



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CENTRO DE TECNOLOGIA E URBANISMO
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Eduardo Vinícius Lima Rocha

**Tecnologias Assistivas Baseadas em Computação
Ubíqua para Pessoas com Nanismo em Ambientes
Internos: Uma Revisão de Escopo**

TERESINA

2025

Eduardo Vinícius Lima Rocha

Tecnologias Assistivas Baseadas em Computação Ubíqua para Pessoas com Nanismo em Ambientes Internos: Uma Revisão de Escopo

Monografia de Conclusão de Curso apresentada na Universidade Estadual do Piauí – UESPI como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação.

Orientador: Marcus Vinícius Ribeiro de Carvalho

Coorientador: José de Anchieta Araújo Marques

TERESINA

2025

R672t Rocha, Eduardo Vinicius Lima.

Tecnologias assistivas baseadas em computação ubíqua para pessoas com nanismo em ambientes internos: uma revisão de escopo / Eduardo Vinicius Lima Rocha. - 2025.

43 f.: il.

Monografia (graduação) - Universidade Estadual do Piauí - UESPI, Bacharelado em Ciência da Computação, Campus Poeta Torquato Neto, Teresina-PI, 2025.

"Orientador: Prof. Marcus Vinícius Ribeiro de Carvalho".

"Coorientador: Prof. José de Anchieta Araújo Marques".

1. Computação Ubíqua. 2. Nanismo. 3. Acessibilidade. 4. Tecnologias Assistivas. 5. Ambientes Internos. I. Carvalho, Marcus Vinícius Ribeiro de. II. Marques, José de Anchieta Araújo. III. Título.

CDD 005

Tecnologias Assistivas Baseadas em Computação Ubíqua para Pessoas com Nanismo em Ambientes Internos: Uma Revisão de Escopo

Eduardo Vinícius Lima Rocha

Monografia de Conclusão de Curso apresentada na Universidade Estadual do Piauí – UESPI como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação.

Marcus Vinícius Ribeiro de Carvalho, Dsc.
Orientador

Nota da Banca Examinadora: 7.8

Banca Examinadora:

Marcus Vinícius Ribeiro de Carvalho, Dsc.
Presidente

Aldir Silva Sousa, Dsc.
Membro

Reginaldo Rodrigues das Graças, Dsc.
Membro

Este trabalho é dedicado às pessoas que não deixam limitações, colocadas pela vida em seu caminho, as impedirem de atingir seus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço minha mãe por estar ao meu lado em todos os momentos, seja dando suporte ou apontando melhorias a serem feitas na minha vida. Moldando em mim todas as qualidades que possuo.

Meu irmão e pai por me ajudarem quando sempre precisei, desde as pequenas até as grandes coisas que a vida me exigiu.

Ao professor Anchieta Araújo por aceitar orientar-me e guiar-me nestas últimas etapas do curso. Com seu grande conhecimento tecnológico, e principalmente paciência, ajudou-me a deixar este trabalho o mais refinado possível, além de ser também uma pessoa que passa confiança a quem está sob sua tutela.

A professora Lianna Mara por auxiliar-me com materiais e ideias sobre a forma como a acessibilidade será abordada neste artigo. Além de ser uma forte influência na minha pessoa ao escolher tomar o rumo de UX/UI Designer como objetivo profissional.

Ao professor Maurício Rego que, mesmo sem saber, me ajudou também na tomada de decisão acima citada ao me introduzir-me à área da Computação Ubíqua.

Aos colegas de curso que compartilharam conhecimento e bons momentos durante minha jornada na UESPI.

A todos aqueles não citados, mas que fazem ou fizeram parte do meu percurso até aqui, saibam que agradeço profundamente por todas as experiências vividas e conhecimento adquirido graças à ajuda de todos.

‘Máquinas que se encaixam no ambiente humano, em vez de forçar os humanos a entrarem no delas, tornarão o uso do computador tão revigorante quanto uma caminhada na floresta.’

(Weiser, Mark; The Computer for the 21st Century, 1991)

RESUMO

A Computação Ubíqua (Ubicomp) e a Inteligência Ambiental (Aml) apresentam grande potencial para o desenvolvimento de Tecnologias Assistivas (TA) voltadas à promoção da autonomia e qualidade de vida de Pessoas com Deficiência (PcD). No entanto, observa-se uma lacuna significativa na literatura quanto à aplicação dessas tecnologias às necessidades específicas de pessoas com nanismo, especialmente em ambientes internos, onde barreiras de alcance e ergonomia são recorrentes. Este trabalho tem como objetivo mapear o escopo, a extensão e a natureza da produção científica sobre TAs baseadas em UbiComp e Aml voltadas, ou potencialmente adaptáveis, a pessoas com nanismo em ambientes internos, seguindo o protocolo PRISMA-ScR e utilizando o modelo PCC (População, Conceito, Contexto). As buscas foram realizadas em bases consolidadas — ACM Digital Library, IEEE Xplore, ScienceDirect, Springer-Link e outras fontes complementares — considerando publicações entre 2013 e 2025, com filtros por idioma, tipo de documento. A seleção envolveu triagem por título e resumo, seguida da leitura completa de textos elegíveis. A análise revelou uma literatura ampla sobre TAs e tecnologias ubíquas com foco em idosos e pessoas com deficiências motoras, visuais, auditivas e cognitivas, incluindo aplicações em casas inteligentes e Ambientes de Vida Assistida (AAL). Identificaram-se abordagens baseadas em design inclusivo, automação residencial, sensores ambientais e controle adaptativo, mas nenhum estudo focado diretamente em pessoas com nanismo utilizando tecnologias ubíquas. A maioria dos poucos trabalhos sobre nanismo trata de barreiras arquitetônicas físicas, sem propor soluções tecnológicas voltadas à acessibilidade digital e ambiental. Conclui-se que há um campo de pesquisa promissor e ainda inexplorado na interseção entre UbiComp, Aml e acessibilidade para pessoas com nanismo, sendo essencial que estudos futuros priorizem o co-design de soluções tecnológicas personalizadas, interfaces ergonômicas e sistemas sensoriais adaptados às suas demandas específicas.

Palavras-chave: Revisão de Escopo, Tecnologia Assistiva, Computação Ubíqua, Inteligência Ambiental, Nanismo, Ambientes Internos, Acessibilidade.

ABSTRACT

Ubicomp (Ubiquitous Computing) and Aml (Ambient Intelligence) show great potential for the development of AT (Assistive Technologies) aimed at promoting autonomy and quality of life for PwD (people with disabilities). However, a significant gap is observed in the literature regarding the application of these technologies to the specific needs of people with dwarfism, especially in indoor environments, where barriers related to reach and ergonomics are recurrent. This study aims to map the scope, extent, and nature of the scientific production on ATs based on UbiComp and Aml targeted, or potentially adaptable, to people with dwarfism in indoor settings, following the PRISMA-ScR protocol and using the PCC (Population, Concept, Context) model. Searches were conducted in consolidated databases — ACM Digital Library, IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, and other complementary sources — considering publications between 2013 and 2025, with filters for language and document type. The selection involved screening by title and abstract, followed by full-text reading of eligible studies. The analysis revealed extensive literature on ATs and ubiquitous technologies focused on older adults and people with motor, visual, auditory, and cognitive disabilities, including applications in smart homes and AAL (Ambient Assisted Living) environments. Inclusive design approaches, home automation, environmental sensors, and adaptive control systems were identified, but no study focused directly on people with dwarfism using ubiquitous technologies. Most of the few works on dwarfism address physical architectural barriers without proposing technological solutions aimed at digital and environmental accessibility. It is concluded that a promising and yet unexplored research field exists at the intersection of UbiComp, Aml, and accessibility for people with dwarfism, making it essential that future studies prioritize co-design of personalized technological solutions, ergonomic interfaces, and sensory systems adapted to their specific needs.

