

# Avaliando o UbiAccess - e seu Potencial de Avaliar Acesso em Ambientes Baseados em Computação Ubíqua

Josiane Rosa de Oliveira Gaia Pimenta<sup>1,2</sup>, Maria Cecília Calani Baranauskas<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Computação – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP),  
Campinas/SP - Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Hortolândia/SP - Brasil

<sup>3</sup>PPGInf, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba/PR - Brasil  
josiane.o.gaia@gmail.com, mccb@unicamp.br

**Abstract.** *UbiAccess is an instrument for the evaluation of access in ubiquitous computing environments. The instrument is a result of an investigation of formal evaluation patterns of W3C-WCAG 2.1 and the Universal Design Principles, to verify their suitability on ubiquitous computing environments. In this paper we aim to verify UbiAccess applicability in ubiquitous environments through the instrument utilization by a research group evaluating two ubiquitous computing scenarios raised from literature. Our contributions on this paper involve: 1) verification of UbiAccess regarding its ability to evaluate access in ubiquitous computing scenarios; and 2) Identification of improvements still to be applied at UbiAccess.*

**Resumo.** *UbiAccess é um instrumento de avaliação de acesso equitativo em ambientes de computação ubíqua. Ele é o resultado de investigar os padrões formais de avaliação W3C-WCAG 2.1 e os Princípios do Design Universal para verificar a sua aplicabilidade em ambientes de computação ubíqua. Nesta pesquisa objetivamos avaliar o instrumento através de um grupo de pesquisadores convidados para utilizar o UbiAccess avaliando dois cenários de computação ubíqua disponíveis na literatura. Destacamos as seguintes contribuições: 1) Verificação se o UbiAccess conseguiu fazer a avaliação do acesso em ambientes de computação ubíqua; e 2) Identificação de melhorias ainda a serem aplicadas no UbiAccess.*

## 1. Introdução

Ambientes de computação ubíqua possuem uma vasta possibilidade de interações, criadas através dos sensores e atuadores interconectados e dispostos ao redor do ambiente (Weiser 1991). Ao invés de interpor uma barreira entre usuário e suas relações sociais, como os populares *smartphones*, a interação com a computação ubíqua é realizada de modo transparente para o usuário (Weiser and Brown 1997). Exemplos de tecnologias ubíquas são *wearables*, tecnologias tangíveis, *Internet of Things* (IoT), dentre outras (Takayama 2017).

Os ambientes de computação ubíqua podem ser muito variados. Um experimento “*in the wild*” foi realizado no London Eye (Inglaterra) durante as Olimpíadas de 2012. Neste experimento os participantes tinham seus movimentos cardíacos capturados, os movimentos dos braços capturados por um Kinect e processados num computador, gerando um movimento de luz na própria London Eye (Morgan and Gunes 2013). Outro

exemplo, já no Brasil, é o cenário escolar explorando uma pulseira *wearable* com sensor de movimento para identificar a movimentação das crianças dentro da sala de aula e tentar compreender as atividades aplicadas (Ferreira, Beda, et al. 2022; Ferreira, Santos, et al. 2022). Já no cenário hospitalar um experimento conduzido com crianças em tratamento craniofacial no Brasil utilizou bichos de pelúcia com sensores de pressão embutidos. Os bichos eram abraçados pelas crianças e refletiam num display com o instrumento denominado “abraçômetro”. Além disso, um dos elementos chamado “corujita” tirava foto das crianças durante a interação (da Silva et al. 2022).

Diante de cenários com tantas possibilidades diferentes de interação, como garantir que todas as pessoas tenham acesso equitativo, ou seja, consigam experimentar os cenários e fazer sentido da experiência? O acesso universal e a inclusão é uma preocupação global, expressa inclusive pelas Nações Unidas na Agenda Sustentável 2030<sup>1</sup> que possui 17 objetivos e 169 alvos a serem alcançados pelo mundo até o ano de 2030. O acesso universal é também um dos 7 grandes desafios de pesquisa em Interação Humano Computador (IHC) no mundo (Stephanidis et al. 2019). No cenário brasileiro, tanto a acessibilidade quanto a computação ubíqua são desafios de pesquisa em IHC (Baranauskas, de Souza, and Pereira 2015). Adicionalmente, a comunidade de IHC no Brasil e no mundo ainda têm desenvolvido a maioria das pesquisas em acessibilidade voltadas para o tema web (Lima et al. 2021).

