualidade de vida às pessoas.

Um aspecto relevante é que as pessoas idosas foram o grupo mais considerado pelos estudos. Soluções para auxiliar a autonomia, saúde e proporcionar uma vida independente às pessoas idosas em seus próprios lares tem sido investigadas, de forma a

apoiar o envelhecimento ativo/saudável. Essa tendência é justificada pelo envelhecimento populacional, fenômeno mundial que ocorre de forma acelerada no mundo todo. Assim, há necessidade de maiores esforços da comunidade acadêmica para investigar soluções que minimizem os problemas decorrentes e característicos do envelhecimento.

Além disso, os estudos reforçaram as diferenças existentes no desenvolvimento de sistemas inteligentes em comparação aos convencionais. Existe uma lacuna de metodologias e ferramentas para auxiliar os desenvolvedores no processo de desenvolvimento de sistemas inteligentes. Assim, são necessárias mais pesquisas com usuários e propostas de soluções para os desafios relacionados a acessibilidade e sistemas IoT. Foi possível verificar a necessidade de avaliar as contribuições, visto que alguns estudos selecionados apresentaram propostas de soluções promissoras, embora sem nenhum tipo de avaliação.

Ademais, há uma curva crescente no número de publicações sobre o tópico pesquisado, nos últimos nove anos, representando os esforços e a tendência de que a temática tem requerido mais apoio científico. Por fim, como trabalhos futuros, pretende-se: (a) diminuir as ameaças à validade, (b) analisar os estudos de acordo com o tipo de deficiência, (c) analisar os cenários de sistemas IoT que têm sido foco dos estudos, (d) verificar os tipos de demandas para as quais os sistemas IoT foram projetados como uma Tecnologia Assistiva e, finalmente, (e) estender o estudo para considerar outras questões de pesquisa e mais artigos relevantes identificados a partir desta revisão.

8. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Também agradecemos a FAPESP (processo nº 2015/24525-0) pelo financiamento desta pesquisa.

References

- Alegre, U., Augusto, J. C., and Clark, T. (2016). Engineering context-aware systems and applications: A survey. *Journal of Systems and Software*, 117:55 – 83
- Almeida, E., Ferruzca, M., and del Pilar Morales Tlapanco, M. (2014). Design of a system for early detection and treatment of depression in elderly case study. In Cipresso, P., Matic, A., and Lopez, G., editors, *Pervasive Computing Paradigms for Mental Health*, pages 115–124, Cham. Springer International Publishing.
- Andreadis, S., Stavropoulos, T. G., Meditskos, G., and Kompatsiaris, I. (2016). Dem@home: Ambient intelligence for clinical support of people living with dementia. In Sack, H., Rizzo, G., Steinmetz, N., Mladenić, D., Auer, S., and Lange, C., editors, *The Semantic Web*, pages 357–368, Cham. Springer International Publishing.
- Ashton, K. et al. (2009). That 'internet of things' thing. *RFID journal*, 22(7):97–114.
- Atzori, L., Iera, A., and Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15):2787 – 2805.

