

## **Análise comparativa dos modos de interação em interface acessível: evidências de logs de usuários com e sem deficiência motora**

**Bolsista Andressa Ipolito Fonseca Zanetti (CTI) [afonseca@cti.gov.br](mailto:afonseca@cti.gov.br)**

### **Resumo**

*Este estudo apresenta uma análise comparativa entre dois modos de interação em uma interface de acessibilidade para dispositivos móveis (IADM), considerando usuários com e sem deficiência motora. A partir da extração e análise de logs de interação, foram comparados o tempo médio entre eventos e a frequência relativa de diferentes subtipos de eventos (início da varredura, varredura vertical, parada da varredura e gestos de seleção). Os resultados indicaram que usuários com deficiência motora apresentaram maiores tempos médios entre eventos e maior número de repetições nos ciclos de varredura, em contraste com usuários sem deficiência, que mostraram maior proximidade do padrão de referência (Gold) e maior eficiência na execução direta de gestos. Essa diferença sugere que ajustes na velocidade da varredura e no processo de seleção podem contribuir para reduzir barreiras de interação.*

*Palavras-chave: tecnologia assistiva; deficiência motora; acessibilidade digital; interação humano-computador; logs de uso.*

### **1. Introdução**

A Interface de Acessibilidade para Dispositivos Móveis IADM é um desenvolvimento cujo objetivo é a ampliação do acesso para o uso dos dispositivos móveis por pessoas com deficiência. A interface conta com um sistema que identifica, por meio de sensores específicos, um sinal emitido pela pessoa com deficiência motora, como um ruído ou um toque físico que, ao ser captado pela placa controladora é transferido ao dispositivo móvel, possibilitando o uso por meio de uma varredura na tela.

O sistema é composto por um painel de configurações que possibilita a personalização individualizada tais como alteração de cores, tamanho do cursor, contraste e velocidade, de modo a adaptar às diferentes condições motoras presentes nos diversos tipos de diagnósticos.

Com o avanço tecnológico constante nota-se cada vez mais oportunidades de acesso a meios digitais e comunicacionais por pessoas com deficiência, o que contribui para a autonomia e independência dessas pessoas, colocando-as como protagonistas de suas próprias vidas. Contudo, existe ainda uma lacuna na acessibilidade destes meios digitais, com pouca exploração especialmente dos dispositivos móveis por pessoas com deficiência motora (TAVARES e SCOZ, 2020) (SARSENBAYEVA, 2022).

O presente estudo teve como objetivo geral comparar padrões de interação entre usuários com e sem deficiência e objetivos específicos analisar diferenças em tempo médio entre eventos e frequência de tipos de eventos registrados em logs de uso da IADM, além de gerar evidências quantitativas para orientar o desenvolvimento de interfaces mais inclusivas.

## 2. Metodologia

### 2.1 Desenho do estudo, população, local e critérios.

Trata-se de pesquisa com abordagem quantitativa. Foram analisados 14 pessoas, sendo CS: sem deficiência (7) e CD: com deficiência (7).

Os critérios de inclusão e exclusão para a pesquisa foram:

Grupo CS: Foram considerados sujeitos da pesquisa pessoas sem deficiência, acima de 18 anos, alfabetizados. Não havia um critério de exclusão específico.

Grupo CD: Foram considerados sujeitos desta pesquisa pessoas com deficiência motora de graus moderado a severo, avaliados pela fisioterapeuta responsável e o critério de exclusão foi a presença de deficiências sensoriais (especialmente comprometimento na visão ou audição), uma vez que o sistema possui *feedback* visual e auditivo, ou comprometimento cognitivo que impeça o entendimento das tarefas.

A amostra foi caracterizada como não probabilística intencional.

### 2.2 Aspectos éticos

A pesquisa foi submetida ao comitê de ética em pesquisa, com parecer de aprovação nº 6.095.655. Os participantes tiveram conhecimento, assinaram e receberam uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

### 2.3 Procedimentos

Para a coleta de dados foi feito um contato inicial com os participantes e seus responsáveis, de modo a prover os esclarecimentos a respeito da pesquisa, além de obter o TCLE.

As sessões de uso foram registradas por meio de uma filmadora fixada em ponto estratégico no ambiente, cuja qual foi informada da presença aos participantes.

Inicialmente foi apresentada a Interface na qual os participantes fariam os testes, composto pela caixa controladora, o *tablet* e o periférico sensor de toque (acionador).