Keywords: Scoping Review, Assistive Technology, Ubiquitous Computing, Ambient Intelligence, Dwarfism, Indoor Environments, Accessibility.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – As quatro perspectivas da Computação Ubíqua	15
Figura 2 – Processo de seleção dos estudos incluídos	21
Figura 3 – Estudos selecionados da revisão de escopo por ano.	23
Figura 4 – Dados coletados dos estudos incluídos.	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAL	Ambientes de Vida Assistida
Aml	Inteligência Ambiental
IA	Inteligência Artificial
IoT	Internet das Coisas
JB	Joanna Briggs Institute
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCC	População, Conceito, Contexto
PcD	Pessoas com Deficiência
PRISMA-ScR	<i>Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews</i>
QP	Questões de Pesquisa
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
TA	Tecnologias Assistivas
UbiComp	Computação Ubíqua

LISTA DE QUADROS

1	Visão geral dos estudos incluídos na nossa revisão de escopo.	43
---	---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	MÉTODOS	17
2.1	Questões de Pesquisa	17
2.2	Crerios de Elegibilidade	18
2.3	Fontes de Informaço	19
2.4	Seleço dos Estudos e Extraço de Dados	20
3	ANÁLISE DOS ESTUDOS	23
3.1	Seleço das Evidências	23
3.2	Síntese dos Resultados	25
4	DISCUSSÃO	27
4.1	Resumo dos Principais Achados e Lacuna Central	27
4.2	Implicaço para Pesquisa e Prática	28
4.3	Limitaço da Revisão	29
4.4	Consideraçoes Finais da Discussão	30
5	CONCLUSÕES	31
5.0.1	Respostas às Perguntas de Pesquisa	31
5.0.2	Síntese das Conclusões	32
	REFERÊNCIAS	34
	APÊNDICE A - STRINGS DE BUSCA	39
	APÊNDICE B - MÉTODOS DE PESQUISA	42
B.1	COLETA DE DADOS	42
B.2	Estudos Incluídos	43

1 INTRODUÇÃO

A Tecnologia Assistiva (TA) desempenha um papel fundamental na promoção da autonomia e qualidade de vida de Pessoas com Deficiência (PcD), garantindo sua plena participação na saúde, educação, emprego e vida social (Batista, 2017). Diferente de abordagens puramente curativas, a TA foca em mitigar barreiras e oferecer suporte para a realização de atividades diárias (Frauenberger, 2015). A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que bilhões de pessoas poderiam se beneficiar de produtos de TA, uma necessidade que cresce com o envelhecimento populacional e o aumento de doenças crônicas (WHO, 2011).

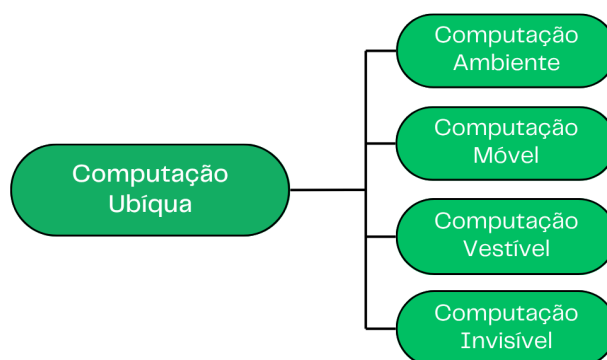
Paralelamente, a evolução da Computação Ubíqua (Ubicomp) e da Inteligência Ambiental (Aml) tem revolucionado o desenvolvimento de TAs, tornando-as mais integradas, contextuais e personalizadas (Manwaring, 2015). A Ubicomp busca integrar a tecnologia de forma transparente no cotidiano, enquanto a Aml visa criar ambientes sensíveis e responsivos à presença humana (Horváth, 2015). Esses paradigmas utilizam redes de sensores, atuadores, dispositivos móveis, Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA) para compreender o contexto do usuário e do ambiente, adaptando serviços e interfaces de forma dinâmica (Tomiya, 2019). A computação ubíqua se manifesta em quatro perspectivas principais: computação ambiental, móvel, vestível e invisível, cada uma incorporando a tecnologia ao dia a dia de maneiras distintas (Horváth, 2015). Essas perspectivas estão representadas na Figura 1.

O potencial da Ubicomp/Aml para a acessibilidade é imenso (Kane, 2020), permitindo a criação de soluções que abrangem desde casas inteligentes adaptativas e sistemas de vida assistida (AAL) (Vacher, 2015) até interfaces de usuário personalizadas (Gamecho, 2015) e suporte à navegação (Kane, 2020). Essas aplicações têm sido exploradas para diversas populações, incluindo idosos (Vacher, 2015) e pessoas com deficiências motoras (Batista, 2017), visuais (Tavares, 2013), auditivas (Barbosa, 2016) e cognitivas (Kosch, 2018).

No entanto, dentro do vasto espectro da deficiência, as necessidades específicas de pessoas com nanismo têm recebido atenção limitada na pesquisa de TA, especialmente no domínio da Ubicomp/Aml (Mack, 2021). O nanismo impõe desafios únicos de acessibilidade, particularmente em ambientes internos, que se distinguem daqueles enfrentados por outras populações frequentemente estudadas, como usuários de cadeira de rodas (Vatavu, 2022) ou pessoas com deficiência sensorial (Hayhoe, 2013). Barreiras como o alcance vertical (para acessar interruptores, prateleiras, maçanetas e interfaces), a altura inadequada de mobiliário e equipamentos (pias, vasos sa-

nitários, balcões) e a ergonomia geral de produtos e espaços são prevalentes (Kwon, 2024).

Figura 1 – As quatro perspectivas da Computação Ubíqua



Fonte: Adaptada de (Horváth, 2015).

Espaços que são considerados acessíveis por diretrizes padrão podem, na prática, apresentar obstáculos significativos para pessoas com nanismo. A falha em atender às necessidades reais desses usuários pode ser interpretada como negligência e capacitismo. Apesar do claro potencial da Ubicomp/Aml para mitigar essas barreiras específicas □ por exemplo, através de controle remoto de objetos fora de alcance, interfaces adaptativas em altura ou localização, automação de tarefas que exigem alcance, ou sistemas de interação por voz/gestos (Telles, 2016) – uma análise preliminar da literatura sugere uma lacuna notável.

Diante dessa lacuna evidente, este trabalho propõe uma revisão de escopo para mapear sistematicamente a literatura existente, com o objetivo de confirmar a extensão dessa escassez e identificar estudos ou conceitos que possam servir de base para futuras pesquisas. O principal objetivo desta revisão é explorar a extensão, o alcance e a natureza da produção científica sobre tecnologias assistivas baseadas em computação ubíqua ou inteligência ambiental que são projetadas para, ou potencialmente aplicáveis a, pessoas com nanismo em ambientes internos. Buscamos identificar os tipos de tecnologias exploradas, os contextos de aplicação, as metodologias empregadas e, crucialmente, as lacunas no conhecimento atual. Esta revisão segue as diretri-

zes do protocolo *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR) (Tricco et al., 2018).

2 MÉTODOS

Esta revisão de escopo foi conduzida com o propósito de mapear a literatura existente sobre tecnologias assistivas baseadas em computação ubíqua ou inteligência ambiental, aplicadas às necessidades de pessoas com nanismo em ambientes internos. Nosso objetivo primordial foi identificar, caracterizar e sintetizar a produção científica nesta intersecção, bem como apontar as lacunas de pesquisa. É importante notar que esta revisão não possui um protocolo de registro prévio.

2.1 Questões de Pesquisa

Para guiar esta revisão de escopo e assegurar uma abordagem sistemática, foram formuladas cinco Questões de Pesquisa (QP) que visam explorar a extensão, o alcance e a natureza da literatura sobre TAs baseadas em Ubicomp/Aml, especificamente aplicáveis a pessoas com nanismo em ambientes internos. Cada questão foi cuidadosamente elaborada para abordar aspectos cruciais da pesquisa, incluindo os tipos de tecnologias exploradas, os contextos de aplicação, as metodologias empregadas e as lacunas no conhecimento atual. A justificativa para cada Questão de Pesquisa é apresentada a seguir:

- **QP1: Quais dispositivos e tecnologias assistivas baseadas em computação ubíqua ou inteligência ambiental têm sido desenvolvidos para melhorar a acessibilidade de pessoas com nanismo em ambientes internos?** Justificativa: Esta questão é fundamental para estabelecer o panorama das soluções tecnológicas existentes e emergentes que podem beneficiar a população estudada. Ao identificar o estado da arte, podemos compreender as tendências de desenvolvimento e as abordagens já exploradas, servindo como base para futuras inovações.
- **QP2: Quais são os principais desafios enfrentados por pessoas com nanismo ao interagir com ambientes internos, considerando a altura e o alcance?** Justificativa: Compreender os desafios específicos relacionados à altura e ao alcance é crucial para contextualizar a necessidade de tecnologias assistivas. Esta questão nos permite direcionar o desenvolvimento de soluções que abordem diretamente as barreiras ergonômicas e de acessibilidade enfrentadas por pessoas com nanismo em ambientes internos, garantindo que as intervenções tecnológicas sejam verdadeiramente relevantes e eficazes.

