

PROPOSTA DE DISPOSITIVO COMPLEMENTAR AO MOUSE PARA MELHORIA DE USABILIDADE EM COMPUTADORES

Autores

Rudi Henri van Els, Universidade de Brasília, Gama, DF, Brasil - rudi@unb.br
Mateus Rodrigues Miranda, Universidade de Brasília, Gama, DF, Brasil - mateusmiranda@unb.br
Pedro Paulo Dunice van Els, Brasília, DF, Brasil - pedro.dunice@gmail.com

Resumo

O uso contínuo de teclado e mouse em computadores pessoais pode causar assimetria entre os membros superiores, afetando a produtividade e a saúde dos usuários. Este artigo propõe um dispositivo complementar ao mouse convencional, chamado "mouse auxiliar", para melhorar a distribuição da carga de trabalho entre as mãos. Desenvolvido a partir de uma ideia patenteada em 2008, o mouse auxiliar é fixo na mesa e possui rodas de rolagem horizontal e vertical, além de botões programáveis. Conectado via USB, é reconhecido pelo sistema operacional como um teclado. Após diversos protótipos e testes laboratoriais, o projeto enfrentou desafios como custos e design, mas foi revitalizado com o apoio do Laboratório Aberto de Brasília (LAB). O novo protótipo está em fase de validação e oferece melhorias ergonômicas e funcionais. A pesquisa comparou o desempenho do mouse auxiliar com dispositivos convencionais, registrando e analisando ações em diferentes programas de computador. Os resultados indicam que o mouse auxiliar pode reduzir a carga de trabalho da mão dominante e melhorar a ergonomia para profissionais que usam intensivamente teclado e mouse.

Palavras-chave: mouse auxiliar; usabilidade, teclado.

1. Introdução

O computador pessoal com teclado e mouse é uma das principais ferramentas de trabalho no dia a dia. Diversos estudos já foram realizados para avaliar a postura e o tipo de teclado e como os tipos de mouse podem comprometer a produtividade ou a saúde dos usuários (Houwink *et al.* 2009) e (Lee *et al.* 2007).

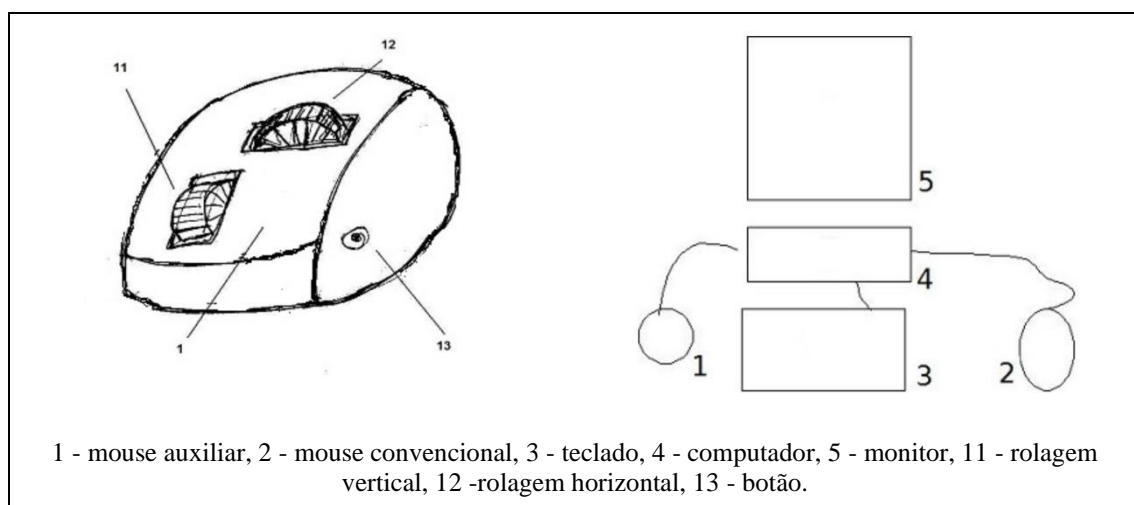
Entretanto poucos estudos avaliaram a assimetria entre os membros superiores no uso do computador. Um dos primeiros estudos sistemáticos para avaliação ergonômica de teclados foi na década de 1960 e levou a sugestão de um teclado bipartida com inclinação (Rempel 2008). Desde então diversos estudos foram realizados culminando no desenvolvimento de teclados ergonômicos (McLoone *et al.* 2009). Outro estudo avaliou a assimetria dos membros superiores comparando o uso de computadores desktop e notebook (Gonçalves *et al.* 2021). No entanto, não há estudos para avaliar como o uso