Em seguida foram aplicados testes protocolados, elaborados pela pesquisadora, com as seguintes fases: a. Desbloqueio da tela do *tablet*; b. Verificação do clima no município local e c. Traço de rota: trecho Campinas – Brasília;

### 2.4 Análises

#### 2.4.1 Procedimentos de análise:

Para este artigo, utilizou-se como parâmetros o **Tempo entre eventos** (relacionado com a diferença entre registros consecutivos de cada usuário) e a **Frequência entre subtipos** (contagem de cada tipo de evento realizado por cada usuário). Como ferramenta de análise utilizou-se a linguagem de programação Python com o uso do *Pandas* para processamento dos dados e *matplotlib/seaborn* para visualização dos gráficos.

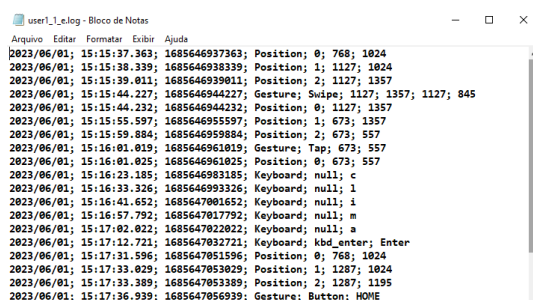
## 3. Resultados

Com a finalidade de comparar dois modos de interação em uma interface de acessibilidade para dispositivos móveis, utilizando os registros de *log* de usuários sem deficiência motora (SD) e com deficiência motora (CD), foi utilizado o parâmetro “tempo médio entre eventos”, tendo

como referência um teste *Gold* (condição ideal, sem erros de interação). Os resultados, contudo, apontaram que alguns participantes do grupo CD não concluíram todas as tarefas propostas, resultando em séries incompletas de eventos. Esse fator motivou a adoção de métricas adicionais, com vistas à não restrição das análises e incluiu, portanto a distribuição dos “subtipos de eventos”, que permitiu compreender melhor as estratégias de interação adotadas.

### 3.1 Análise de tempo médio entre eventos

No caso da análise de tempo médio entre eventos, entende-se por “evento” cada linha de interação registrada pelo usuário na ferramenta (Figura 1).



```
user1_1_log - Bloco de Notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
2023/06/01; 15:15:37.363; 1685646937363; Position; 0; 768; 1024
2023/06/01; 15:15:38.339; 1685646938339; Position; 1; 1127; 1024
2023/06/01; 15:15:39.011; 1685646939011; Position; 2; 1127; 1357
2023/06/01; 15:15:44.227; 1685646944227; Gesture; Swipe; 1127; 1357; 1127; 845
2023/06/01; 15:15:44.232; 1685646944232; Position; 0; 1127; 1357
2023/06/01; 15:15:55.597; 1685646955597; Position; 1; 673; 1357
2023/06/01; 15:15:59.884; 1685646959884; Position; 2; 673; 557
2023/06/01; 15:16:01.019; 1685646961019; Gesture; Tap; 673; 557
2023/06/01; 15:16:01.025; 1685646961025; Position; 0; 673; 557
2023/06/01; 15:16:03.185; 1685646963185; Keyboard; null; c
2023/06/01; 15:16:33.326; 1685646993326; Keyboard; null; l
2023/06/01; 15:16:41.652; 1685647001652; Keyboard; null; i
2023/06/01; 15:16:57.792; 1685647017792; Keyboard; null; m
2023/06/01; 15:17:02.022; 1685647022022; Keyboard; null; a
2023/06/01; 15:17:12.721; 1685647032721; Keyboard; kbd_enter; Enter
2023/06/01; 15:17:31.596; 1685647051596; Position; 0; 768; 1024
2023/06/01; 15:17:33.029; 1685647053029; Position; 1; 1287; 1024
2023/06/01; 15:17:33.389; 1685647053389; Position; 2; 1287; 1195
2023/06/01; 15:17:36.939; 1685647056939; Gesture; Button; HOME
```

Figura 1. Exemplo de interação de um usuário na Interface - registrado pelo sistema.

Notam-se 9 entradas, sendo as principais: Data, Hora, Tempo, Tipo de Entrada (*position*, *gesture* ou *keyboard*) e os subtipos de entradas (0, 1, 2 – relacionados à varredura, além dos tipos de gestos escolhidos).