No que tange aos padrões formais de avaliação, até o momento deste paper os dois grandes referenciais são os Princípios do Design Universal e o W3C-WCAG 2.1 (última versão estável). Nesse sentido, nós desenvolvemos em pesquisa anterior (Pimenta, Duarte, Baranauskas, et al. 2022) o instrumento de avaliação UbiAccess, que se baseia nestes dois padrões, verificando aquilo que é ou não aplicável em cenários de computação ubíqua. O instrumento faz parte do contexto do Projeto Temático Sistemas Socioenativos (FAPESP #2015/16528-0). Em estudos de casos anteriores, o instrumento foi aplicado e melhorado estudando instalações ubíquas, inclusive em cenários remotos (Pimenta, Duarte, and Baranauskas 2022b) e gerando melhorias no instrumento. Neste trabalho, nosso objetivo é a avaliação do UbiAccess, por pesquisadores que não estiveram presentes em sua criação ou uso, utilizando dois cenários ubíquos encontrados na literatura (Dagan et al. 2019) e posteriormente respondendo um questionário sobre o instrumento em avaliação.

As questões de pesquisa que nortearam este trabalho são:

**P1:** O instrumento UbiAccess consegue apoiar a avaliação do acesso equitativo num ambiente de computação ubíqua?

**P2:** Quais melhorias devem ser aplicadas no UbiAccess para que ele possa cumprir seu objetivo?

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: na Seção 2 fazemos a caracterização do problema e apresentamos os trabalhos relacionados e a metodologia do estudo; já a Seção 3 apresenta o estudo de caso e seus resultados; a Seção 4 apresenta a discussão e a Seção 5 conclui os resultados do estudo.

---

<sup>1</sup> SDG – Sustainable Development Goals <https://sdgs.un.org/goals>

## **2. Domínio do Problema, Trabalhos Relacionados e Método**

O acesso equitativo beneficia todas as pessoas, mas especialmente aquelas que possuem algum tipo de deficiência (United Nations 2013). Segundo Emiliani e Stephanidis (2005:606, 612), o acesso universal permite que qualquer pessoa, em qualquer lugar e a qualquer hora possa se beneficiar das tecnologias da informação. Porém, há uma necessidade de desenvolvimento de métodos e ferramentas para design e avaliação do acesso às tecnologias. Segundo Stephanidis e Antona (2022), o acesso equitativo ainda é um desafio dentro das tecnologias inteligentes. Nós utilizamos o termo acesso equitativo, para significar acesso de todos na sua maior extensão possível, independentemente de suas capacidades ou necessidades (Pimenta, Duarte, Baranauskas, et al. 2022). Consideramos que avaliar o acesso equitativo envolve a tecnologia, as pessoas e o ambiente, compondo o todo que faz parte da avaliação.

Como trabalhos relacionados, um estudo foi realizado visando investigar o W3C-WCAG e as soluções acessíveis para ambientes ubíquos disponíveis na literatura (Gonçalves, Baranauskas, and dos Reis 2020). Como resultado os autores encontraram uma falta de ferramental de avaliação que possibilitasse a avaliação e o design da acessibilidade em ambientes de computação ubíqua. Já no contexto de museus (Hayashi and Baranauskas 2017), um estudo investigou as características de ambientes acessíveis, observando inclusive a falta de itens básicos de acessibilidade como os pisos táteis. O estudo também abrangeu a parte tecnológica, discutindo sobre a necessidade de ferramentas para explorar o acesso em ambientes de computação ubíqua. Por fim, um estudo (dos Santos et al. 2019) buscou compreender como a afetabilidade refletia no acesso universal em ambientes de computação ubíqua.

O instrumento UbiAccess é detalhado na Seção 3.2. Neste trabalho fizemos a avaliação do instrumento, baseando-nos no trabalho de da Silva et al. (2022), que reuniu pesquisadores para utilizar o instrumento desenvolvido e fazer a avaliação.

A avaliação foi conduzida de maneira virtual por um grupo de pesquisadores convidados a utilizar e avaliar o instrumento. O processo envolveu o envio das informações de um ambiente de computação ubíqua juntamente com o instrumento UbiAccess. Os avaliadores realizaram duas etapas: 1) Avaliar as instalações, e 2) Após realizar a utilização do instrumento responder ao formulário de avaliação do UbiAccess.

Após a conclusão do estudo todos os dados serão disponibilizados no REDU (Repositório de Dados da Unicamp)<sup>2</sup> juntamente com os conjuntos de dados associados ao instrumento objeto da pesquisa.

## **3. Estudo de caso**

Este estudo de caso foi realizado de maneira virtual, através da divulgação do instrumento para pesquisadores e resultados de sua avaliação foram consolidados com nossas observações anteriores de pontos faltantes. Nesta seção detalhamos a condução do estudo e os resultados obtidos.

