

PERCEPÇÃO DE USABILIDADE DE JOYSTICKS PARA EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS CABINADOS AUTOMOTRIZES: UM ESTUDO DO DESIGN ERGONÔMICO

USABILITY PERCEPTION OF JOYSTICKS FOR SELF-PROPELLED FARMING EQUIPMENT WITH CABIN: A STUDY OF ERGONOMIC DESIGN

*Gustavo Martins Petito*¹

*Luis Carlos Paschoarelli*²

*Caio Cesar Marchizelli*³

*Sergio Tosi Rodrigues*⁴

Resumo

Uma das principais interfaces de interação de uso em equipamentos agrícolas cabinados e automotrizes é o joystick, cujo propósito envolve a execução de operações funcionais. Seus designs variam de acordo com o equipamento e podem influenciar na interação de uso. O presente estudo objetivou avaliar a influência do design desses joysticks na percepção de usabilidade. Os procedimentos metodológicos exploratórios envolveram uma avaliação de atividade simulada com protocolos de percepção. Os resultados apontam que o design dos joysticks tem forte influência na percepção de usabilidade e que os protocolos empregados podem auxiliar nos estudos sobre o Design Ergonômico destas interfaces.

Palavras-chave: Joystick; Equipamento Agrícola; Percepção de Conforto; Usabilidade.

Abstract

The joystick is one of the main interaction interfaces for use in farming equipment and self-propelled vehicles, whose purpose involves the execution of functional operations. Their designs vary according to the equipment and can influence the use interaction. The present study aimed to evaluate the influence of the design of these joysticks on usability perception. The exploratory methodological procedures involved a simulated activity evaluation with perception protocols. The results indicate that the design of the joysticks has a strong influence on the perception of usability and that the protocols employed can assist in studies on the Ergonomic Design of these interfaces.

Key-words: Joystick; Farming Equipment; Perceived comfort; Usability.

¹ gustavo_petito@hotmail.com

² luis.paschoarelli@unesp.br

³ caio.marchizelli@unesp.br

⁴ sergio.tosi@unesp.br

1 INTRODUÇÃO

O setor agrícola brasileiro ainda é uma das principais bases econômicas do país e sua evolução está refletida não apenas no elevado volume de *commodities* exportados, mas também no aperfeiçoamento da eficiência de equipamentos e maquinários. Tal aperfeiçoamento está associado a contínuos progressos técnicos e tecnológicos, relativos à implementação de inovações radicais e incrementais, o que representa forte competitividade comercial (VIAN *et al.*, 2013). Há também um processo estratégico de elevada industrialização nos setores de máquinas e equipamentos agrícolas (ALMEIDA, 2020), o que influencia positivamente a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) nesta área.

Parece haver consenso de que esta evolução tecnológica reflete em maiores índices de produtividade geral dos produtos agrícolas e conseqüente economia do setor. Por outro lado, apesar de ser notório o investimento no desenvolvimento de equipamentos cabinados automotrizes, principalmente em países com forte potencial agrícola, isto ainda ocorre de modo pontual no Brasil, cujos fatores legais e culturais limitam este avanço (DEBIASI *et al.*, 2004). Referente aos fatores legais, sabe-se que a legislação brasileira tem evoluído gradativamente no que tange à segurança do trabalho neste setor. Entretanto, ainda existe muito a agregar buscando um equilíbrio entre qualidade de vida e lucratividade (FERNANDES, 2018). Apesar disso, é importante destacar que as mudanças culturais ampliaram a preocupação com os conceitos de proteção e bem-estar neste setor, aumentando a procura por equipamentos agrícolas mais seguros e confortáveis. Destaca-se também que melhores condições de trabalho favorecem o bom desempenho das atividades dos trabalhadores, visto que isto refletirá diretamente na produtividade dos mesmos e, conseqüentemente, na lucratividade do sistema (PRATES, 2007).