- Augusto, J., Kramer, D., Alegre, U., Covaci, A., and Santokhee, A. (2018). The user-centred intelligent environments development process as a guide to co-create smart technology for people with special needs. *Universal Access in the Information Society*, 17(1):115–130.
- Baldissera, T. A. and Camarinha-Matos, L. M. (2016). Towards a collaborative business ecosystem for elderly care. In Camarinha-Matos, L. M., Falcão, A. J., Vafaei, N., and Najdi, S., editors, *Technological Innovation for Cyber-Physical Systems*, pages 24–34, Cham. Springer International Publishing.
- Baranauskas, M. C. C., de Souza, C. S., and Pereira, R. (2012). Grandihc-br: Prospecção de grandes desafios de pesquisa em interação humano-computador no brasil. In *Companion Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '12*, pages 63–64, Porto Alegre, Brazil, Brazil. Brazilian Computer Society.
- Barbara, K. and Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *EBSE Technical Report EBSE-2007-01.2007*.
- Bersch, R. (2013). Introdução à Tecnologia Assistiva. Porto Alegre, RS.
- Bittencourt, I. I., Baranauskas, M. C., Dermeval, D., Braga, J., and Pereira, R. (2013). Designing for different users and multiple devices: A roadmap towards inclusive environments. In Kotzé, P., Marsden, G., Lindgaard, G., Wesson, J., and Winckler, M., editors, *Human-Computer Interaction – INTERACT 2013*, pages 605–622, Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg.
- Bittencourt, I. I., Baranauskas, M. C., Pereira, R., Dermeval, D., Isotani, S., and Jaques, P. (2016). A systematic review on multi-device inclusive environments. *Universal Access in the Information Society*, 15(4):737–772.
- BRASIL (2004). Decreto n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.
- BRASIL (2009). Tecnologia Assistiva. Technical report, Brasil. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas, Brasília, DF.
- Chen, Y. K. (2012). Challenges and opportunities of internet of things. In *17th Asia and South Pacific Design Automation Conference*, pages 383–388.
- Coetzee, L. and Olivrin, G. (2012). Inclusion through the internet of things. In *Assistive Technologies*. InTech.
- Desolda, G., Ardito, C., and Matera, M. (2017). Empowering end users to customize their smart environments: Model, composition paradigms, and domain-specific tools. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 24(2):12:1–12:52
- Domingo, M. C. (2012). An overview of the internet of things for people with disabilities. *Journal of Network and Computer Applications*, 35(2):584 – 596. Simulation and Testbeds.
- Economides, A. A. (2017). User perceptions of internet of things (iot) systems. In Obaidat, M. S., editor, *E-Business and Telecommunications*, pages 3–20, Cham. Springer International Publishing.

- Ericsson (2015). Ericsson mobility report. Technical report, Ericson, Estocolmo, Suécia.
- Felizardo, K. R., Nakagawa, E. Y., Fabbri, S. C. P.F., and Ferrari, F. C. (2017). *Re- visão Sistemática da literatura em engenharia de software*. Elsevier (Campus), Rio de Janeiro - RJ.
- Fernandes, C. O. and de Lucena, C. J. P. (2015). An internet of things application with an accessible interface for remote monitoring patients. In Marcus, A., editor, *Design, User Experience, and Usability: Interactive Experience Design*, pages 651–661, Cham. Springer International Publishing.
- Francese, R. and Risi, M. (2016). Supporting elderly people by ad hoc generated mobile applications based on vocal interaction. *Future Internet*, 8(3):42.
- Gartner, R. C. (2017). Gartner says 8.4 billion connected “things” will be in use in 2017.
- Hamann, L. M. A., Airaldi, L. L., Molinas, M. E. B., Rujana, M., Torre, J., and Gramajo, S. (2015). Smart doorbell: An ict solution to enhance inclusion of disabled people. In *2015 ITU Kaleidoscope: Trust in the Information Society (K-2015)*, pages 1–7.
- Hussain, A., Wenbi, R., da Silva, A. L., Nadher, M., and Mudhish, M. (2015). Health and emergency-care platform for the elderly and disabled people in the smart city. *Journal of Systems and Software*, 110:253 – 263.
- Hussain, M. I. (2017). Internet of things: challenges and research opportunities. *CSI Transactions on ICT*, 5(1):87–95.
- IBGE (2012). Censo demográfico 2010. Technical report, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ.
- International Organization For Standarization (2008). *Ergonomics of human-system interaction — Part 171: Guidance on software accessibility*.
- Jung, S., Meng, H.-Y., and Qin, S.-F. (2017). Exploring challenges in developing a smart and effective assistive system for improving the experience of the elderly drivers. *Chi- nese Journal of Mechanical Engineering*, 30(5):1133–1149.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(2004):1–26.
- Koreshoff, T. L., Robertson, T., and Leong, T. W. (2013). Internet of things: A review of literature and products. In *Proceedings of the 25th Australian Computer-Human Interaction Conference: Augmentation, Application, Innovation, Collaboration, OzCHI '13*, pages 335–344, New York, NY, USA. ACM.
- Lee, H. (2017). The internet of things and assistive technologies for people with disabilities: Applications, trends, and issues. *The Internet of Things: Breakthroughs in Research and Practice: Breakthroughs in Research and Practice*, page 161.
- Lima, R. P., Bercht, M., Passerino, L. M., Vicari, R. M., and Gluz, J. C. (2016). Scala web system on the internet of things: An exploratory research in social computing. In Koch, F., Koster, A., Primo, T., and Guttman, C., editors, *Advances in Social Computing and Digital Education*, pages 1–18, Cham. Springer International Publishing.