---

<sup>2</sup> Dataset da pesquisa disponível em <https://doi.org/10.25824/redu/HSPSJT>

### 3.1. Contexto e Participantes

Participaram deste estudo cinco pesquisadores de diferentes áreas de pesquisa, com e sem experiência em acessibilidade, tecnologias de computação ubíqua ou a área de pesquisa Interação Humano-Computador (IHC). O objetivo desta diversidade foi descobrir se o UbiAccess é compreensível para possíveis utilizadores, com diferentes tipos de conhecimento, tornando o instrumento um ferramental de maior alcance. Todos os pesquisadores estão fora do domínio do Projeto onde o UbiAccess foi desenvolvido, bem como não participaram de nenhuma etapa do desenvolvimento do instrumento. Todos os participantes responderam que concordaram em participar do estudo, tendo seus dados anonimizados. Os pesquisadores são residentes das regiões Norte, Sudeste e Sul do Brasil. Foram enviados oito convites de participação, sobre os quais obtivemos cinco respostas concordando em participar do estudo. Vale lembrar que se trata de um estudo de avaliação qualitativo, para o qual os aspectos da diversidade de áreas de atuação (dentro da Computação) dos participantes eram mais relevantes para uma análise preliminar (e qualitativa) do instrumento, do que a questão de escala, necessária para abordagens quantitativas à avaliação do instrumento.

### 3.2. Materiais e Métodos

O instrumento de avaliação de acesso equitativo UbiAccess<sup>3</sup> (Figura 1) foi desenvolvido com base nas *guidelines* e critérios de sucesso do W3C-WCAG 2.1 e *guidelines* do Design Universal, considerando a viabilidade da sua aplicação para os ambientes de computação ubíqua (Pimenta, Duarte, Baranauskas, et al. 2022; Pimenta, Duarte, and Baranauskas 2021b). UbiAccess contém cinco áreas (*Environment, Information, Multimedia Resources, Personal e Security & Privacy*) e 37 recomendações que são distribuídas entre as áreas. O instrumento utiliza o método de verificação de conformidade (Sim/Não) para cada recomendação. Ele está disponível em versão digital (planilha XLS<sup>4</sup>) e versão para impressão (arquivo em PDF). Para utilizá-lo, o avaliador deve assinalar a conformidade para cada uma das recomendações do instrumento, obtendo ao final uma lista de aspectos que não possuem conformidade e podem ser melhorados para prover o acesso equitativo.



Figura 1: Logo do instrumento de avaliação UbiAccess

Para avaliar o UbiAccess, os pesquisadores participantes aplicaram o instrumento na avaliação de dois cenários ubíquos chamados Lagon e True Colors (Dagan et al. 2019). Estes cenários, foram escolhidos por apresentar tecnologias ubíquas com interações sociais, possuírem a descrição textual e o vídeo mostrando a interação. O processo de avaliação do UbiAccess foi realizado utilizando os quatros passos na Figura 2 e descritos a seguir. O formulário de avaliação do UbiAccess é apresentado na Tabela 1.

<sup>3</sup> UbiAccess está disponível em <https://doi.org/10.25824/redu/HSPSJT> (Pimenta et al. 2023).

<sup>4</sup> XLS é o formato de planilhas do Microsoft Excel última versão (2023)



**Figura 2: Fluxo para realizar à avaliação do UbiAccess**

1-Criação de uma pasta compartilhada no Google Drive<sup>5</sup> contendo o instrumento UbiAccess em XML, os vídeos dos dois cenários que seriam avaliados, e o artigo que descreve os cenários (Dagan et al. 2019);

2-Criação de um formulário no Google Forms com o objetivo de avaliar o UbiAccess e receber o upload das avaliações dos cenários. O formulário continha as instruções de avaliação e o questionário em si;

3-Envio do convite para os pesquisadores de diversas áreas com o prazo de duas semanas para recebimento das respostas;

4-Recebimento e análise dos resultados.

**Tabela 1: Formulário para Avaliadores do UbiAccess**

#	Pergunta
1	Você consente em participar desta avaliação e permite utilizar os dados coletados (a serem anonimizados) para realização e continuidade da Pesquisa? (Sim/Não);
2	Você atua em pesquisa/trabalha com acessibilidade? (Sim/Não/Outro);
3	Você atua em pesquisa/trabalha com tecnologias ubíquas (Wearables, IoT, tangíveis, etc)? (Sim/Não/Outro);
4	Qual a sua área de Pesquisa? (Resposta dissertativa aberta);
5	As áreas do UbiAccess cobriram todos os elementos que deveriam ser avaliados nos cenários? (Sim/Não: Comentário);
6	As recomendações do UbiAccess cobriram todos os elementos de cada área avaliada nos cenários? (Sim/Não: Comentário);
7	Como você considera a utilização do UbiAccess (Usabilidade, acessibilidade, utilidade)? (Resposta dissertativa aberta);
8	Outras observações do avaliador.