As condições ergonômicas destas atividades apresentam novas demandas (REIS *et al.*, 2019), especialmente naqueles casos em que operadores de equipamentos cabinados automotrizes necessitam realizar atividades cuja demanda cognitiva é cada vez maior; e cuja percepção de conforto se tornou um elemento que impacta nessas atividades (BECKER e KAZMIERCZAK, 2020). Entre profissionais de saúde e segurança, epidemiologistas, engenheiros, cientistas sociais, ergonomistas e designers, é encorajador o interesse e o comprometimento com a redução de doenças musculoesqueléticas e outros problemas de saúde entre os trabalhadores do setor agrícola. No caso de equipamentos cabinados automotrizes, muitos fatores podem influenciar as condições ergonômicas das atividades ocupacionais, dentre as quais se destacam o acionamento, operação ou manipulação de *joysticks*. Ainda não existem estudos que tratam particularmente desta interface e sobre como os diferentes designs interferem na atividade ocupacional. Alguns estudos que tratam das condições de interação com *joysticks* (MÁRQUEZ, 1990; DELGADO, 1991; ROZIN, 2004; CORRÊA, 2010) mostram a importância de se analisar a qualidade ergonômica deste dispositivo; entretanto, não avaliam o quanto o design pode influenciar isto. Diante deste contexto, o presente estudo objetivou verificar a influência do design de *joysticks* aplicados em equipamentos cabinados automotrizes, a partir da percepção de usabilidade desta interface. Assim, será possível verificar a hipótese de que a avaliação da percepção de usabilidade é um procedimento metodológico adequado para se compreender a interação humano x tecnologia em interfaces como os *joysticks*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Características do estudo e cuidados éticos

Os procedimentos metodológicos adotados no presente estudo foram fundamentados em raciocínio indutivo e exploratório, com caráter transversal e experimental, realizado na sala de experimentos do Laboratório de Ergonomia e Interfaces da UNESP - Universidade Estadual Paulista (Bauru-SP). As atividades experimentais demandaram cuidados éticos e, neste sentido, aplicou-se um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), de maneira a atender parcialmente a resolução CNS-MS 510/2016 (CONEP-CNS-MS, 2016). Todas as informações coletadas foram tratadas de forma anônima, confidencial e global; e em nenhum momento foi divulgada qualquer informação que pudesse identificar os participantes. A recolha de imagens (fotográficas e vídeo) e áudios foram utilizadas exclusivamente para o presente estudo e todas as informações que possam contribuir para a identificação dos participantes foram preservadas.

2.2 Amostragem

Participaram 21 indivíduos adultos, entre 20 e 30 anos, selecionados por conveniência e tendo como critério de exclusão o envolvimento com atividade agrícola. Isto foi necessário, visando eliminar o vício de uso ou indução por força de marca dos equipamentos cabinados automotrizes, os quais apresentam diferentes desenhos de *joysticks* e, portanto, diferentes condições observacionais. Como critério de inclusão, considerou-se que todos os participantes manifestassem possuir plena capacidade cognitiva e física (neste último caso, especialmente com relação à extremidade do membro superior direito, visto ser este o que realiza o acionamento com o *joystick*, em condição real).

2.3 Instrumentos de Estudo

Para o presente estudo foram aplicados os seguintes instrumentos:

- **Smartphones**, utilizados para registro de vídeo e áudio;
- **Adobe Premiere**, utilizado para análise dos vídeos e áudio;
- **Aplicativo Apple Medida**, utilizado para conferir as dimensões do posto de atividade simulada e relacionar com as dimensões dos equipamentos cabinados automotrizes;
- **Posto de Atividade Simulada**, utilizado para que o participante tivesse a sensação mais real possível do posto de atividade, especialmente em relação às dimensões da mesma (relacionadas com o Aplicativo Apple Medida);
- **Protocolo DS (Diferencial Semântico)**, baseado nos estudos de Osgood et al. (1957), com emprego de nove (09) pares de adjetivos opostos; em uma escala com sete (07) âncoras. De acordo com Tullis e Albert (2008), este protocolo é um dos mais eficientes de coletar dados subjetivos (de percepção) por meio de escala de classificação.
- **Protocolo de Percepção de Adequação/Inadequação**, então baseado nos Protocolos SUS (Tullis e Albert, 2008), considerando as condições de “inadequada” e “ade-