- **QP3: Quais são as melhores práticas de design e ergonomia para a adaptação de ambientes internos e o desenvolvimento de tecnologias assistivas com base nas necessidades específicas de pessoas com nanismo?** Justificativa: A identificação de diretrizes e recomendações de design inclusivo e ergonômico é essencial para promover a usabilidade e a inclusão de pessoas com nanismo. As respostas a esta questão fornecerão *insights* práticos para arquitetos, designers e desenvolvedores, orientando a criação de ambientes e tecnologias que atendam de forma mais eficaz às necessidades dessa população.
- **QP4: Quais são as lacunas de pesquisa existentes na interseção entre computação ubíqua, inteligência ambiental e acessibilidade para pessoas com nanismo?** Justificativa: Esta questão é vital para identificar áreas pouco exploradas ou ausentes na literatura. Ao mapear as lacunas, podemos direcionar futuras pesquisas e o desenvolvimento de soluções inovadoras que abordem necessidades ainda não contempladas, impulsionando o avanço do conhecimento e da tecnologia neste campo.
- **QP5: Quais metodologias são empregadas para desenvolver e avaliar a eficácia e o impacto de dispositivos e tecnologias assistivas ubíquas para pessoas com nanismo em ambientes internos, e quais métricas são utilizadas?** Justificativa: Analisar as abordagens de pesquisa e avaliação utilizadas nos estudos existentes nos permite compreender como a eficácia e o impacto das soluções são medidos. Além disso, esta questão revela quais lacunas existem nas metodologias de avaliação, fornecendo subsídios para o aprimoramento das práticas de pesquisa e validação de TAs ubíquas.

Essas questões serviram como um roteiro detalhado para a busca e a extração de dados, garantindo que todos os aspectos relevantes da literatura fossem sistematicamente abordados e que a revisão de escopo fosse abrangente em seus achados.

2.2 Critérios de Elegibilidade

Para a seleção dos estudos, foram estabelecidos critérios de elegibilidade rigorosos. Incluímos publicações entre 2013 e 2025, nos idiomas português e inglês. Todos os tipos de documentos foram considerados (artigos de periódicos, anais de conferências, teses, dissertações, relatórios técnicos, etc.), desde que abordassem a População, Conceito, Contexto (PCC) definidos para esta revisão. A estrutura PCC, conforme recomendado para revisões de escopo (Tricco et al., 2018), foi detalhada da seguinte forma:

- **População:** Pessoas com nanismo (*dwarfism*), acessibilidade (*accessibility*), pessoas com deficiência (*people with disabilities*), incluindo termos relacionados como acondroplasia e baixa estatura desproporcional.
- **Conceito:** Tecnologias Assistivas baseadas nos paradigmas da Computação Ubíqua (*ubiquitous computing*), tecnologia assistiva (*assistive technology*), dispositivos inteligentes (*smart devices*), com foco em sua capacidade de promover acessibilidade (*accessibility*), inclusão (*inclusion*) e usabilidade (*usability*). Isso abrange uma ampla gama de tecnologias, como sensores ambientais, dispositivos vestíveis, Internet das Coisas, interfaces adaptativas, sistemas conscientes de contexto, automação residencial inteligente e aplicações de inteligência artificial e aprendizado de máquina voltadas para assistência no ambiente.
- **Contexto:** Ambientes internos (*indoor environments*), ambientes assistivos (*assistive environments*), como residências, locais de trabalho, edifícios públicos fechados e outros espaços confinados. Ambientes abertos também foram considerados, pois as soluções implementadas nesses ambientes também podem ter alguma utilidade em ambientes fechados.

Foram priorizados artigos de pesquisa originais, revisões de literatura, artigos de conferência e relatórios técnicos que abordassem a interseção desses três elementos. Artigos que tratassem apenas de nanismo sem tecnologia, apenas de Ubi-comp/Aml sem aplicação assistiva, ou apenas de TA genérica sem Ubi-comp/Aml foram utilizados para contextualização, mas o foco da análise principal esteve na interseção PCC. Artigos focados exclusivamente em ambientes externos ou em outras deficiências (sem menção ou aplicabilidade clara ao nanismo) foram considerados menos prioritários para a síntese principal, mas foram utilizados para mapear o estado da arte mais amplo.

2.3 Fontes de Informação

Uma busca sistemática foi realizada em bases de dados eletrônicas consolidadas nas áreas de computação, engenharia e saúde, incluindo ACM Digital Library, IEEE Xplore, ScienceDirect e SpringerLink. Adicionalmente, foram realizadas buscas manuais complementares e referências cruzadas para identificar artigos relevantes que pudessem não ter sido capturados pelas buscas sistemáticas. Essas fontes complementares incluíram a Sociedade Brasileira de Computação (SBC), portal de periódicos UPF, Taylor & Francis, Journal of Communications, Heliyon e Pensar – Revista de Ciências Jurídicas. As strings de busca foram adaptadas para cada base de dados,

utilizando os termos do modelo PCC. Detalhes completos das strings de busca podem ser encontrados no Apêndice A.

String Base:

(dwarfism OR nanism OR people with dwarfism OR people with short stature OR short stature OR people with disabilities OR disabled people OR individuals with disabilities OR persons with disabilities OR special needs population)

AND

(assistive technology OR accessible technology OR adaptive technology OR assistive devices OR smart devices OR IoT devices OR connected devices OR intelligent devices OR smart technology OR ubiquitous computing OR ambient intelligence OR pervasive computing OR smart environments OR ubicomp)

AND

(Redesign OR remake OR remodel OR restyle OR accessibility OR Inclusive design OR accessible design OR assistive accessibility OR universal access OR inclusion OR inclusive design OR integration OR social inclusion OR universal design OR usability OR UX OR ease of use OR user experience OR user satisfaction)

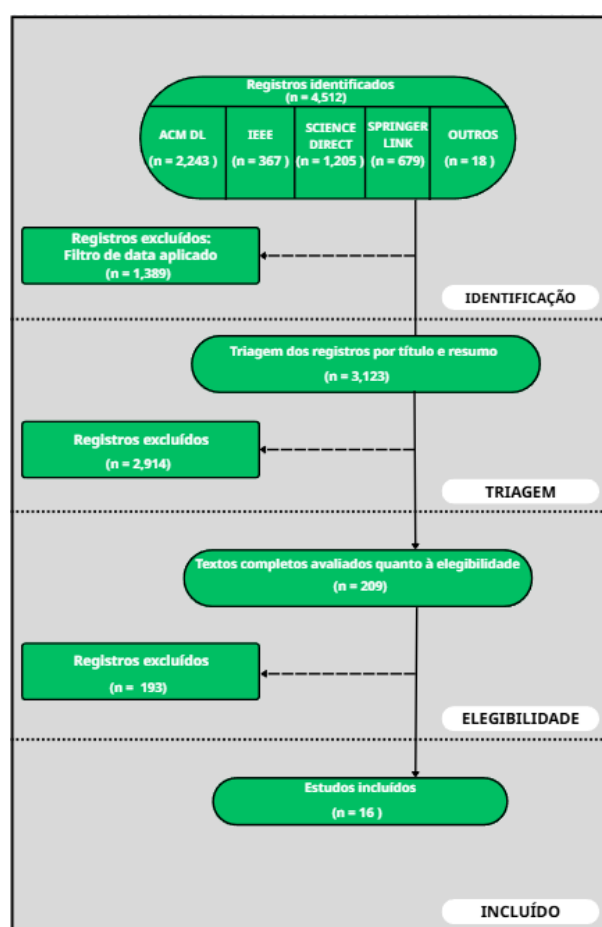
2.4 Seleção dos Estudos e Extração de Dados

A seleção dos estudos foi conduzida por um único revisor, seguindo um processo de triagem inicial por título e resumo, e posteriormente, leitura completa dos textos elegíveis. Os dados foram extraídos dos estudos incluídos e organizados conforme ilustrado na Figura (Apêndice B), que apresenta parte dos dados coletados.