do conjunto mouse - teclado, influencia na assimetria entre os membros superiores, visto que o mouse sempre é manipulado pela mão direita e não há um dispositivo complementar para a mão esquerda. O presente artigo apresenta a proposta de um dispositivo de entrada de dados complementar (auxiliar) ao mouse convencional e a funcionalidade deste dispositivo no uso do computador pessoal e a sua interface com o usuário. O design e o princípio do seu funcionamento são descritos, assim como uma proposta de teste de usabilidade é apresentado.

2. Mouse Auxiliar

A ideia de um dispositivo surgiu em 2008 a partir de uma provocação do professor Itiro Iida do curso de desenho industrial da UnB e em 2008 o pedido de prioridade de patente de invenção foi depositado no INPI com o título "Mouse auxiliar para permitir a distribuição da carga de trabalho na interação com um computador pessoal para as duas mãos". O dispositivo foi desenhado para ficar fixo na mesa de trabalho, diferente do mouse convencional que é usado para movimentar um apontador na tela do computador. O mouse auxiliar tem duas rodas de rolagem, uma na direção horizontal e outra na vertical e pelo menos um botão para executar alguma função específica. O dispositivo é conectado ao computador por meio de uma interface convencional do tipo USB e é reconhecido pelo sistema operacional do computador como um dispositivo do tipo teclado. A Figura 1 mostra o primeiro desenho do mouse auxiliar com os *scrolls* vertical e horizontal e o diagrama de bloco da sua ligação com o computador.

Figura 1 – Mouse Auxiliar

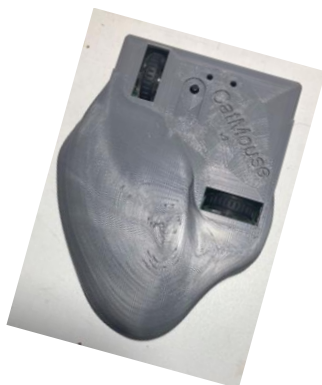


Fonte: (Els, 2009)

Desde a sua concepção em 2009 diversos protótipos foram desenvolvidos e testados em ambiente de laboratório, configurando um nível de maturidade tecnológico 4 (TRL-4). Em 2012 um protótipo funcional foi demonstrado pela primeira vez em um evento promovido pelo Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília (CDT-UnB). Este protótipo tinha todas as funcionalidades implementadas e a sua demonstração de funcionamento em ambiente operacional corresponde ao nível de maturidade (TRL-6). Apesar da boa aceitação da proposta na época, não houve a inserção do produto no mercado. Avaliou-se que precisava se melhorar o design do produto e aprimorar seu processo de fabricação para ter ganho de escala e assim viabilizar sua comercialização. Na época não houve uma ação mais organizada de avançar na maturidade tecnológica do produto e esforços para viabilizar a sua inserção no mercado, pois esbarravam nos altos custos de produção e na falta de uma estrutura na UnB de desenvolvimento e fabricação de protótipos.

O desenvolvimento de um novo protótipo foi retomado este ano com apoio do Laboratório Aberto de Brasília (LAB) na Faculdade de Tecnologia da UnB que tem uma infraestrutura de prototipagem rápida com equipamentos de manufatura aditiva e laboratório de fabricação de placas de circuito impresso. Um novo protótipo com um design ergonômico, incorporando várias inovações para tornar o produto mais atrativo para o usuário final está sendo validado em ambiente operacional representando um nível de maturidade tecnológico TRL-7. Além disso, também foi iniciada a elaboração de uma marca e identidade visual do produto para apresentar o produto ao mercado.

Figura 2 – Protótipo do Mouse Auxiliar



Fonte: autores, 2024

Figura 3 – Uso do Mouse Auxiliar



Fonte: autores, 2024

A tabela 1 apresenta as funcionalidades das rodas e teclas do dispositivo.