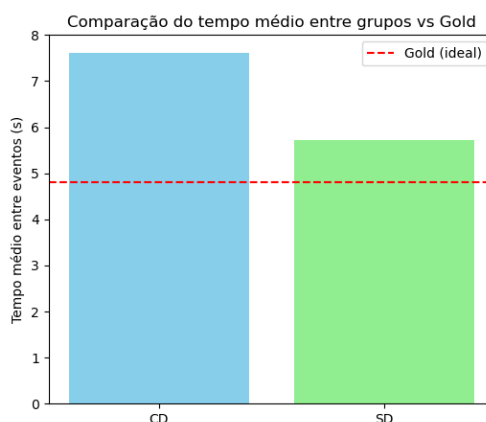


Figura 2. Tempo médio entre eventos dos três grupos (Gold, Com deficiência e Sem Deficiência).

De acordo com a (Figura 2), o tempo médio sem erros (*Gold*) entre eventos foi de 4.81 segundos. O teste *Gold* teve a única finalidade de demonstrar uma execução do protocolo sem erros de cliques. O grupo sem deficiência apresentou média de 5.72 s (+18.8% em relação ao *Gold*), enquanto o grupo com deficiência apresentou 7.62 s (+58.3%).

Os resultados iniciais revelaram que o grupo CD necessitou de maior tempo para execução das tarefas em comparação ao grupo SD, indicando uma interação mais lenta e possivelmente maior esforço físico na utilização da interface. Quando comparados ao padrão *Gold*, ambos os grupos demonstraram desvios, porém de magnitudes distintas, reforçando, no caso do grupo CD, que o maior tempo exigido para a navegação e seleção pode estar relacionado às dificuldades motoras previamente esperadas nesse grupo.

Tendo em vista que a evidência (tempo médio entre eventos) não seria suficiente para explicar as diferenças de interação, fez-se necessária a análise detalhada por subtipo para compreender onde se concentravam as dificuldades.

### 3.2 Análise por subtipo de evento

Em relação à análise da coluna Subtipo, os eventos foram categorizados em: 0: início da varredura; 1: varredura vertical; 2: escolha do local para parar a varredura; Gestos diversos: comandos de interação final, como *button*, *kbd\_enter* e outros.

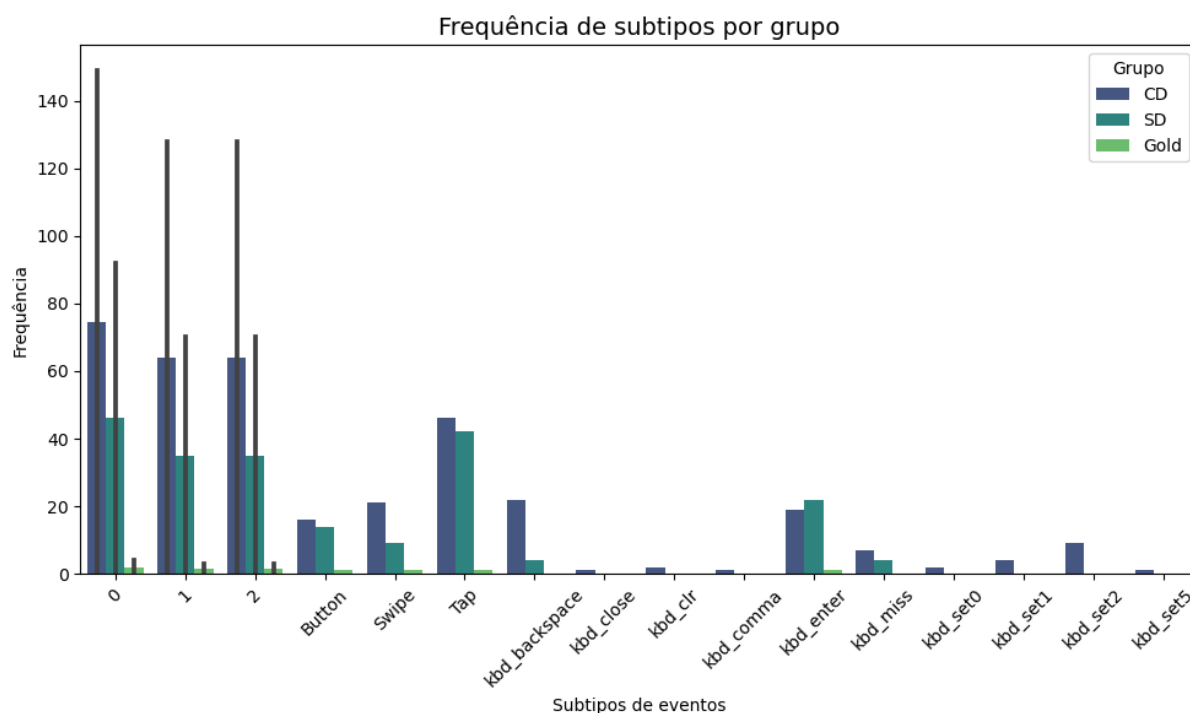


Figura 3. Frequência de subtipos por grupos.