Uma busca sistemática foi realizada em quatro bases de dados eletrônicas entre março e junho de 2025. As buscas foram limitadas a estudos publicados em português e inglês. Diversos termos e combinações de busca foram utilizados, como *dwarfism*, *nanism* e *short stature*. Ao todo, publicações foram recuperadas nas buscas nas bases de dados e nas buscas manuais. Após a remoção de duplicatas e aplicação do filtro de data, 2291 títulos foram analisados com base em critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Todos os títulos que continham termos como *smart home*, *assistive technology*, *ubiquitous computing* ou *ubiquitous environment* foram incluídos, enquanto títulos que descreviam acessibilidade em ambientes virtuais foram excluídos.

Na seleção por resumo, os mesmos critérios foram utilizados, com a adição do contexto de aplicação da tecnologia abordada. Na seleção por texto completo, todos os critérios listados foram aplicados. Textos completos que não faziam referência a *smart home*, *smart devices*, *smart environment*, *accessibility*, *assistive technology*, *ubiquitous computing* ou *ubiquitous environment* foram excluídos. Após a revisão completa dos textos, estudos foram submetidos à avaliação de qualidade, com base nas diretrizes do Joanna Briggs Institute (JBI) (Institute, 2015). No total, 16 estudos foram incluídos na revisão final. Uma visão detalhada do processo de seleção dos estudos está apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Processo de seleção dos estudos incluídos



Fonte: Autor.

Os principais dados extraídos durante a leitura dos trabalhos foram:

- Informações gerais (título, autor, ano de publicação, nome do periódico/revista, campo de publicação, e outros);
- Informações de pesquisa (objetivos, contribuição, limitações, público-alvo);

O processo de seleção dos estudos para esta revisão seguiu um rigoroso conjunto de critérios de inclusão e exclusão, visando garantir a relevância e a qualidade das publicações analisadas. Os Critérios de Inclusão adotados foram:

- Estudos publicados em periódicos científicos, anais de conferências ou capítulos de livros;
- Artigos que abordam a aplicação de Computação Ubíqua (Ubicomp) e/ou Inteligência Ambiental(Aml) no contexto de Tecnologias Assistivas(TA);
- Publicações que apresentem resultados de pesquisa empírica, revisões de literatura ou propostas de modelos/frameworks;
- Artigos disponíveis na íntegra e em idiomas como português, inglês;
- Publicações a partir do ano 2013 até 2025.

Já os Critérios de Exclusão foram:

- Artigos duplicados;
- Publicações que não estejam disponíveis na íntegra ou em um dos idiomas definidos;
- Estudos não acadêmicos;

Para auxiliar na organização e gestão das referências bibliográficas, bem como no processo de seleção e análise dos estudos, foram utilizadas as ferramentas Zotero e Parsifal. O Zotero foi empregado para coletar, organizar e citar as fontes bibliográficas, facilitando a importação de metadados e a geração automática de citações e bibliografias. O Parsifal, como ferramenta de apoio a revisões sistemáticas, auxiliou no gerenciamento das etapas de seleção dos estudos, incluindo a remoção de duplicatas, a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, e o registro das decisões de cada fase, contribuindo para a transparência e rastreabilidade do processo de seleção.

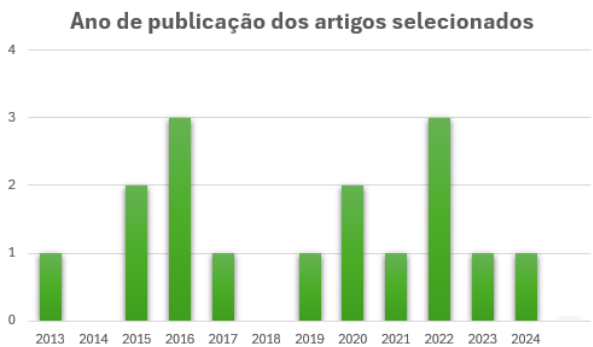
3 ANÁLISE DOS ESTUDOS

Nesta seção, apresentamos a análise dos estudos selecionados, descrevendo o processo de seleção das evidências e sintetizando os principais achados da literatura. O foco da análise está em responder à questão central desta revisão: como as Tecnologias Assistivas baseadas em Computação Ubíqua têm sido aplicadas para pessoas com nanismo em ambientes internos. A busca sistemática em bases de dados eletrônicas e ferramentas de busca resultou em 4512 trabalhos (Figura 2). Após a aplicação de filtros e a remoção de duplicatas, 3123 trabalhos foram submetidos à triagem por título e resumo, resultando na remoção de 2914 artigos. Os 209 trabalhos restantes foram avaliados através da leitura completa do texto. Ao final do processo, 16 estudos foram incluídos na revisão, cujas principais características são descritas a seguir.

3.1 Seleção das Evidências

Os 16 artigos incluídos na revisão de escopo foram publicados entre 2013 e 2024. Conforme ilustrado na figura 3, nenhum estudo publicado nos anos de 2014, 2018 e 2025 atendeu aos critérios de inclusão. Observa-se um fluxo constante de publicações sobre tecnologia assistiva e ambientes inteligentes desde 2015, indicando um campo de pesquisa ativo, embora não focado especificamente no público-alvo desta revisão.

Figura 3 – Estudos selecionados da revisão de escopo por ano.



Fonte: Autor.

As características dos 16 artigos incluídos nesta revisão são apresentadas a seguir::

- **Inteligência Artificial e Acessibilidade:** Um dos estudos discute como a Inteligência Artificial e dispositivos inteligentes podem melhorar a vida de pessoas com deficiência em geral (Chakraborty et al., 2023).
- **Sistemas de Acessibilidade Ubíqua:** Outro trabalho propõe um sistema inteligente, o Hefestos, que aplica conceitos de computação ubíqua para gerenciar recursos de acessibilidade para pessoas com deficiência (Tavares et al., 2016). Um modelo derivado, o Hermes, foca em acessibilidade ubíqua e tecnologias assistivas em ambientes internos, com foco na deficiência auditiva (Barbosa, 2016). Um outro discute a relação entre pessoas com deficiência, acessibilidade e tecnologia, com foco em tecnologia assistiva e acessibilidade ubíqua (Berberi; Fracaró, 2022).
- **Cidades Inteligentes Inclusivas:** Acessibilidade no espaço urbano é o foco de um estudo que aborda o conceito de Cidades Inteligentes Inclusivas e o uso de tecnologias assistivas para Pessoas com Deficiência (Neto; Kofuji, 2016). Outro trabalho propõe um modelo computacional para cidades inteligentes assistivas, abordando acessibilidade e tecnologias para pessoas com deficiência em ambientes urbanos (Telles; Barbosa; Righi, 2017).
- **Desafios de Acessibilidade para Nanismo:** Um artigo aborda as dificuldades de acesso a espaços acessíveis para pessoas com nanismo, destacando as barreiras físicas (and, 2021).
- **Casas Inteligentes e IoT:** Um modelo de casa inteligente IoT, utilizando rastreamento ocular e interfaces de voz para idosos e pessoas com necessidades especiais, é proposto em um dos estudos (Klaib et al., 2019). A utilidade percebida da IoT em tecnologias de casa inteligente para pessoas com necessidades especiais e idosos também é discutida (Alqarni; Hamadneh; Jdaitawi, 2024).
- **Middleware e Interfaces Adaptativas:** Um middleware para aplicações multi dispositivo em um contexto de computação ubíqua, considerando deficiências para acessibilidade, é abordado (Desruelle et al., 2013). A geração automática de interfaces de usuário acessíveis e adaptadas para pessoas com deficiência em ambientes de computação ubíqua é o tema de outro estudo (Gamecho, 2015). Uma plataforma digital para melhorar a acessibilidade em interfaces físicas de dispositivos, especialmente para pessoas com deficiência visual, é proposta, utilizando conceitos de tecnologia assistiva e computação ubíqua (Caporusso et al., 2020).
- **Avaliação de Acessibilidade:** Um instrumento para avaliar o acesso equitativo em ambientes ubíquos, relevante para a acessibilidade em ambientes internos, é apresentado (Pimenta; Duarte; Baranauskas, 2022).

