

## UMA ANÁLISE SOBRE METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO EM INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR VOLTADAS A TECNOLOGIA ASSISTIVA

ANDRÉIA SIAS RODRIGUES<sup>1</sup>; VINÍCIUS KRUGER DA COSTA<sup>1</sup>; RAFAEL CUNHA CARDOSO<sup>1</sup>; MARCELO BENDER MACHADO<sup>1</sup>; TATIANA AIRES TAVARES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IFSul / WeTech – {andreia.sias, rc.cardoso, viniciusdacosta, mb.machado}@inf.ufpel.edu.br

<sup>2</sup>UFPel/CDTec – tatiana@inf.ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Sauer et al. (2010) as pessoas com deficiência, em geral não recebem o apoio de que necessitam e experimentam exclusão das atividades da vida cotidiana. Com base neste cenário, a busca por meios que possam minimizar essas barreiras contam com diversas áreas do conhecimento, através da utilização do que chamamos de tecnologia assistiva (TA), as quais permitem a acessibilidade e inclusão das pessoas com deficiência.

Para Bersch (2013) o objetivo de TA é proporcionar à pessoa com deficiência uma maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de ambiente, habilidades de aprendizado, trabalho e integração com a família, amigos e sociedade.

Principalmente, para uma parcela da população que é acometida por algum tipo de deficiência motora, mais precisamente 7% da população, conforme dados do último censo do IBGE (2010), a busca por meios tecnológicos que permitam o acesso ao uso do computador, torna-se uma necessidade, visto que os dispositivos de entrada de dados, conhecidos como dispositivos de interação com o computador, são predominantemente o mouse e o teclado. No entanto, a proposição de TA principalmente para a interação com o computador é ainda um grande desafio, uma vez que os dispositivos de interação precisam estar adaptados às necessidades e habilidades dos usuários. Caso contrário, os dispositivos podem não ser utilizados em toda sua extensão ou, pior ainda, eles podem não ser nunca usados. Este desafio é atualmente abordado pela área de Interação Humano-Computador (IHC), que explora o projeto, a avaliação e a implementação de sistemas computacionais interativos para o uso humano e estuda os principais fenômenos ao redor deles. A subárea de IHC que investiga os processos de avaliação tem como principal ferramenta as metodologias que apoiam os projetistas para compreender e melhorar este processo.

Em 2000, a Organização Internacional para Padronização (ISO) lançou a norma ISO 9241-11, que preconiza uma metodologia para avaliação da eficiência de dispositivos apontadores. Baseado nesta metodologia de avaliação supracitada e na escassez de informação sobre dispositivos de acesso ao computador, pelas pessoas com deficiências e pelos profissionais na área de reabilitação, e no elevado custo de muitos equipamentos comerciais, o presente trabalho explora este cenário, tendo por **objetivo** principal a investigação de procedimentos de avaliação mais inclusivos que considerem a questão da deficiência. Para tanto foram analisados trabalhos que são discutidos neste trabalho buscando identificar suas características e, especialmente a utilização de métodos de avaliação das propostas ou soluções apresentadas envolvendo ou não os usuários. Adicionalmente é introduzida uma taxonomia para agrupar os diferentes dispositivos e interfaces de usuário estudadas.

## 2. METODOLOGIA

Com o intuito de realizar a revisão bibliográfica proposta, foi adotado o Mapeamento Sistemático de Literatura (MSL) como metodologia de pesquisa bibliográfica (Petersen, 2008). Para sistematizar o processo de seleção de artigos, foi definido um procedimento de três etapas: (1) execução da busca; (2) primeiro filtro e (3) segundo filtro. Durante a execução da busca, foi utilizada a *string* de busca nas fontes selecionadas: Springer, ACM, IEEE Explorer e Science Direct, e se armazenou o conjunto de referências recuperadas na ferramenta StArt.

A discussão resultou em 62 artigos relacionados a metodologias de avaliação de sistema, interface ou dispositivo de interação com caráter assistivo. Então, uma análise aprofundada para a extração de dados foi efetuada. Sendo que dos 62 trabalhos resultantes do segundo ciclo, 18 deles apresentaram algum processo de avaliação completo nos dispositivos propostos, os outros 44 foram rejeitados por não responderem a questão de pesquisa<sup>1</sup>. A duração deste mapeamento foi de 6 meses, tendo tido início em novembro de 2016.