Nota-se, de acordo com a (Figura 3), que o grupo (CD) realizou mais repetições nos subtipos 0, 1 e 2 do que o grupo SD, demonstrando maior número de ciclos de varredura antes da seleção efetiva do gesto. O grupo SD se aproximou mais do padrão Gold, com maior número de eventos relacionados a gestos de execução final.

### 4. Discussão

A não conclusão das tarefas propostas pelo grupo CD deve ser interpretada como reflexo de barreiras de usabilidade intrínsecas à interface, e não apenas às limitações motoras. Souza (2018) avaliou a acessibilidade digital em repositórios educacionais abertos e verificou que ocorria falhas que dificultavam a interação de pessoas com deficiência motora. Essas barreiras observadas reforçam a necessidade de desenvolvimento de interfaces com qualidade, afim de impactar positivamente a eficiência da interação de modo a reduzir o esforço cognitivo e motor de todos os usuários possibilitando acessos e utilização plena.

Ainda em relação às dificuldades enfrentadas pelos usuários do grupo CD, os resultados obtidos no estudo de Pousada et al. (2013) com uma usuária com paralisia cerebral, sobre a avaliação de modelos periféricos de entrada (tela *touchscreen*, *trackball* e *joystick*), evidenciou a eficácia

do *joystick* para essa usuária corroborando quanto à discussão de que as dificuldades nesse âmbito estão relacionadas à inadequação entre as demandas motoras do usuário e as características de cada tecnologia. Dessa forma, ressalta-se a importância de avaliações individualizadas, que envolvam métricas objetivas (tempo, erros, frequência de eventos) e percepções qualitativas do usuário, de modo a orientar ajustes personalizados relacionados à varredura ou à escolha dos dispositivos de entrada, garantindo maior autonomia e eficiência na interação.

Em conformidade com estudos de Sarsenbayeva et al. (2022), que discutem a existência de lacunas metodológicas nestes tipos de pesquisas, é essencial a integração de métricas objetivas, tais quais a utilização dos *logs de uso*, além das percepções dos usuários na avaliação de usabilidade das interfaces.

## 5. Considerações Finais

Os resultados apontam que a interface de acessibilidade proposta pode ser utilizada por pessoas com e sem deficiência, contudo é necessário explorar como potencializar os ajustes nos parâmetros de varredura (ex.: velocidade, sensibilidade de confirmação) de forma a reduzir a distância em relação ao *Gold*, tornando a interação menos propensa a erros e mais eficiente.

O estudo reforça ainda que embora a interface tenha sido projetada para pessoas com deficiência, é importante considerar a usabilidade universal como princípio de projeto. A otimização da usabilidade, tendo como base os princípios de acessibilidade universal, é um aspecto fundamental para garantir que a interface seja eficaz e fácil de usar para todos.

Embora a amostra do estudo seja pequena, o que limita a generalização dos resultados, ele estabelece um caminho metodológico importante para futuras pesquisas na área. A análise de *logs* de uso e outras métricas objetivas, como tempo e frequência de eventos, combinadas com a percepção dos usuários, são ferramentas essenciais para avaliar a usabilidade de interfaces de acessibilidade. Essas abordagens podem levar a avanços significativos na inclusão digital de pessoas com deficiência motora, orientando o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e autônomas.

## Referências

**SARBENBAYEVA, Z.** et al. *Methodological standards in accessibility research on motor impairments: A survey*. ACM Comput. Surv, may 2022.

**SOUZA, E.** *Avaliação de acessibilidade digital para pessoas com deficiência motora em repositórios educacionais abertos*. Revista Brasileira de Informática na Educação, Porto Alegre, v. 26, n. 3, p. 103-120, 2018.

**TAVARES, C. S. M.; SCOZ, M.** *Possibilidades de uso dos dispositivos touchscreen para pessoas com paralisia cerebral: uma revisão bibliográfica*. Human Factors in Design, v. 9, n. 17, p. 185-202, 2020.

**POUSADA, T.** et al. *Assessing Mouse Alternatives to Access to Computer: A Case Study of a User With Cerebral Palsy*. Assistive Technology, v. 26, n. 1, p. 33-44, 2014.