- **Tecnologias Assistivas de Baixo Custo:** Uma revisão sistemática sobre tecnologias assistivas de baixo custo, utilizando hardware e software de código aberto para pessoas com deficiência, aborda o desenvolvimento de tecnologias que podem ser aplicadas em ambientes ubíquos (Ariza; Pearce, 2022).
- **Mobilidade Interna e Automação Residencial:** Um modelo de design para gerar caminhos com semântica de acessibilidade para auxiliar a mobilidade interna, utilizando computação ubíqua e IoT, é proposto (Ge et al., 2015). Um sistema de automação residencial baseado em aplicativo móvel, controlado por voz ou interface gráfica, que beneficia idosos e pessoas com deficiência, é descrito (Susaowaluk, 2020).

3.2 Síntese dos Resultados

A análise dos artigos incluídos revela que, embora a literatura diretamente focada em “Tecnologias Assistivas Baseadas em Computação Ubíqua para Pessoas com Nanismo em Ambientes Internos” seja praticamente inexistente, há um corpo de conhecimento relevante que aborda componentes-chave do tema. Os estudos identificados podem ser categorizados em três áreas principais:

1. **Acessibilidade e Nanismo:** Artigos que discutem as barreiras e desafios enfrentados por pessoas com nanismo em ambientes construídos, contextualizando a necessidade de soluções tecnológicas.
2. **Tecnologias Assistivas e Computação Ubíqua para PcD em Geral:** Artigos que exploram o uso de tecnologias assistivas e computação ubíqua (incluindo IoT, IA, ambientes inteligentes e *middleware* multi dispositivo) para pessoas com diversas deficiências, muitas vezes em ambientes internos. Embora não específicos para nanismo, os princípios e as soluções propostas podem ser adaptados ou servir de base para o desenvolvimento de tecnologias para essa população.
3. **Modelos e Frameworks de Acessibilidade Ubíqua:** Artigos que propõem modelos e frameworks para acessibilidade ubíqua, que podem ser aplicados para desenvolver soluções para pessoas com nanismo.

A escassez de estudos que abordam explicitamente a interseção de todos os termos da revisão de escopo (nanismo, tecnologias assistivas, computação ubíqua e ambientes internos) sugere uma lacuna significativa na literatura. No entanto, os artigos selecionados fornecem uma base conceitual e tecnológica sólida para futuras pesquisas e desenvolvimento de soluções. A maioria dos artigos aborda a acessibilidade para pessoas com deficiência de forma mais ampla, o que reforça a necessidade

de adaptar e especializar essas tecnologias para as necessidades específicas de pessoas com nanismo. A relevância dos artigos que não mencionam diretamente o nanismo, mas abordam tecnologias assistivas e computação ubíqua para “pessoas com necessidades especiais” ou “pessoas com deficiência”, é justificada pela inclusão do nanismo como uma forma de deficiência e pela aplicabilidade potencial das soluções discutidas.

4 DISCUSSÃO

Esta revisão de escopo teve como propósito mapear a literatura sobre tecnologias assistivas baseadas em computação ubíqua e inteligência ambiental, com foco em pessoas com nanismo em ambientes internos. Os resultados obtidos confirmam a percepção inicial: embora os campos da Tecnologia Assistiva, Computação Ubíqua e Inteligência Ambiental, e acessibilidade sejam vastos e interconectados, a aplicação específica das abordagens Ubicomp/Aml para as necessidades particulares de pessoas com nanismo em seus ambientes cotidianos internos é uma área significativamente subexplorada.

4.1 Resumo dos Principais Achados e Lacuna Central

A literatura analisada demonstra o claro potencial da Ubicomp/Aml para revolucionar a TA. Conceitos como consciência de contexto (Prabakaran; Kannadasan, 2018), adaptação de interface (Peissner et al., 2014), automação residencial (Lim et al., 2017) e interação multimodal (Schilling; Storms; Herfs, 2019) representam ferramentas poderosas para criar ambientes mais acessíveis e responsivos. Conforme apontado no Capítulo , diversas populações já se beneficiam dessas aplicações bem-sucedidas ou promissoras.

No entanto, a lacuna mais evidente identificada é a quase completa ausência de pesquisas que apliquem esses conceitos e tecnologias às barreiras específicas enfrentadas por pessoas com nanismo em ambientes internos. Mesmo ao considerar qualquer tipo de espaço físico, os estudos focados nessa população ainda são escassos. Os desafios de alcance vertical, a inadequação de alturas padrão de móveis e controles, e as necessidades ergonômicas específicas ¹ (and, 2021; TAVARES, 2016) constituem um conjunto único de problemas que a TA Ubíqua está em uma posição privilegiada para abordar. Por exemplo, sistemas Aml poderiam ajustar dinamicamente a altura de superfícies de trabalho ou prateleiras, interfaces poderiam ser projetadas para serem acessíveis independentemente da altura física do usuário (talvez projetadas em superfícies acessíveis ou controladas remotamente), e a automação residencial poderia gerenciar tarefas que exigem alcance. Contudo, a literatura revisada não apresenta estudos que explorem sistematicamente essas possibilidades.

¹ <https://www.gov.br/mdh/pt-br/navegue-por-temas/crianca-e-adolescente/acoes-e-programas/AMBIENTESACESSVEISEAPESSOACOMNANISMO.pdf>

4.2 Implicações para Pesquisa e Prática

A lacuna identificada nesta revisão aponta para direções claras e urgentes para pesquisas futuras, visando preencher essa área subexplorada e promover a inclusão de pessoas com nanismo:

- **Pesquisa de Necessidades:** São necessários estudos empíricos (qualitativos e quantitativos) para compreender profundamente as barreiras tecnológicas e ambientais enfrentadas por pessoas com nanismo em diferentes ambientes internos (casa, trabalho, etc.) e suas necessidades e desejos em relação à TA Ubíqua. É crucial ir além das barreiras físicas óbvias e entender como a tecnologia pode facilitar atividades diárias, trabalho, lazer e participação social nesses contextos.
- **Co-design e Design Participativo:** Dada a especificidade das necessidades e a falta de soluções existentes, abordagens de co-design (Kane et al., 2014) e design participativo (Shinohara; Bennett; Wobbrock, 2016) são essenciais. Envolver pessoas com nanismo ativamente no processo de design desde o início garantirá que as soluções sejam relevantes, usáveis e desejáveis.
- **Desenvolvimento e Adaptação de Tecnologia:** Pesquisas devem focar no desenvolvimento de novas TAs Ubíquas ou na adaptação de tecnologias existentes para o nanismo. Isso pode incluir:
 - Sistemas de controle ambiental adaptáveis (iluminação, temperatura, acesso a dispositivos) que considerem o alcance.
 - Interfaces de usuário (em telas, projetadas, por voz, gestos) ergonomicamente adequadas e acessíveis independentemente da altura.
 - Sistemas robóticos ou de automação para manipulação de objetos fora de alcance.
 - Modelos de usuário que incorporem parâmetros relevantes ao nanismo para sistemas adaptativos.
- **Avaliação:** É fundamental realizar avaliações rigorosas da usabilidade, eficácia e aceitação das TAs Ubíquas desenvolvidas, utilizando metodologias apropriadas para testes com pessoas com deficiência (Vigo; Harper, 2013; Väänänen-Vainio-Mattila; Olsson; Häkkinen, 2015; Díaz-Oreiro et al., 2021).
- **Integração com Ambiente Construído:** Explorar a sinergia entre adaptações no ambiente construído físico e soluções de TA Ubíqua (and, 2021).

Para a prática, designers e desenvolvedores de sistemas Ubicomp/Aml, casas inteligentes e AAL devem ser conscientizados sobre as necessidades das pessoas

com nanismo. A inclusão de perfis de usuário representativos dessa população em processos de design e teste é um passo importante. Além disso, os princípios do Design Universal (Choi; Seo, 2024) devem ser aplicados de forma mais crítica, reconhecendo que as diretrizes padrão podem não ser suficientes para todos os grupos (and, 2021).

4.3 Limitações da Revisão

Esta revisão de escopo, embora sistemática em sua abordagem, possui limitações que devem ser consideradas ao interpretar seus achados. Primeiramente, como é característico das revisões de escopo, o objetivo principal foi mapear a extensão e a natureza da literatura existente, e não realizar uma avaliação crítica aprofundada da qualidade metodológica dos estudos incluídos. Consequentemente, a validade interna e externa dos estudos individuais não foi rigorosamente avaliada, o que significa que as conclusões apresentadas refletem a disponibilidade e o foco da pesquisa existente, e não necessariamente a robustez das evidências.