### 3.3. Resultados

Este artigo visa avaliar o instrumento UbiAccess e não os aspectos dos cenários (Lagon<sup>6</sup> e True Colors (Dagan et al. 2019)<sup>7</sup>), utilizados pelos avaliadores para aplicação do UbiAccess. As avaliações dos cenários serão tratadas posteriormente em novos estudos. Apresentamos a seguir os resultados obtidos sobre o instrumento. Com relação à Pergunta 1, todos os participantes aceitaram participar da pesquisa. Já na Pergunta 2, 60% dos participantes trabalham com acessibilidade. Com relação à Pergunta 3, 20% atuam com tecnologias ubíquas.

<sup>5</sup> Utilizamos a Plataforma Google pois ela é oferecida pela Universidade onde realizamos a pesquisa.

<sup>6</sup> Lagon – YouTube Vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=RRv0wEOLaaY> (Dagan et al. 2019).

<sup>7</sup> True Colors – YouTube Vídeo <http://www.eventhorizonlarp.com/2-new-gyr.html> (Dagan et al. 2019).

Identificamos os pesquisadores com os prefixos A1 até A5. Com relação à Pergunta 4, identificamos as seguintes áreas de pesquisa dos avaliadores:

- **A1** - Interação Humano Computador, Valores Humanos, Ubicomp;
- **A2** - Interação Humano-Computador e Informática na Educação;
- **A3** -Acessibilidade em Jogos Educacionais;
- **A4** - Redes definidas por software (SDN);
- **A5** - Processamento de Linguagem Natural.

As respostas às perguntas 5 a 8 são apresentadas nas Tabelas 2,3,4 e 5.

**Tabela 2: Pergunta 5- As áreas do UbiAccess cobriram todos os elementos que deveriam ser avaliados nos cenários?**

<b>Avaliador</b>	<b>Resposta</b>
A1	Depende. Qual é o propósito da UbiAccess? Se for acessibilidade, me parece que é bastante abrangente e contempla todos os elementos necessários (por exemplo os princípios do Design Universal). Vai até além, ao incluir a área de Privacy, Security e Safety.
A2, A3, A4, A5	Sim.

**Tabela 3: Pergunta 6 - As recomendações do UbiAccess cobriram todos os elementos de cada área avaliada nos cenários?**

<b>Avaliador</b>	<b>Resposta</b>
A1	Sim, parecem abrangentes e completas. Entretanto, na área de "Privacy, Security e Safety", creio que o conceito de privacidade de dados não aparece. Não há uma recomendação sobre como os dados dos usuários são coletados, armazenados, processados e excluídos, nem como os usuários acessam esses dados. Eu entendo que esse tipo de preocupação pode ser da Computação Desktop e Mobile, mas imaginando que o Lagos, por exemplo, armazena informação de áudio de uma conversa, essa coleta de informação é de algo sensível e deve haver preocupações de privacidade de dados. Como fazer isso no cenário ubíquo e como prover formas de interação com esse tipo de privacidade em cenários ubíquos é um desafio e por si só seria uma questão de pesquisa.
A2, A3, A4, A5	Sim.

**Tabela 4: Pergunta 7 - Como você considera a utilização do UbiAccess (Usabilidade, acessibilidade, utilidade)?**

<b>Avaliador</b>	<b>Resposta</b>
A1	Usabilidade: fácil de utilizar, fácil de compreender. Algumas recomendações, entretanto, não consegui entender o que elas queriam significar (deixei marcado diretamente na planilha quais são essas). Acredito que um exemplo de preenchimento ajudaria, além de uma descrição para cada elemento do formulário. Utilidade: achei útil para minha própria pesquisa e prática de criação de tecnologias ubíquas. Eu defendo um valor de acessibilidade, então ter apoio para tornar as tecnologias mais acessíveis é algo que sinto falta e que vai me ajudar diretamente. Acessibilidade: Eu consegui acessar e preencher facilmente o UbiAccess. Creio que também poderia ser lido por um leitor de tela com o "tab". Entretanto, não há opção para surdos (LIBRAS, no Brasil) sobre o texto do formulário. O formulário também está na linguagem inglesa, que para mim não foi uma dificuldade, mas poderia ser para uma pessoa que fala apenas Português.
A2	Acredito que faltam maiores instruções para o preenchimento e entendimento do instrumento, como alguns exemplos de uso e os modelos de aplicação.