Este trabalho especificamente busca responder questões relativas a Metodologias de Avaliação para dispositivos de IHC para pessoas com deficiência motora, sendo assim uma tecnologia assistiva.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os trabalhos resultantes do MSL pode-se observar diferentes modos de interação providos por características específicas presentes nos diferentes dispositivos. No intuito de estruturar uma melhor análise dos métodos de avaliação utilizados nas experiências com os dispositivos é apresentado uma taxonomia que considera as características dos dispositivos como se segue:

**Baseados em captação de Sinais Fisiológicos:** Vários tipos de sinais fisiológicos são empregados para permitir a interação com computadores, tais como EletroMioGrafia (EMG), EletroEncefaloGrama (EEG) ou Interfaces Controladas pelo Cérebro, Brain-Computer Interface (BCI) e EletroOculoGrafia (EOG). Onde os sinais são gerados a partir de movimento dos músculos, cérebro e olhos, respectivamente. A grande vantagem destes sistemas é que eles podem ser utilizados para indivíduos totalmente paralisados.

**Baseados em Comando de Voz:** Reconhecimento de fala e reconhecimento de vocalização não-verbal são usados para controlar computadores. Tecnologias como TTS (Text-To-Speech) e ASR (Automatic Speech Recognition) se destacam como formas alternativas para prover acesso a sistemas principalmente para pessoas que possuem deficiência motora severa. Pois possui a vantagem de não depender da espinha dorsal, ou seja, não requer nenhum movimento.

**Baseados em acionamento mecânico:** Estes dispositivos são acionados através de movimentos mecânicos, utilizando como mecanismos de entrada interruptores alternativos (*switches*) ou dispositivos análogos. Tem como

---

<sup>1</sup> Protocolo MSL completo. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B0XrDI961rG-NVdSZWdVSGIJUjg/view?usp=sharing>

vantagem fornecer aos usuários com deficiência motora, leve ou moderada, conforto com o mínimo de esforço possível, através de comandos mais simples.

**Baseados em rastreamento de movimento:** Estes dispositivos de TA rastreiam movimentos de partes do corpo, tais como rastreadores dos olhos, língua, cabeça e face. Podem ser captados através de cameras, sensores externos ao usuário, ou sensores anexados ao corpo. Possuem a vantagem de serem utilizados por usuários com deficiência motora severa e também a maior parte deles se utiliza da pervasividade, ou seja, desoneram o usuário de precisar portar um equipamento ou dispositivo (no caso do rastreio de movimento por cameras).

Dentro de cada uma destas classificações se encontram os trabalhos resultantes do MSL e características como suas metodologias de avaliação dos dispositivos, o envolvimento de usuários ou não.

#### 4. CONCLUSÕES

O avanço e a popularização de dispositivos de interação, tais como: interfaces naturais, utilizando diferentes gestos, utilização de impulsos cerebrais e sinais fisiológicos, têm impulsionado as investigações científicas que se preocupam no processo de utilização destes dispositivos. Fato que fica evidente nos resultados obtidos pelo MSL, o qual evidencia diferentes dispositivos na área de IHC que possibilitam que os usuários com deficiências motoras possam acessar o computador.

Quanto aos aspectos alvo das metodologias de avaliação mais utilizados identificamos 11 trabalhos que utilizam usabilidade, 7 trabalhos que focam em experiência de usuário (UX, do inglês *User EXperience*) e usabilidade. No entanto, a maior parte dos trabalhos propõe soluções para problemas específicos, nas quais geralmente algum protótipo é desenvolvido e seu desenvolvimento é o mecanismo de avaliação utilizado pelos autores. Analisando as características mais comuns às metodologias de avaliação é possível identificar uma forte tendência a aderência a padrões, sobretudo de performance, ligados a execução de tarefas pelos usuários. Nesse quesito um questionamento importante é feito por SINAsense (Manresa, 2013) o qual foca na experiência de usuário justamente pela captura desse olhar mais abrangente da interação inerente à tecnologia assistiva. Outro fato identificado é que nenhuma das metodologias utilizadas caracteriza os dispositivos ou o processo de avaliação como Tecnologia Assistiva.