Em segundo lugar, apesar da utilização de uma estratégia de busca abrangente em bases de dados consolidadas, é possível que alguns estudos relevantes não tenham sido capturados. A escolha das bases de dados, a formulação das strings de busca e a exclusão de literatura cinzenta em larga escala podem ter limitado o universo de documentos recuperados. Além disso, a restrição de idioma pode ter excluído pesquisas importantes publicadas em outras línguas que não o português ou inglês.

Terceiro, a natureza da extração e síntese de dados, embora guiada por critérios predefinidos, pode conter um grau de subjetividade. A interpretação e categorização das informações dos estudos podem variar, apesar dos esforços para manter a consistência. A ausência de um processo de extração de dados por dois revisores independentes, se aplicável, pode introduzir um viés.

Por fim, o campo da Computação Ubíqua e das Tecnologias Assistivas é dinâmico e está em constante evolução. Os resultados desta revisão representam um instantâneo da literatura publicada até a data da última busca. Novas pesquisas e desenvolvimentos podem ter surgido desde então, o que pode alterar o panorama atual da área. A especificidade do foco em pessoas com nanismo, embora crucial para identificar uma lacuna, também significa que soluções de acessibilidade mais gerais que poderiam ser adaptadas, mas que não mencionam explicitamente o nanismo, podem não ter sido identificadas.

4.4 Considerações Finais da Discussão

Apesar das limitações inerentes a uma revisão de escopo, este trabalho oferece um mapa valioso do estado atual da pesquisa na intersecção de interesse. Ele confirma que, embora a tecnologia Ubicomp/Aml ofereça um enorme potencial assistivo, as necessidades específicas das pessoas com nanismo em ambientes internos foram largamente negligenciadas. A pesquisa futura tem, portanto, uma oportunidade significativa de preencher essa lacuna, desenvolvendo soluções tecnológicas inovadoras que podem melhorar substancialmente a acessibilidade, a independência e a qualidade de vida desta população. A chave para o sucesso será a adoção de abordagens centradas no usuário, colaborativas e que reconheçam as barreiras únicas enfrentadas por pessoas com nanismo, indo além das generalizações frequentemente encontradas no campo da acessibilidade.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como propósito principal realizar uma revisão de escopo da literatura sobre o uso da Computação Ubíqua para aprimorar a acessibilidade de pessoas com nanismo em ambientes internos. A investigação foi guiada por cinco perguntas de pesquisa, cujas respostas permitiram uma compreensão aprofundada do estado da arte e das lacunas existentes neste campo. A seguir, apresentamos as respostas consolidadas para cada uma das perguntas de pesquisa, seguidas de uma síntese das principais conclusões

5.0.1 Respostas às Perguntas de Pesquisa

- **QP1: Quais dispositivos e tecnologias assistivas baseadas em computação ubíqua ou inteligência ambiental têm sido desenvolvidos para melhorar a acessibilidade de pessoas com nanismo em ambientes internos?**

Os resultados da busca realizada mostraram que a literatura diretamente focada em dispositivos e tecnologias assistivas baseadas em Computação Ubíqua desenvolvidas especificamente para pessoas com nanismo em ambientes internos é quase completamente ausente. Com nenhum estudo focado diretamente em pessoas com nanismo utilizando tecnologias assistivas ubíquas sendo localizado. No entanto, foi possível localizar um corpo de conhecimento relevante que aborda componentes-chave do tema, mas com foco em outras populações e aplicações genéricas. Mas essas tecnologias e conceitos podem potencialmente ser adaptados ou servir como base para o desenvolvimento de tais tecnologias.

- **QP2: Quais são os principais desafios enfrentados por pessoas com nanismo ao interagir com ambientes internos, considerando a altura e o alcance?**

Os principais desafios enfrentados por pessoas com nanismo ao interagir com ambientes internos, considerando a altura e o alcance, são destacados como barreiras recorrentes e prevalentes. Estes incluem alcance vertical, altura do mobiliário e equipamentos, ergonomia geral de produtos e espaços. Ao longo de nosso trabalho é enfatizado que esses desafios são únicos e diferem significativamente daqueles enfrentados por outras populações comumente estudadas.

- **QP3: Quais são as melhores práticas de design e ergonomia para a adaptação de ambientes internos e o desenvolvimento de tecnologias assistivas com base nas necessidades específicas de pessoas com nanismo?**

Devido à lacuna de pesquisa específica sobre nanismo, não foi possível apresentar um conjunto consolidado de melhores práticas de design e ergonomia diretamente para pessoas com nanismo com base nos estudos incluídos. No entanto, é inferido e sugerido direções para futuras pesquisas e práticas com base no potencial da Ubicomp/Aml e nos princípios de design inclusivo.

- **QP4: Quais são as lacunas de pesquisa existentes na interseção entre computação ubíqua, inteligência ambiental e acessibilidade para pessoas com nanismo?**

A principal e mais evidente lacuna de pesquisa identificada é a quase completa ausência de pesquisas que apliquem os conceitos e tecnologias da Ubicomp/Aml às barreiras específicas enfrentadas por pessoas com nanismo em ambientes internos. As lacunas específicas incluem a escassez crítica de pesquisa empírica, design específico e avaliação de soluções de TA Ubíqua voltadas para esta população e contexto; a falta de estudos que explorem sistematicamente as possibilidades de Ubicomp/Aml para abordar desafios de alcance vertical, inadequação de alturas padrão de móveis e controles, e necessidades ergonômicas específicas; a necessidade de estudos empíricos para compreender profundamente as barreiras tecnológicas e ambientais enfrentadas por pessoas com nanismo e suas necessidades e desejos em relação à TA Ubíqua; ausência de soluções tecnológicas voltadas à acessibilidade digital e ambiental para pessoas com nanismo, com a maioria dos poucos trabalhos sobre nanismo tratando de barreiras arquitetônicas físicas.

- **QP5: Quais metodologias são empregadas para desenvolver e avaliar a eficácia e o impacto de dispositivos e tecnologias assistivas ubíquas para pessoas com nanismo em ambientes internos, e quais métricas são utilizadas?**

Não foram encontrados estudos que detalhem metodologias específicas de desenvolvimento e avaliação de dispositivos e tecnologias assistivas ubíquas para pessoas com nanismo. A discussão sobre metodologias é mais ampla, referindo-se a estudos sobre acessibilidade em geral ou para outras populações. Mas ao decorrer do trabalho, apontamos a necessidade de metodologias apropriadas para testes com pessoas com deficiência para realizar avaliações rigorosas da usabilidade, eficácia e aceitação das TAs Ubíquas desenvolvidas.

5.0.2 Síntese das Conclusões

A análise revelou que, apesar da lacuna crítica e significativa no que diz respeito à aplicação dessas tecnologias para atender às necessidades específicas de

peessoas com nanismo, um cenário promissor onde paradigmas como Ubicomp e Aml, com suas capacidades de sensoriamento, adaptação contextual e interação multimodal, poderiam ser aproveitados para mitigar barreiras de alcance e ergonomia frequentemente enfrentadas por pessoas com nanismo (and, 2021). No entanto, a pesquisa atual tende a focar em outras populações (idosos, pessoas com deficiência motora, visual, auditiva, cognitiva) ou em aplicações genéricas de casas inteligentes e AAL, sem considerar explicitamente as adaptações necessárias para o nanismo. As principais conclusões desta revisão são:

- **Potencial Inexplorado:** Existe um potencial considerável, mas largamente inexplorado, para aplicar os princípios e tecnologias da Ubicomp/Aml como TA para pessoas com nanismo em ambientes internos.
- **Lacuna de Pesquisa:** Há uma escassez crítica de pesquisa empírica, design específico e avaliação de soluções de TA Ubíqua voltadas para esta população e contexto.
- **Necessidade de Foco Específico:** Pesquisas futuras devem direcionar esforços para compreender as necessidades tecnológicas específicas de pessoas com nanismo em ambientes internos e desenvolver soluções personalizadas através de abordagens de co-design.