A3	Achei fácil de usar, a ferramenta me ajudou a pensar em problemas de acessibilidade e usabilidade e encontrá-los com maior facilidade. No entanto, a caixa de seleção (de sim ou não) da planilha não é evidente. Além disso, a fonte dela é menor que a de todos os itens da planilha. A planilha também é muito longa, com muitos campos vazios, tanto para a direita quanto para baixo, isso limita o espaço de visualização do UbiAccess. Se os campos que não estão sendo utilizados forem apagados, a visualização da ferramenta vai ficar mais evidente e menos poluída.
A4	É interessante para se ter a validação de um produto ou método, mas algumas coisas de usabilidade poderiam ser melhoradas. Apenas "Sim" ou "Não" nas respostas é muito limitador, há casos em que as recomendações simplesmente não se aplicam ao contexto que se é esperado de uso do produto, o que deixa meio ambíguo se deveria ser assinalado "Sim" ou "Não" nesses casos e isso afeta o relatório final. Aliás, o relatório final não estava sendo preenchido automaticamente quando fiz o uso do UbiAccess, então eu adicionei as fórmulas nas células para fazer o preenchimento. Um outro detalhe é que as notas não quebram automaticamente o texto ou expandem a célula de acordo com o tamanho do conteúdo inserido, o que afeta a legibilidade da ferramenta.
A5	Foi útil ajudou a obter informações importantes sobre as considerações do wearable e serviu para entender algumas possíveis melhoras que pode ter. A usabilidade foi fácil de responder em muitos casos, embora algumas perguntas ficaram um pouco difícil para mim por falta de conhecimento das informações.

**Tabela 5: Pergunta 8 - Outras observações do avaliador**

<b>Avaliador</b>	<b>Resposta</b>
A1	Parabéns pela iniciativa. As recomendações estão padronizadas, o formulário está fácil de entender e de aplicar. O formulário não é muito extenso, e parece que todos os elementos são realmente relevantes. Alguns elementos não serão totalmente aplicáveis em todos os cenários (por exemplo recomendações sobre texto em tecnologias que não usam texto). Como aponte, algumas recomendações não consegui entender. Essas devem ser revistas e melhor descritas. Senti falta de um documento ou texto que explicasse a criação do formulário e suas referências, qual o propósito do formulário, como ele pode ser utilizado, para quem ele se aplica, quem pode utilizá-lo e quando pode ser utilizado (uma descrição sobre as questões 5W2H sobre o formulário UbiAccess).
A2	Uma pesquisa com tema moderno e de alta relevância para a sociedade. Parabéns aos autores.
A3	Senti falta de um item "não se aplica" na caixa de seleção, pois nem todos os critérios poderiam ser aplicados aos wearables que avaliei.
A4	Por não ser da área de IHC, talvez algumas avaliações não fizeram sentido ou ficaram confusas, então preferi responder pelo critério que eu imaginava se enquadrar de acordo com a diretiva. Por exemplo, questões de acessibilidade do produto não se limitam apenas a percepção visual, tátil ou auditiva, mas fizeram mais sentido para serem avaliados do que limitações capacitivas.
A5	Há casos em que não considero justo dar uma resposta porque o âmbito do wearable usado não se aplica à recomendação, mas foi devido ao seu design e finalidade e não à não consideração. Nesse caso deixe algumas sem responder.

Com relação ao levantamento de lacunas no UbiAccess, apontadas em publicações anteriores sobre seu uso, obtivemos os seguintes resultados na Tabela 6:

**Tabela 6: Levantamento sobre desafios para o UbiAccess apontados em estudos anteriores**

<b>Publicações</b>	<b>Desafios apontados no UbiAccess</b>
(Pimenta, Duarte, and Baranauskas 2021a)	a) Dimensão do acesso / acessibilidade na computação ubíqua ainda não é clara; Combinação de diferentes possibilidades na dimensão Física, Digital e Social criam interações únicas e imprevisíveis que desafiam a avaliação do acesso; b) Movimentos corporais - o próprio corpo do usuário é um veículo de interação, usuário é parte do ambiente; Movimentos livres; c) Interações naturais; Não tem interface clara; Múltiplas fontes de saída;
(Pimenta et al. 2021b)	d) Sensores e atuadores, <i>embedded technology</i> ; e) Luzes, vibração, efeitos de som, interações táteis, dados fisiológicos, captura de movimentos, presença, voz, sons de barulhos
(Pimenta, Duarte, Baranauskas, et al. 2022)	f) Consentimento do usuário para dados armazenados ou informações coletadas: Como os ambientes ubíquos podem coletar e processar imagens, vídeos e dados fisiológicos, usuários podem se sentir inseguros e não saber como os dados coletados serão usados. A insegurança pode reduzir o acesso já que o usuário pode não se sentir confortável para aproveitar e interagir com a instalação
(Pimenta, Duarte, and Baranauskas 2022b)	g) Relações com o grupo; Relações intersubjetivas (remotas/locais); h) Valores pessoais, emoções, gênero, aspectos culturais;
(Pimenta, Duarte, and Baranauskas 2022a)	i) Enação e <i>Embodiment</i> : Exploração, Curiosidade, Gestos, Comportamento corporal, Percepção de si, Metáfora enativa; j) Social não é tratado; Sócio-afetividade: Expressão afetiva, Percepção social;