Tabela 1 – Funcionalidade das teclas

Teclas	Funcionalidades
Rolagem horizontal	Emula seta para esquerda e para direita
Rolagem vertical	Emula seta para baixa e para cima
Botão vertical	Emula tecla <Shift> e <Control><C>
Botão horizontal	Emula tecla <Control>
Botão de comando	Emula a tecla <Control><V>

Fonte: autores, 2024

As funcionalidades dos botões horizontal e vertical podem ser reprogramadas para atender a necessidade do usuário. A funcionalidade depende do programa de computador e as sequências do *short cut keys* ou *hot keys* que o programa tem implementado.

O mouse auxiliar é especialmente indicado para profissionais que trabalham com desenho gráfico, edição ou editoração de textos, programação visual, análise de dados. Estes profissionais costumam passar horas trabalhando manipulando teclado e mouse no computador, seja um computador desktop ou notebook. Alguns exemplos de usos são:

- Programas de edição de textos (Word, Open office, VSCode, etc): nestes softwares o uso das setas para rolagem de página, navegação do texto e seleção de trechos de texto, pode ser realizado de forma direta e transparente com o mouse auxiliar. Pode se também customizar algumas ações frequentes, como por exemplo "copia e cola" nos botões.
- Programas de edição de planilhas (Excell, etc): nestes softwares a navegação nas células é altamente facilitada pelas setas de scroll horizontal e vertical do mouse auxiliar, assim como as ações de seleção de células.
- Programas de *computer-aided design* CAD (AutoCad, FreeCad, KiCad, Catia etc.): além de facilitar a navegação nos menus e telas dos programas, estes programas têm a opção de customização de *hotkeys* ou teclas de atalho que podem ser configurados para serem executados pelo mouse auxiliar.
- Programas de desenho 2D e 3D (Photoshop, Blender etc): As operações de manipulação de objetos ou telas ficam muito facilitadas pelas setas de *scroll* vertical e horizontal, inclusive operações de movimentação dos objetos nestes programas em 3D. Da mesma forma as teclas de atalho podem ser customizadas para o mouse auxiliar.

Essa lista de programas não é exaustiva e cada programa tem seu próprio conjunto de teclas de atalhos. Uma metodologia para avaliar quais as teclas e ações do mouse mais usadas nestes programas e o quanto o mouse auxiliar possa reduzir a carga de trabalho da mão direita é apresentada na próxima seção.

3. Materiais e Métodos

Há diversos métodos para realizar o levantamento do uso do teclado. O uso de sensores de atividade muscular, eletrogoniometria ou sensores de movimento são muito usados para medir a atividade física da pessoa (Gonçalves et al. 2021), (Houwink et al. 2009). Este tipo de pesquisa que envolve monitoramento de humanos requer registro e autorização da pesquisa nas comissões de ética.

Nesse primeiro momento da pesquisa e desenvolvimento do mouse-auxiliar, não se usou métodos de monitoramento direta da atividade física em voluntários. Em vez disso, registrou-se a sequência de digitação de teclas e ações de movimentação do mouse. Isso pode ser realizado por meio da captura das ações do teclado e mouse por meio de programas especiais de computador. Um programa de teste é escolhido dentro das categorias de editoração, planilha, CAD e desenho.

Essa metodologia para teste de produto é útil para definir a eficácia do dispositivo comparado a um outro de função similar (teclado/mouse convencional). Nesse caso, uma tarefa específica, muito usada nestes programas é determinada e em seguida, todas as ações do teclado e mouse para realizar essas tarefas são interceptadas e gravadas num arquivo de registro. Essa tarefa é realizada várias vezes para avaliar o quanto o operador conseguiu treinar. Essa fase é importante para que não tenham discrepâncias de tempo entre os tempos de uso dos dois dispositivos comparados.

O mouse auxiliar é instalado e o mesmo procedimento é repetido registrando as ações do mouse, teclado e mouse auxiliar.

Há diversos programas especiais para realizar a captura dos dados. A biblioteca *JNativeHook* para linguagem de programação Java, permite a criação de programas que capturam as ações do teclado e mouse (<https://github.com/kwhat/jnativehook>), (<https://www.devmedia.com.br/monitorando-teclado-em-java-com-jnativehook/29408#>).

A Figura 4 mostra a planilha de cálculo usada como programa teste. A tarefa específica neste programa teste é organizar a planilha deslocando as células com os valores a, b, c e d para os seus respectivos áreas na planilha. No processo de movimentação (copia e cola) pode-se usar a área de transbordo no meio da planilha.