Quanto a participação dos usuários nas experiência de avaliação fica evidente a dificuldade em se aplicar testes com usuários atípicos (isto é deficientes motores). Dos trabalhos estudados 12 consideram a utilização de somente usuários típicos enquanto 5 envolveram ambos usuários, e apenas 1 deles considerou o envolvimento de usuários atípicos somente. Dos trabalhos que envolveram usuários atípicos a participação varia de 1,2,3 e 7 usuários.

A importância do envolvimento de usuários atípicos é identificado na evolução dos trabalhos (Machado, 2010),(Rodrigues, 2016), (Rodrigues, 2016B) que utilizaram-se de questionamentos para melhor entender a perspectiva do usuário. É interessante ressaltar que os relatos do usuário conduziram à alguns domínios de usabilidade: a eficiência do dispositivo ao responder aos movimentos, experiência de uso através de perguntas relacionadas ao conforto, satisfação, nível funcional, se foi de fácil aprendizagem. Ficou evidente o impacto que o dispositivo de TA poderia acarretar nas atividades do cotidiano do usuário, facilitando tanto o manejo do computador como a realização de tarefas (de entretenimento, da escola e convívio social).

Quanto a análise dos dados coletados nos experimentos realizados pode ser dizer que as métricas mais utilizadas focaram em velocidade e precisão e que a análise dessas métricas foi muito mais objetiva do que reflexiva. Ou seja, envolveram muito pouco o foco no usuário, e se concentraram em aderência ou não aos parâmetros de performance. Entretanto, os trabalhos focados em UX viabilizaram um olhar mais abrangente da interação o que se aproxima dos requisitos inerentes a tecnologia assistiva.

Por fim, também observou-se uma tendência na utilização de interfaces multimodais como forma de entrada de dados o que viabiliza a percepção de um maior de habilidades motoras dos usuários, com em (Kalunga, 2014), (Huang, 2013), (Kurauchi, 2015), (Huo, 2013).

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERSCH, R. **Introdução a Tecnologia Assistiva**. 2013.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Censo Demográfico 2010**. Acessado em 12 de abril 2017. Online. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>
- HUANG, B., LO, A. H., and SHI, B. E. **Integrating eeg information improves performance of gaze based cursor control**. In Neural Engineering (NER), 2013 6th International IEEE/EMBS Conference on, pages 415–418. IEEE, 2013.
- HUO, X. **Tongue drive: a wireless tongue-operated assistive technology for people with severe disabilities**. 2011
- KALUNGA, E. K., CHEVALLIER, S., RABREAU, O., and MONACELLI, E. **Hybrid interface: Integrating bci in multimodal human-machine interfaces**. In Advanced Intelligent Mechatronics (AIM), IEEE/ASME International Conference on, pages 530–535. IEEE, 2014.
- KURAUCHI, A., Feng, W., MORIMOTO, C., and BETKE, M. **Hmagic: head movement and gaze input cascaded pointing**. In Proceedings of the 8th ACM International Conference on PETra Environments, page 47. ACM, 2014.
- MACHADO, M. **Óculos Mouse: Mouse controlado pelos movimentos da cabeça do usuário**. Brazilian Patent INPI n. PI10038213.
- PETERSEN, K., FELDT, R., MUJTABA, S., and MATTSSON, M. **Systematic Mapping Studies in Software Engineering**. In EASE, Vol. 8. 68–77, 2008.
- RODRIGUES, A., COSTA, V., CARDOSO, R., MACHADO, M., and TAVARES, T. **Uma análise de métricas para avaliação da interação dos dispositivos baseados em apontadores. Um estudo de caso para o dispositivo IOM**. 2016.
- RODRIGUES, A., COSTA, V., CARDOSO, R., MACHADO, M., and TAVARES, T. **Evaluation of the use of eye and head movements for mouse-like functions by using IOM device**. In International Conference on Universal Access in HCI, pages 81–91. Springer, 2016.
- SAUER, A. L., PARKS, A., and HEYN, P. C. **Assistive technology effects on the employment outcomes for people with cognitive disabilities: a systematic review**. Disability and Rehabilitation: AT, 5(6):377–391, 2010.