#### 4. Discussão

Retomando as nossas questões de pesquisa, com relação a **PI**: *O instrumento UbiAccess consegue apoiar a avaliação do acesso equitativo num ambiente de computação ubíqua?*: os avaliadores responderam que as **áreas** do instrumento foram capazes de cobrir todos os elementos do cenário, inclusive um deles menciona que o instrumento foi além, ao apresentar a área de *Security & Privacy*. Com relação às **recomendações** do instrumento, todos avaliaram que sim. Todavia, um dos avaliadores apontou a necessidade de recomendações referentes à privacidade dos dados, considerando que um dos cenários avaliados coletava informações de voz dos usuários.

Vamos agora considerar a **P2**: *Quais melhorias devem ser aplicadas no UbiAccess para que ele cumprir seu objetivo?*: as perguntas de 5 a 8 foram voltadas para a avaliação do instrumento UbiAccess. A pergunta 5 (Tabela 2) considerou se as áreas do instrumento UbiAccess (e.g. *Environment, Information*) conseguiram avaliar os cenários. Quatro avaliadores responderam apenas “Sim” enquanto um deles se aprofundou na resposta com o questionamento “Qual é o propósito do UbiAccess” e em seguida responde que se for acessibilidade o instrumento é bastante abrangente. Tal questionamento nos faz refletir na necessidade de deixar claro às pessoas que vão utilizar o instrumento para que ele serve e o que se espera obter como resultado. A pergunta 6 (Tabela 3) tinha por objetivo compreender se as recomendações estavam adequadas para os elementos avaliados. Quatro avaliadores responderam apenas “Sim” enquanto um dos



avaliadores apresentou a necessidade de uma recomendação sobre privacidade, observando a coleta de dados. Quando observamos os resultados da pergunta 7 com a pergunta 8 (Tabela 4) sobre a utilização do UbiAccess, os avaliadores consideraram o instrumento fácil de usar e útil para a avaliação, apontando considerações importantes para a melhoria do instrumento: 1) disponibilizar o formulário em português e também uma versão compatível com LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais); 2) Disponibilizar um modelo preenchido como exemplo, para facilitar a compreensão do uso do instrumento; 3) Algumas recomendações geraram dúvidas nos usuários, portanto é importante revisá-las; 4) Problemas de formatação da planilha, como a expansão automática dos campos digitados e a seleção da conformidade; e 5) Inclusão do item não se aplica além da conformidade Sim/Não.

Comparando as avaliações dos pesquisadores com os desafios apontados em publicações anteriores (Tabela 6), observamos que as questões da área Social não emergiram, assim como *Embodiment*, Metáfora enativa, movimentos Corporais, aspectos culturais, relações intersubjetivas, entre outros conceitos da experiência enativa. No entanto, o aspecto de privacidade que já havia sido observado também foi levantado, confirmando a necessidade de inclusão de recomendações também sobre este tema. O uso da ferramenta por terceiros, possibilitou os apontamentos de melhorias sobre a conformidade e até mesmo a formatação do instrumento. Estes itens também são extremamente importantes para que o instrumento se torne adequado ao uso.

Este trabalho realizou uma avaliação qualitativa do instrumento, com o intuito de captar a perspectiva de uso de pesquisadores de áreas diversas e encontrar os pontos iniciais de melhorias do instrumento. Com os resultados obtidos, os pesquisadores encontraram aspectos que podem ser melhorados para melhor usabilidade do instrumento. Uma avaliação quantitativa com um número maior de participantes é prevista em versão mais estável do instrumento, em trabalhos futuros.

## 5. Considerações finais

O desafio de avaliação de acesso equitativo em ambientes de computação ubíqua requer o desenvolvimento de instrumentos que considerem os novos tipos de interação das pessoas com tecnologias no ambiente. Neste estudo investigamos, através da perspectiva de outros pesquisadores, se o instrumento UbiAccess é capaz de avaliar cenários ubíquos, encontrados na literatura, além de apontar melhorias necessárias no instrumento.