- Lopes, N. V., Pinto, F., Furtado, P., and Silva, J. (2014). Iot architecture proposal for disabled people. In *2014 IEEE 10th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob)*, pages 152–158.
- Maike, V. R. M. L., Buchdid, S. B., and Baranauskas, M. C. C. (2016). A smart super- market must be for all: A case study including the visually impaired. In *Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems, IHC '16*, pages 6:1–6:10, New York, NY, USA. ACM.
- Malavasi, M., Turri, E., Atria, J., Christensen, H., Marxer, R., Desideri, L., Coy, A., Tamburini, F., and Green, P. (2017). An innovative speech-based user interface for smarthomes and iot solutions to help people with speech and motor disabilities. *Studies in Health Technology and Informatics*, 242:306–313.
- Mulfari, D., Celesti, A., Fazio, M., and Villari, M. (2015). Human-computer interface based on iot embedded systems for users with disabilities. In Giaffreda, R., Vieriu, R.-L., Pasher, E., Bendersky, G., Jara, A. J., Rodrigues, J. J., Dekel, E., and Mandler, B., editors, *Internet of Things. User-Centric IoT*, pages 376–383, Cham. Springer International Publishing.
- National Council on Disability (1993). Study on the financing of assistive technology devices and services for individuals with disabilities. Technical report, National Council on Disability, United States.
- Oestreicher, L. (2014). Finding keys for people with mild dementia – not just a matter of beeping and flashing. In Schmorrow, D. D. and Fidopiastis, C. M., editors, *Foundations of Augmented Cognition. Advancing Human Performance and Decision-Making through Adaptive Systems*, pages 315–324, Cham. Springer International Publishing.
- Parra, V., López, V., and Mohamad, M. S. (2014). Homecare, elder people monitoring system and tv communication. In Corchado, J. M., Bajo, J., Kozlak, J., Pawlewski, P., Molina, J. M., Gaudou, B., Julian, V., Unland, R., Lopes, F., Hallenborg, K., and García Teodoro, P., editors, *Highlights of Practical Applications of Heterogeneous Multi-Agent Systems. The PAAMS Collection*, pages 111–120, Cham. Springer International Publishing.
- Raad, M. W., Sheltami, T., and Deriche, M. (2015). A ubiquitous telehealth system for the elderly. In Giaffreda, R., Vieriu, R.-L., Pasher, E., Bendersky, G., Jara, A. J., Rodrigues, J. J., Dekel, E., and Mandler, B., editors, *Internet of Things. User-Centric IoT*, pages 159–166, Cham. Springer International Publishing.
- Ramirez, A. R. G., González-Carrasco, I., Jasper, G. H., Lopez, A. L., Lopez-Cuadrado, J. L., and García-Crespo, A. (2017). Towards human smart cities: Internet of things for sensory impaired individuals. *Computing*, 99(1):107–126.
- Rashid, Z., Melia`-Segu`1, J., Pous, R., and Peig, E. (2017). Using augmented reality and internet of things to improve accessibility of people with motor disabilities in the context of smart cities. *Future Generation Computer Systems*, 76:248 – 261.