quada”, em uma escala de sete (07) âncoras, para quatro (04) fatores relacionados à percepção de usabilidade: “click” (eficácia); “pega” e “esforço” (eficiência); e “estética” (satisfação);

•Softwares **Canva** e **Excel**, empregados na análise dos dados.

2.4 Objetos de Estudo

Para o presente estudo foi realizada uma revisão das alternativas de *joystick* encontradas no mercado, visando identificar as opções mais comuns e com maior variabilidade quanto ao design. Esta etapa foi desenvolvida a partir de visitas em campo e feiras agrícolas. Foram definidos quatro designs de *joysticks*, sendo dois encontradas em equipamentos da marca líder de venda no Brasil; um encontrado em equipamentos conhecido entre os agricultores por ter as soluções mais tecnológicas e com maior valor agregado; e um design (de *joystick*) que é popularizado por compartilhar a solução com algumas marcas do segmento agrícola. Os quatro designs de *joysticks* foram elencados de A a D aleatoriamente (Figura 1).

Figura 1: Objetos de estudo: A e B, C e D.

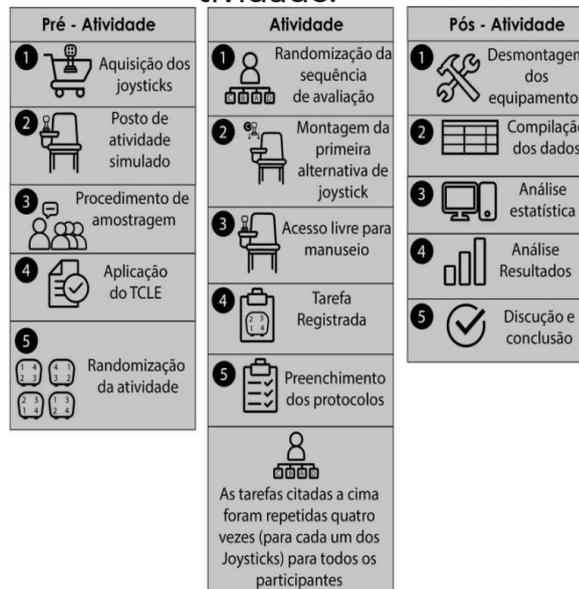


Fonte: Os autores.

2.5 Procedimentos

Os procedimentos se caracterizaram pela simulação de uso dos *joysticks*, e foram divididos em três etapas: pré-atividade, atividade e pós-atividade (Figura 2).

Figura 2: Etapas dos Procedimentos Metodológicos: Pré-Atividade, Atividade e Pós-Atividade.



Fonte: Os autores.

Pré-Atividade: Nesta etapa foram adquiridos os quatro diferentes *joysticks*. A fim de replicar as dimensões encontradas nos equipamentos cabinados automotrizes, e evitar que a postura indevida do usuário interferisse na avaliação dos *joysticks*, foi criado um Posto de Atividade Simulada (Figura 03), dispendo uma cadeira com apoio de braço ajustado, a qual replica o posicionamento do *joystick*, bem como a área de apoio da extremidade do membro superior e interfaces do assento (os quais foram preservados). Ainda, neste Posto de Atividade Simulada, foi empregado um sistema de engate rápido, para que os quatro *joysticks* pudessem ser trocados de maneira dinâmica, e o tempo desta troca não influenciasse na avaliação do usuário. Esse sistema era composto por 3 pinos metálicos de fixação que faziam interação entre o apoio de braço confeccionado em madeira e a estrutura metálica furada (Figura 3).