Identificamos como limitações do estudo a falta de pesquisadores com deficiência avaliando o instrumento, além de perfis de avaliadores com experiência anterior em computação ubíqua. Além disso, o número de avaliadores precisaria ganhar escala, o que propomos como desdobramentos deste trabalho em uma versão mais estável do UbiAccess. Ainda como trabalhos futuros, sugerimos a implementação das sugestões dos avaliadores no instrumento, atualizando-o no local em que ele se encontra disponível<sup>8</sup>. Por fim, incluir não somente os pontos considerados pelos avaliadores, mas também os pontos que pesquisas anteriores já identificaram como necessários para a avaliação do acesso em ambientes ubíquos.

---

<sup>8</sup> Versão digital e versão para impressão do UbiAccess: <https://doi.org/10.25824/redu/HSPSJT>

## Agradecimentos

Este trabalho é financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo #2015/16528-0 e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processos #304708/2020-8. Agradecemos IFSP pelo suporte à primeira autora.

## Referências

- Baranauskas, Maria Cecilia Calani, Clarisse Siecknius de Souza, and Roberto Pereira. 2015. *I GrandIHC-BR Grand Research Challenges in Human-Computer Interaction in Brazil*. Human-Computer Interaction Special Committee (CEIHC) of the Brazilian Computer Society (SBC).
- Dagan, Ella, Elena Márquez Segura, Ferran Altarriba Bertran, Miguel Flores, Robb Mitchell, and Katherine Isbister. 2019. “Design Framework for Social Wearables.” Pp. 1001–15 in *Proceedings of the 2019 on Designing Interactive Systems Conference*. San Diego CA USA: ACM.
- Emiliani, P. L., and C. Stephanidis. 2005. “Universal Access to Ambient Intelligence Environments: Opportunities and Challenges for People with Disabilities.” *IBM Systems Journal* 44(3):605–19. doi: 10.1147/sj.443.0605.
- Ferreira, Poliana Nascimento, Juliana L. Beda, Guilherme D. Belarmino, Carla Lopes Rodriguez, and Vivian Genaro Motti. 2022. “Movimentação de Aluno Em Sala de Aula: Análise Descritiva de Dados de Wearables.” Pp. 69–78 in *Anais do I Workshop de Aplicações Práticas de Learning Analytics em Instituições de Ensino no Brasil (WAPLA 2022)*. Brasil: Sociedade Brasileira de Computação.
- Ferreira, Poliana Nascimento, Camila L. F. dos Santos, Juliana L. Beda, Guilherme D. Belarmino, Carla Lopes Rodriguez, and Vivian Genaro Motti. 2022. “Coleta de Informações de Movimento e Atividades de Crianças Na Escola Com Wearables: Relato de Experiência.” Pp. 1102–13 in *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2022)*. Brasil: Sociedade Brasileira de Computação - SBC.
- Gonçalves, Diego Addan, Maria Cecilia Calani Baranauskas, and Julio Cesar dos Reis. 2020. “Accessibility in Pervasive Systems: An Exploratory Study.” Pp. 25–38 in *Distributed, Ambient and Pervasive Interactions*. Vol. 12203, *Lecture Notes in Computer Science*, edited by N. Streitz and S. Konomi. Cham: Springer International Publishing.
- Hayashi, Elaine C. S., and M. Cecília C. Baranauskas. 2017. “Accessibility and Affect in Technologies for Museums: A Path towards Socio-Enactive Systems.” Pp. 1–10 in *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. Joinville Brazil: ACM.
- Lima, Franklin M. da C., Gabriel A. M. Vasiljevic, Leonardo Cunha De Miranda, and M. Cecília C. Baranauskas. 2021. “An Analysis of IHC and HCII Publication Titles: Revealing and Comparing the Topics of Interest of Their Communities.” *Journal on Interactive Systems* 12(1):1–20. doi: 10.5753/jis.2021.997.
- Morgan, Evan, and Hatice Gunes. 2013. “Human Nonverbal Behaviour Understanding in the Wild for New Media Art.” Pp. 27–39 in *Human Behavior Understanding*. Vol. 8212, *Lecture Notes in Computer Science*, edited by A. A. Salah, H. Hung, O. Aran, and H. Gunes. Cham: Springer International Publishing.