Figura 4 – Programa teste para registrar e comparar as ações do mouse e mouse auxiliar

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Ensaio para comparar a habilidade de uso do catmouse - coloca os campos no seu respectivo lugar e uso o bloco central como transbordo							
2	b						c	
3	a	a					b	b
4	a	a					b	b
5								
6								
7								
8								
9	a						d	
10	d	d					c	c
11	d	d					c	c
12								

Fonte: autores, 2024

As ações da digitação do teclado, movimentação e uso do mouse e do mouse auxiliar são registradas em tempo real e gravadas em um arquivo. Os resultados da análise dos dados são apresentados a seguir.

4. Resultados

A Figuras 5 mostra o registro da movimentação do mouse e ações do teclado do ensaio realizada com o mouse e teclado convencional. O ensaio demorou em torno de 25 segundos e pode-se notar a movimentação do mouse durante todo o tempo do ensaio com eventualmente uma ação do teclado. As ações do teclado são os comandos do copiar, colar e marcação das áreas a serem copiadas. A Figura 6 mostra a mesma tarefa utilizada com o mouse auxiliar. Percebe-se a movimentação do mouse no início e no final da Figura 6, mas que as operações realizadas são executadas pelos comandos do teclado.

Figura 5 – Registros de movimentação do mouse e as teclas do ensaio realizado com o mouse e teclado

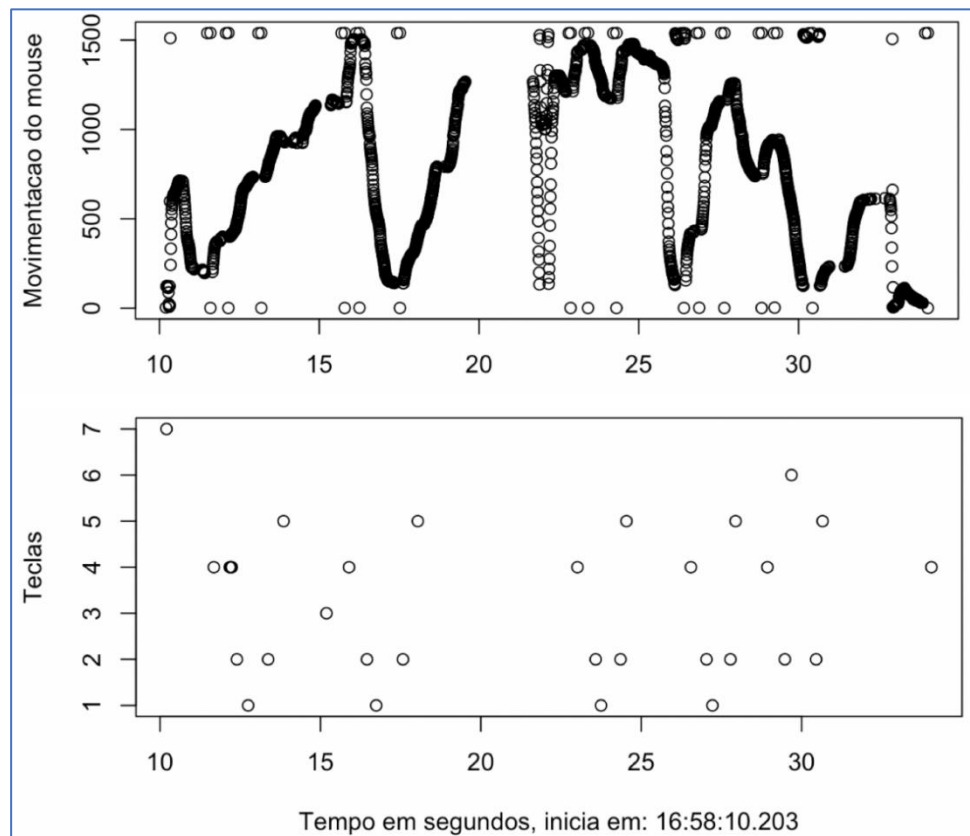
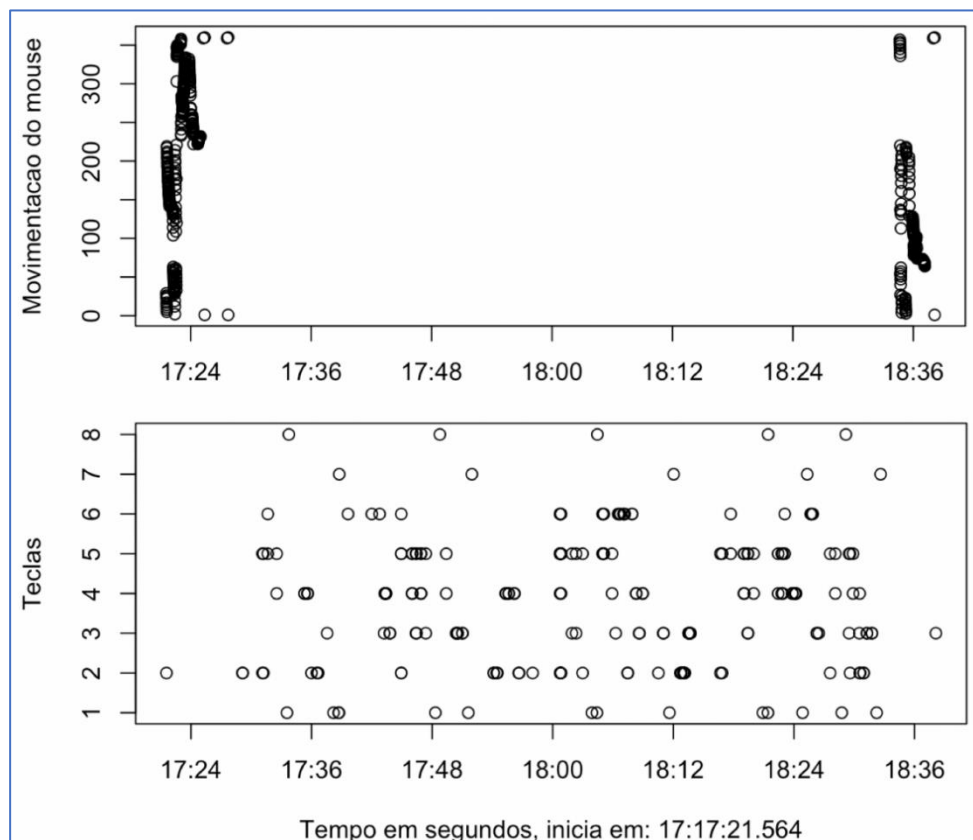