- Riggins, F. J. and Wamba, S. F. (2015). Research directions on the adoption, usage, and impact of the internet of things through the use of big data analytics. In *2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences*, pages 1531–1540.
- Schulz, T., Fuglerud, K. S., Arfwedson, H., and Busch, M. (2014). A case study for universal design in the internet of things. *Universal Design 2014: Three Days of Creativity and Diversity*, pages 45–54.
- Seo, D., Yoo, B., and Ko, H. (2016). Data-driven smart home system for elderly people based on web technologies. In Streitz, N. and Markopoulos, P., editors, *Distributed, Ambient and Pervasive Interactions*, pages 122–131, Cham. Springer International Publishing.
- Srivastava, L. and Zrno, D. (2009). Age@home: Radio-enabled environments for independent ageing. *Wireless Personal Communications*, 51(4):761.
- Tamamizu, K., Tokunaga, S., Saiki, S., Matsumoto, S., Nakamura, M., and Yasuda, K. (2016). Towards person-centered anomaly detection and support system for home dementia care. In Duffy, V. G., editor, *Digital Human Modeling: Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management*, pages 274–285, Cham. Springer International Publishing.
- Trajkovic, V., Vlahu-Gjorgievska, E., Koceski, S., and Kulev, I. (2015). General assisted living system architecture model. In Aguero, R., Zinner, T., Goleva, R., Timm-Giel, A., and Tran-Gia, P., editors, *Mobile Networks and Management*, pages 329–343, Cham. Springer International Publishing.
- UN (2015). World population ageing 2015. Technical report, United Nations, New York.
- United Nations (2016). Convention on the rights of persons with disabilities overview. <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html>. Acesso em: 06 mai. 2018.
- Velasco, C. A., Mohamad, Y., and Ackermann, P. (2016). Architecture of a web of things ehealth framework for the support of users with chronic diseases. In *Proceedings of the 7th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion, DSAI 2016*, pages 47–53, New York, NY, USA. ACM.
- Vera, D., Marcillo, D., and Pereira, A. (2017). Blind guide: Anytime, anywhere solution for guiding blind people. In Rocha, Á., Correia, A. M., Adeli, H., Reis, L. P., and Costanzo, S., editors, *Recent Advances in Information Systems and Technologies*, pages 353–363, Cham. Springer International Publishing.
- Vines, J., Pritchard, G., Wright, P., Olivier, P., and Brittain, K. (2015). An age-old problem: Examining the discourses of ageing in hci and strategies for future research. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 22(1):2:1–2:27.
- Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century. *Scientific American*, 265(3):94–104.

- Wentzel, J., Velleman, E., and van der Geest, T. (2016). Developing accessibility design guidelines for wearables: Accessibility standards for multimodal wearable devices. In Antona, M. and Stephanidis, C., editors, *Universal Access in Human-Computer Interaction. Methods, Techniques, and Best Practices*, pages 109–119, Cham. Springer International Publishing.
- Whitmore, A., Agarwal, A., and Da Xu, L. (2015). The internet of things—a survey of topics and trends. *Information Systems Frontiers*, 17(2):261–274.
- World Health Organization (2017). Ageing. <http://www.who.int/topics/ageing/en/>. Acesso em: 22 mar. 2018.
- World Health Organization (2018). Disability and health. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs352/en/>. Acesso em: 22 mar. 2018.
- Worthy, P., Matthews, B., and Viller, S. (2016). Trust me: Doubts and concerns living with the internet of things. In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Designing Interactive Systems*, DIS '16, pages 427–434, New York, NY, USA. ACM.
- Xu, Q., Gan, T., Chia, S. C., Li, L., Lim, J. H., and Kyaw, P. K. (2016). Design and evaluation of vibrating footwear for navigation assistance to visually impaired people. In *2016 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData)*, pages 305–310.
- Yang, M., Huang, H., Yuan, H., and Sun, Q. (2016). Interaction design of products for the elderly in smart home under the mode of medical care and pension. In Zhou, J. and Salvendy, G., editors, *Human Aspects of IT for the Aged Population. Healthy and Active Aging*, pages 145–156, Cham. Springer International Publishing.
- Skraba, A., Stojanovic, R., Zupan, A., Kolozvari, A., and Kofjac, D. (2015). Speech-controlled cloud-based wheelchair platform for disabled persons. *Microprocessors and Microsystems*, 39(8):819 – 828.