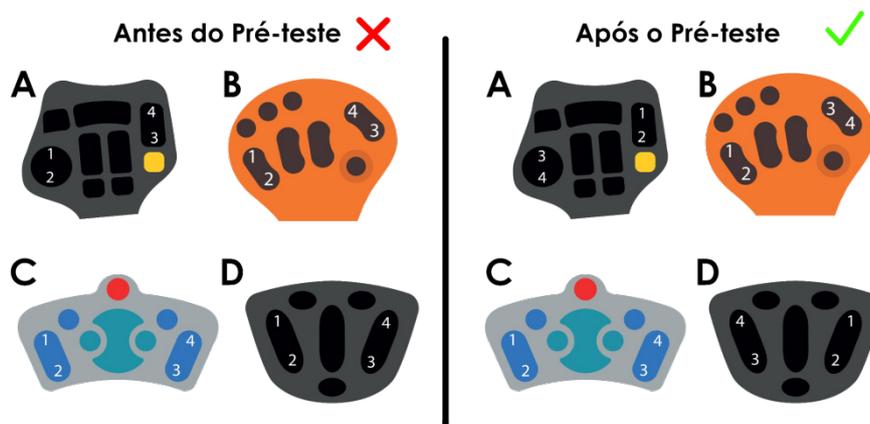
Figura 3: Posto de Atividade Simulada. Observa-se que as dimensões dos Equipamentos Cabinados Automotrizes (representado nas imagens) foi preservado (mantido).



Fonte: Os autores.

Após a confecção do Posto de Atividade Simulada, foi aplicado um pré-teste para verificar falhas ou possíveis pontos de melhoria na estrutura. A diferença de tempo entre a primeira alternativa avaliada e as demais, durante a fase de pré-teste, foi expressiva, isso porque, ao sequenciar os botões pelo modo de leitura ocidental, da esquerda para direita e de cima para baixo, de maneira igual em todas as alternativas estudadas, tornava as atividades subsequentes previsíveis. Neste sentido, os participantes demoraram um tempo maior para executar a atividade com a primeira alternativa e, ao se acostumar com a sequência e entender que as demais seguiam a mesma lógica, a atividade tornava-se mais rápida, o que representava um viés metodológico, especialmente em relação à análise de eficiência de cada alternativa. Neste sentido a sequência de acionamento dos botões dos *joysticks* foi randomizada, mantendo a lógica de não cruzar o caminho do polegar e padronizando o acionamento pelos botões “garras” presentes nas extremidades de cada alternativa (Figura 4).

Figura 4: Ordem de acionamentos antes e depois do pré-teste.



Fonte: Os autores.

Atividade: Entendendo que todos os participantes analisariam os quatro *joysticks*, optou-se por randomizar por sorteio a sequência deles para cada participante, eliminando também este viés metodológico. Após o sorteio da sequência a primeira alternativa selecionada era montada no Posto de Atividade Simulado e o participante era orientado a interagir com o *joystick* durante 50 segundos da maneira que ele achasse melhor. Em seguida, o participante era instruído a levar a palma da mão até o apoio do braço; ele era informado, então, que seria fornecida uma imagem com quatro comandos numerados de '1' a '4'; e que deveria seguir esta sequência (do menor para o maior) para o acionamento dos botões. Ao finalizar esta tarefa, o participante deveria retornar a palma da mão ao apoio de braço. A imagem com os comandos era fornecida ao usuário e assim que ele retirasse a mão do apoio de braço para iniciar a atividade, o cronômetro era acionado, e a atividade só se dava como finalizada quando o usuário retornava com a mão para o apoio de braço (Figura 5).

Na sequência, o participante preenchia o Protocolo DS e o Protocolo de Percepção de Adequação/Inadequação. Neste intervalo, os *joysticks* eram trocados, permitindo que a dinâmica da abordagem fosse repetida para cada um deles. Toda a abordagem durava em média, dez (10) minutos por participante.