- Pimenta, Josiane Rosa de Oliveira Gaia, Emanuel Felipe Duarte, M. Cecília C. Baranauskas, and Claudia Bauzer Medeiros. 2022. "UbiAccess: An Instrument to Assess System Access in Ubiquitous Scenarios." *Interacting with Computers iwac029*. doi: 10.1093/iwc/iwac029.
- Pimenta, Josiane Rosa de Oliveira Gaia, Emanuel Felipe Duarte, and Maria Cecília Calani Baranauskas. 2021a. "Evaluating Accessibility in Ubiquitous Environments: A Case Study with Museum Installations." Pp. 88–96 in *Anais do XLVIII Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH 2021)*. Brasil: Sociedade Brasileira de Computação - SBC.
- Pimenta, Josiane Rosa de Oliveira Gaia, Emanuel Felipe Duarte, and Maria Cecília Calani Baranauskas. 2021b. "Investigating Access in Ubiquitous Scenarios: A Case Study and Evaluation Instrument." in *X Latin American Conference on Human Computer Interaction, CLIHC 2021*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery.
- Pimenta, Josiane Rosa de Oliveira Gaia, Emanuel Felipe Duarte, and Maria Cecília Calani Baranauskas. 2022a. "Interação Remota No Aquarela Virtual: Um Estudo de Caso Com Criança Diagnosticada Com TDAH." Pp. 764–75 in *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2022)*. Brasil: Sociedade Brasileira de Computação - SBC.
- Pimenta, Josiane Rosa de Oliveira Gaia, Emanuel Felipe Duarte, and Maria Cecília Calani Baranauskas. 2022b. "Investigando Acesso Equitativo Em Cenário Socioenativo Remoto: Um Estudo de Caso." Pp. 152–63 in *Anais do XLIX Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH 2022)*. Brasil: Sociedade Brasileira de Computação - SBC.
- Pimenta, Josiane Rosa De Oliveira Gaia, Emanuel Felipe Duarte, Maria Cecilia Calani Baranauskas, and Claudia Maria Bauzer Medeiros. 2023. "Dataset Associated with UbiAccess - Equitable Access Evaluation Instrument for Ubiquitous Environments." <https://doi.org/10.25824/redu/HSPSJT>
- dos Santos, Andressa Cristina, Luã M. Muriana, Josiane R. O. G. Pimenta, José V. da Silva, Eliana A. Moreira, and Julio C. dos Reis. 2019. "Investigating Aspects of Affectibility for Universal Access in Socioenactive System Scenarios." Pp. 1–11 in *Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. Vitória Espírito Santo Brazil: ACM.
- da Silva, José V., M. Cecília C. Baranauskas, Diego A. Gonçalves, and Andressa C. dos Santos. 2022. "Building a Space for the Human in IoT: Contributions of a Design Process." *Journal of the Brazilian Computer Society* 28(1):80–95. doi: 10.5753/jbcs.2022.2958.
- Stephanidis, Constantine, and Margherita Antona. 2022. "Universal Access in the Information Society (2001–2021): Knowledge, Experience, Challenges and New Perspectives." *Universal Access in the Information Society* 21(2):329–31. doi: 10.1007/s10209-022-00884-w.
- Stephanidis, Constantine, Gavriel Salvendy, Margherita Antona, Jessie Y. C. Chen, Jianming Dong, Vincent G. Duffy, Xiaowen Fang, Cali Fidopiastis, Gino Fragomeni, Limin Paul Fu, Yinni Guo, Don Harris, Andri Ioannou, Kyeong-ah (Kate) Jeong, Shin'ichi Konomi, Heidi Krömker, Masaaki Kurosu, James R. Lewis, Aaron Marcus, Gabriele Meiselwitz, Abbas Moallem, Hirohiko Mori, Fiona Fui-Hoon Nah, Stavroula Ntoa, Pei-Luen Patrick Rau, Dylan Schmorrow, Keng Siau, Norbert Streitz, Wentao Wang, Sakae Yamamoto, Panayiotis Zaphiris,

- and Jia Zhou. 2019. "Seven HCI Grand Challenges." *International Journal of Human-Computer Interaction* 35(14):1229–69. doi: 10.1080/10447318.2019.1619259.
- Takayama, Leila. 2017. "The Motivations of Ubiquitous Computing: Revisiting the Ideas behind and beyond the Prototypes." *Personal and Ubiquitous Computing* 21(3):557–69. doi: 10.1007/s00779-017-1002-8.
- United Nations. 2013. *Accessibility and Development— Mainstreaming Disability in the Post-2015 Development Agenda*.
- Weiser, Mark. 1991. "The Computer for the 21<sup>st</sup> Century." *Scientific American*, 94–104.
- Weiser, Mark, and John Seely Brown. 1997. "The Coming Age of Calm Technology." Pp. 75–85 in *Beyond calculation*. Springer.