Recomenda-se que pesquisadores, designers e desenvolvedores nas áreas de HCI, Acessibilidade, Ubicomp e Aml considerem ativamente as pessoas com nanismo como um grupo de usuários com necessidades distintas. Preencher a lacuna identificada nesta revisão não só beneficiará diretamente esta população, mas também poderá levar a inovações em TA adaptativa e design inclusivo com aplicabilidade mais ampla, alinhando-se ao princípio de que projetar para a diversidade muitas vezes resulta em melhores soluções para todos (Manwaring, 2015).

REFERÊNCIAS

- ALQARNI, T. M.; HAMADNEH, B. M.; JDAITAWI, M. T. Perceived usefulness of internet of things (iot) in the quality of life of special needs and elderly individuals in saudi arabia. *Heliyon*, Elsevier, v. 10, n. 3, Feb 2024. ISSN 2405-8440. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25122>>. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 43.
- AND, E. P. Incongruous encounters: the problem of accessing accessible spaces for people with dwarfism. *Disability & Society*, Routledge, v. 36, n. 4, p. 541–560, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/09687599.2020.1755236>>. Citado 6 vezes nas páginas 24, 27, 28, 29, 33 e 43.
- ARIZA, J. □.; PEARCE, J. M. Low-cost assistive technologies for disabled people using open-source hardware and software: A systematic literature review. *IEEE Access*, v. 10, p. 124894–124927, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 43.
- BARBOSA. Hermes: um modelo para acessibilidade ubíqua dedicado à deficiência auditiva. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, v. 8, n. 3, p. 19–33, nov. 2016. Disponível em: <<https://seer.upf.br/index.php/rbca/article/view/5816>>. Citado 3 vezes nas páginas 14, 24 e 43.
- BATISTA. A proposal of a universal remote control system based on head movements. In: *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017. (IHC '17). ISBN 9781450363778. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3160504.3160516>>. Citado na página 14.
- BERBERI, M.; FRACARO, B. Pessoas com deficiência, acessibilidade e tecnologia: entre possibilidades e desafios para a inclusão. *Pensar - Revista de Ciências Jurídicas*, v. 27, p. 1–14, 10 2022. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 43.
- CAPORUSSO, N. et al. A digital platform for improving accessibility in physical user interfaces. In: *2020 6th International Conference on Information Management (ICIM)*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 177–182. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 43.
- CHAKRABORTY, N. et al. Artificial intelligence: The road ahead for the accessibility of persons with disability. *Materials Today: Proceedings*, v. 80, p. 3757–3761, 2023. ISSN 2214-7853. SI:5 NANO 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785321052330>>. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 43.
- CHOI, G. W.; SEO, J. Accessibility, usability, and universal design for learning: Discussion of three key lx/ux elements for inclusive learning design. *TechTrends*, v. 68, n. 5, p. 936–945, Sep 2024. ISSN 1559-7075. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11528-024-00987-6>>. Citado na página 29.
- DESRUELLE, H. et al. Multi-device application middleware: leveraging the ubiquity of the web with webinos. *The Journal of Supercomputing*, v. 66, n. 1, p. 4–20, Oct 2013. ISSN 1573-0484. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11227-013-0901-3>>. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 43.

- DÍAZ-OREIRO, I. et al. Ux evaluation with standardized questionnaires in ubiquitous computing and ambient intelligence: A systematic literature review. *Advances in Human-Computer Interaction*, v. 2021, n. 1, p. 5518722, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1155/2021/5518722>>. Citado na página 28.
- FRAUENBERGER, C. Disability and technology: A critical realist perspective. In: *Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2015. (ASSETS '15), p. 89–96. ISBN 9781450334006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2700648.2809851>>. Citado na página 14.
- GAMECHO. Automatic generation of tailored accessible user interfaces for ubiquitous services. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, v. 45, n. 5, p. 612–623, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 14, 24 e 43.
- GE, H. et al. Model design of generating path with accessibility semantics for assisting indoor mobility. In: *2015 IEEE International Conference on Data Science and Data Intensive Systems*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 139–146. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 43.
- HAYHOE, S. A literature review on the use of inclusive mobile devices by people with disabilities with particular reference to educational uses in the countries of the cooperation council of the arab states of the gulf (gcc). In: *2013 International Conference on Current Trends in Information Technology (CTIT)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 5–10. Citado na página 14.
- HORVÁTH, I. Ubiquitous computer aided design: A broken promise or a sleeping beauty? *Computer-Aided Design*, v. 59, p. 161–175, 2015. ISSN 0010-4485. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010448514002358>>. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.
- INSTITUTE, J. B. The joanna briggs institute reviewers' manual 2015: Methodology for jbi scoping reviews. *Adelaide: The Joanna Briggs Institute*, p. 6–22, 2015. Citado na página 21.
- KANE. Sense and accessibility: Understanding people with physical disabilities' experiences with sensing systems. In: *Proceedings of the 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. (ASSETS '20). ISBN 9781450371032. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3373625.3416990>>. Citado na página 14.
- KANE, S. K. et al. Collaboratively designing assistive technology. *Interactions*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 21, n. 2, p. 78–81, mar. 2014. ISSN 1072-5520. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2566462>>. Citado na página 28.
- KLAIB, A. et al. lot smart home using eye tracking and voice interfaces for elderly and special needs people. *Journal of Communications*, v. 14, p. 614–621, 07 2019. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 43.
- KOSCH. Smart kitchens for people with cognitive impairments: A qualitative study of design requirements. In: *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human*

Factors in Computing Systems. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018. (CHI '18), p. 1–12. ISBN 9781450356206. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3173574.3173845>>. Citado na página 14.

KWON. Accesslens: Auto-detecting inaccessibility of everyday objects. In: *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2024. (CHI '24). ISBN 9798400703300. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3613904.3642767>>. Citado na página 15.

LIM, Y. et al. Bridging between universal and echonet for smart home environment. In: *2017 14th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 56–61. Citado na página 27.

MACK. What do we mean by “accessibility research”? a literature survey of accessibility papers in chi and assets from 1994 to 2019. In: *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2021. (CHI '21). ISBN 9781450380966. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3411764.3445412>>. Citado na página 14.

MANWARING, K. Surfing the third wave of computing: A framework for research into eobjects. *Computer Law Security Review*, v. 31, n. 5, p. 586–603, 2015. ISSN 2212-473X. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0267364915001144>>. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 33.

NETO, J. S. de O.; KOFUJI, S. T. Inclusive smart city: An exploratory study. In: ANTONA, M.; STEPHANIDIS, C. (Ed.). *Universal Access in Human-Computer Interaction. Interaction Techniques and Environments*. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 456–465. ISBN 978-3-319-40244-4. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 43.

PEISSNER, M. et al. Requirements for the successful market adoption of adaptive user interfaces for accessibility. In: STEPHANIDIS, C.; ANTONA, M. (Ed.). *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design for All and Accessibility Practice*. Cham: Springer International Publishing, 2014. p. 431–442. ISBN 978-3-319-07509-9. Citado na página 27.

PIMENTA, J.; DUARTE, E.; BARANAUSKAS, M. C. Ubiaccess: Um instrumento para avaliar o acesso equitativo em ambientes ubíquos. In: *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2022. p. 243–244. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/ihc_estendido/article/view/22075>. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 43.

PRABAKARAN, N.; KANNADASAN, R. Contexts enabled decision making using sensors to perceive pervasive environment. *Procedia Computer Science*, v. 132, p. 477–485, 2018. ISSN 1877-0509. International Conference on Computational Intelligence and Data Science. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918308779>>. Citado na página 27.

SCHILLING, K.; STORMS, S.; HERFS, W. Environment-integrated human machine interface framework for multimodal system interaction on the shopfloor. In: NUNES, I. L. (Ed.). *Advances in Human Factors and Systems Interaction*. Cham: Springer

International Publishing, 2019. p. 374–383. ISBN 978-3-319-94334-3. Citado na página 27.

SHINOHARA, K.; BENNETT, C. L.; WOBBROCK, J. O. How designing for people with and without disabilities shapes student design thinking. In: *Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2016. (ASSETS '16), p. 229–237. ISBN 9781450341240. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2982142.2982158>>. Citado na página 28.

SUESAOWALUK, P. Home automation system based mobile application. In: *2020 2nd World Symposium on Artificial Intelligence (WSAI)*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 97–102. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 43.