Figura 6 – Registros de movimentação do mouse e as teclas do ensaio realizado com o mouse auxiliar



Os números de 1 a 8 das teclas no eixo vertical da figura 6 correspondem às teclas shift, control, C, V e as setas direita esquerda cima e baixo.

5. Conclusões

O método usado permitiu visualizar as ações realizadas pelo mouse com a mão direita e as ações realizadas pela mão esquerda com o mouse auxiliar. Os dados preliminares mostram que é possível quantificar a assimetria do uso dos membros superiores. Os resultados indicam que o mouse auxiliar pode reduzir a carga de trabalho da mão dominante e melhorar a ergonomia para profissionais que usam intensivamente teclado e mouse.

Referências bibliográficas

- Els, Rudi Henri van. 2009. “Mouse Auxiliar Para Permitir a Distribuição de Carga de Trabalho Na Interação Com Um Computador Pessoal Para as Duas Mãos.” INPI.
- Gonçalves, Josiane Sotrate, Cristiane Shinohara Moriguchi, Karina Satiko Takekawa, and Tatiana de Oliveira Sato. 2021. “Avaliação Da Assimetria Dos Membros Superiores Durante a Atividade de Digitação Em Computadores Desktop e Notebook.” *Revista Ação Ergonômica* 15:e202110.
- Houwink, Annemieke, Karen M. Oude Hengel, Dan Odell, and Jack T. Dennerlein. 2009. “Providing Training Enhances the Biomechanical Improvements of an Alternative Computer Mouse Design.” *Human Factors* 51(1):46–55.
- Lee, David L., Jacob Fleisher, Hugh E. McLoone, Kentaro Kotani, and Jack T. Dennerlein. 2007. “Alternative Computer Mouse Design and Testing to Reduce Finger Extensor Muscle Activity during Mouse Use.” *Human Factors* 49(4):573–84.
- McLoone, Hugh E., Melissa Jacobson, Peter Clark, Ryan Opina, Chau Hegg, and Peter Johnson. 2009. “Design and Evaluation of a Curved Computer Keyboard.” *Ergonomics* 52(12):1529–39.
- Rempel, David. 2008. “The Split Keyboard: An Ergonomics Success Story.” *Human Factors* 50(3):385–92.