TAVARES. Tirésias: um modelo para acessibilidade ubíqua orientado à deficiência visual. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, v. 5, n. 1, p. 55–70, maio 2013. Disponível em: <<https://seer.upf.br/index.php/rbca/article/view/2666>>. Citado na página 14.

TAVARES, A. S. Acessibilidade para pessoas com deficiência: Algumas dificuldades em projetar para indivíduos com nanismo. *Blucher Design Proceedings*, v. 2, n. 7, p. 609 – 620, 2016. ISSN 2318-6968. Disponível em: <www.proceedings.blucher.com.br/article-details/22655>. Citado na página 27.

TAVARES, J. et al. Hefestos: an intelligent system applied to ubiquitous accessibility. *Universal Access in the Information Society*, v. 15, n. 4, p. 589–607, Nov 2016. ISSN 1615-5297. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10209-015-0423-2>>. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 43.

TELLES, M. Um modelo computacional para acessibilidade em cidades inteligentes. In: *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2016. p. 116–123. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsi/article/view/5953>>. Citado na página 15.

TELLES, M. J.; BARBOSA, J. L. V.; RIGHI, R. d. R. Um modelo computacional para cidades inteligentes assistivas. *iSys - Brazilian Journal of Information Systems*, v. 10, n. 1, p. 52–79, Mar. 2017. Disponível em: <<https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/isys/article/view/328>>. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 43.

TOMIYAMA, T. Development capabilities for smart products. *CIRP Annals*, v. 68, n. 2, p. 727–750, 2019. ISSN 0007-8506. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007850619301672>>. Citado na página 14.

TRICCO, A. C. et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Ann Intern Med*, United States, v. 169, n. 7, p. 467–473, set. 2018. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 18.

VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, K.; OLSSON, T.; HÄKKILÄ, J. Towards deeper understanding of user experience with ubiquitous computing systems: Systematic literature review and design framework. In: ABASCAL, J. et al. (Ed.). *Human-Computer Interaction – INTERACT 2015*. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 384–401. ISBN 978-3-319-22698-9. Citado na página 28.

VACHER. Evaluation of a context-aware voice interface for ambient assisted living: Qualitative user study vs. quantitative system evaluation. *ACM Trans. Access. Comput.*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 7, n. 2, maio 2015. ISSN 1936-7228. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2738047>>. Citado na página 14.

VATAVU. Interactive public displays and wheelchair users: Between direct, personal and indirect, assisted interaction. In: *Proceedings of the 35th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2022. (UIST '22). ISBN 9781450393201. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3526113.3545662>>. Citado na página 14.

VIGO, M.; HARPER, S. Evaluating accessibility-in-use. In: *Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2013. (W4A '13). ISBN 9781450318440. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2461121.2461136>>. Citado na página 28.

WHO. *Relatório Mundial Sobre a Deiciência*. 2011. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44575/9788564047020_por.pdf>. Acesso em: 25 abr 2025. Citado na página 14.

APÊNDICE A - STRINGS DE BUSCA

As strings de busca completas utilizadas em cada base de dados são apresentadas a seguir:

- **String Base:**

```
(dwarfism OR nanism OR people with dwarfism OR people with
short stature OR short stature OR people with disabilities OR
disabled people OR individuals with disabilities OR persons with
disabilities OR special needs population)
```

AND

```
(assistive technology OR accessible technology OR adaptive
technology OR assistive devices OR smart devices OR IoT devices
OR connected devices OR intelligent devices OR smart technology
OR ubiquitous computing OR ambient intelligence OR pervasive
computing OR smart environments OR ubicomp)
```

AND

```
(Redesign OR remake OR remodel OR restyle OR accessibility OR
Inclusive design OR accessible design OR assistive accessibility
OR universal access OR inclusion OR inclusive design OR
integration OR social inclusion OR universal design OR usability
OR UX OR ease of use OR user experience OR user satisfaction)
```

- **Primeira String ACM Digital Library:**

```
(dwarfism OR nanism OR short stature OR people with dwarfism OR
people with disabilities)
```

AND

```
(assistive technology OR smart devices OR ubiquitous computing OR
pervasive computing OR ambient intelligence OR smart environments)
```

AND

```
(accessibility OR inclusive design OR universal design OR
usability OR user experience)
```

- **Segunda String ACM Digital Library:**

```
(Dwarfism OR Nanism OR Short Stature OR Ubiquitous Computing OR  
Pervasive Computing OR Ubicomp)
```

```
AND
```

```
(Physical Environment OR Physical Location)
```

```
AND
```

```
(Accessibility OR Redesign OR Remake OR Remodel OR Restyle)
```

- **String IEEE Xplore:**

A string de busca utilizada na base de dados IEEE Xplore foi a mesma apresentada como String Base neste apêndice.

- **Primeira String Science Direct:**

```
(dwarfism OR short stature)
```

```
AND
```

```
(assistive technology OR assistive devices)
```

```
AND
```

```
(accessibility OR inclusive design)
```

- **Segunda String Science Direct:**

```
(dwarfism OR people with dwarfism)
```

```
AND
```

```
(smart devices OR ubiquitous computing)
```

```
AND
```

```
(accessibility)
```


- **Terceira String Science Direct:**

(short stature OR persons with disabilities)
AND
(IoT devices OR ambient intelligence)
AND
(usability OR user experience)

- **Quarta String Science Direct:**

(Dwarfism OR Nanism OR Short Stature OR Ubiquitous Computing OR
Pervasive Computing OR Ubicomp)
AND
(Physical Environment OR Physical Location)
AND
(Accessibility)

- **Primeira String Springer Link:**

(dwarfism OR short stature)
AND
(assistive technology OR smart devices OR ubiquitous computing OR
ambient intelligence)
AND
(accessibility OR inclusive design OR universal design)

- **Segunda String Springer Link:**

(Dwarfism OR Nanism OR Short Stature OR Ubiquitous Computing OR
Pervasive Computing OR Ubicomp)
AND
(Physical Environment OR Physical Location)
AND
(Accessibility OR Redesign OR Remake OR Remodel OR Restyle)

APÊNDICE B - MÉTODOS DE PESQUISA

B.1 COLETA DE DADOS

Figura 4 – Dados coletados dos estudos incluídos.



Fonte: Autor.

B.2 Estudos Incluídos

Quadro 1: Visão geral dos estudos incluídos na nossa revisão de escopo.

Ref.	Título	Ano
(Ariza; Pearce, 2022)	Low-Cost Assistive Technologies for Disabled People Using Open-Source Hardware and Software: A Systematic Literature Review	2022
(Ge et al., 2015)	Model Design of Generating Path with Accessibility Semantics for Assisting Indoor Mobility	2015
(Suesaowaluk, 2020)	Home Automation System Based Mobile Application	2020
(Caporusso et al., 2020)	A Digital Platform for Improving Accessibility in Physical User Interfaces	2020
(Gamecho, 2015)	Automatic Generation of Tailored Accessible User Interfaces for Ubiquitous Services	2015
(Chakraborty et al., 2023)	Artificial Intelligence: The road ahead for the accessibility of persons with Disability	2023
(Tavares et al., 2016)	Hefestos: an intelligent system applied to ubiquitous accessibility	2016
(Neto; Kofuji, 2016)	Inclusive Smart City: An Exploratory Study	2016
(Desruelle et al., 2013)	Multi-device application middleware: leveraging the ubiquity of the Web with webinos	2013
(Barbosa, 2016)	Hermes: um modelo para acessibilidade ubíqua dedicado à deficiência auditiva	2016
(and, 2021)	Incongruous encounters: the problem of accessing accessible spaces for people with dwarfism	2021
(Klaib et al., 2019)	IoT Smart Home Using Eye Tracking and Voice Interfaces for Elderly and Special Needs People	2019
(Alqarni; Hamadneh; Jdaitawi, 2024)	Perceived usefulness of Internet of Things (IOT) in the quality of life of special needs and elderly individuals in Saudi Arabia	2024
(Berberi; Fracaro, 2022)	Pessoas com deficiência, acessibilidade e tecnologia: entre possibilidades e desafios para a inclusão	2022
(Pimenta; Duarte; Baranauskas, 2022)	UbiAccess: Um Instrumento para Avaliar o Acesso Equitativo em Ambientes Ubíquos	2022
(Telles; Barbosa; Righi, 2017)	Um Modelo Computacional para Cidades Inteligentes Assistivas	2017