Figura 5 - Sequenciamento da tarefa completa.



Fonte: Os autores.

Pós-Atividade: Essa fase caracterizou-se pela organização de todo o material coletado e análise dos dados em busca de uma conclusão.

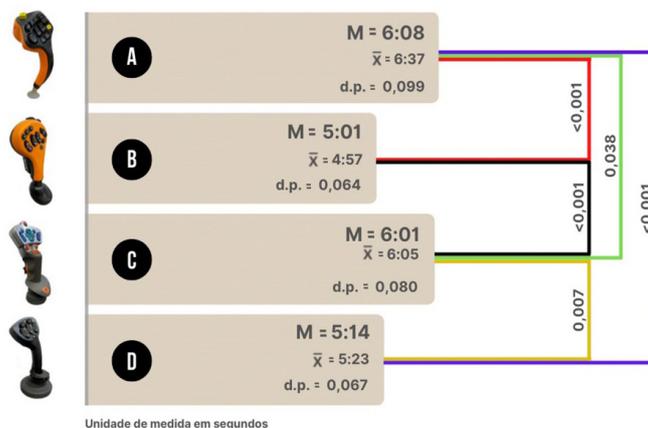
2.6 Análise Estatística

Todos os dados coletados foram transcritos para uma planilha Excel, sendo que a análise estatística foi desenvolvida por meio do software JASP (VERSÃO 0.16.2.0). Foram obtidos a mediana, média e desvio padrão de cada uma das quatro alternativas de *joystick*, para o tempo; e para cada um dos pares de adjetivos presentes no protocolo de Diferencial Semântico e para cada uma das questões (“pega”, “esforço”, “estética” e “sensação de click”) do Protocolo de Percepção de Adequação/Inadequação. Inicialmente foi verificado o pressuposto de normalidade das amostras e, somente no caso do par de adjetivo “Comum - Inovador”, o resultado do teste de *Shapiro-Wilk* ($p > 0,05$) apontou a aplicação do teste paramétrico “*Teste-t*” ($p \leq 0,05$). Para todas as demais interações, o pressuposto de normalidade não foi atendido (*Shapiro-Wilk* = $p \leq 0,05$) e, neste sentido, foi aplicado o teste não paramétrico de *Wilcoxon* ($p \leq 0,05$).

3 RESULTADOS

Os resultados do presente estudo estão relacionados a um critério quantitativo (tempo) e dois critérios (e seus subcritérios) qualitativos. De ponto de vista quantitativo, foram obtidos resultados quando ao tempo médio (e desvio-padrão) de execução da atividade (Figura 6), para cada um dos *joysticks*. Nota-se que os melhores desempenhos (menor tempo para realização da tarefa) ocorreram com o *joystick* B ($M = 5:01$, = 4,57, d.p. 0,064 segundos); e D ($M = 5:14$, = 5,23, d.p. 0,067 segundos), não tendo ocorrido diferença significativa ($p > 0,05$) entre eles.

Figura 6: Tempo (em segundos) de execução da tarefa, em Mediana (M), Média (\bar{x}) e Desvio-padrão (d.p.), para os quatro diferentes joysticks; e valores de “p” para as interações de comparação das medianas, onde ocorreram significância ($p \leq 0.05$).



Fonte: Os autores.

Já do ponto de vista qualitativo, foram obtidos resultados quanto ao nível de percepção de usabilidade (eficácia - “click”; eficiência - pega e esforço; e satisfação - estética), a partir da Escala Likert (Figura 7), cuja concordância à cada um dos critérios era de “Adequação” e “Inadequação”. Nota-se que o joystick B foi o melhor avaliado quanto à Eficácia; e similar ao joystick D, nos critérios de Eficiência (Pega e Esforço) e Satisfação (Estética).

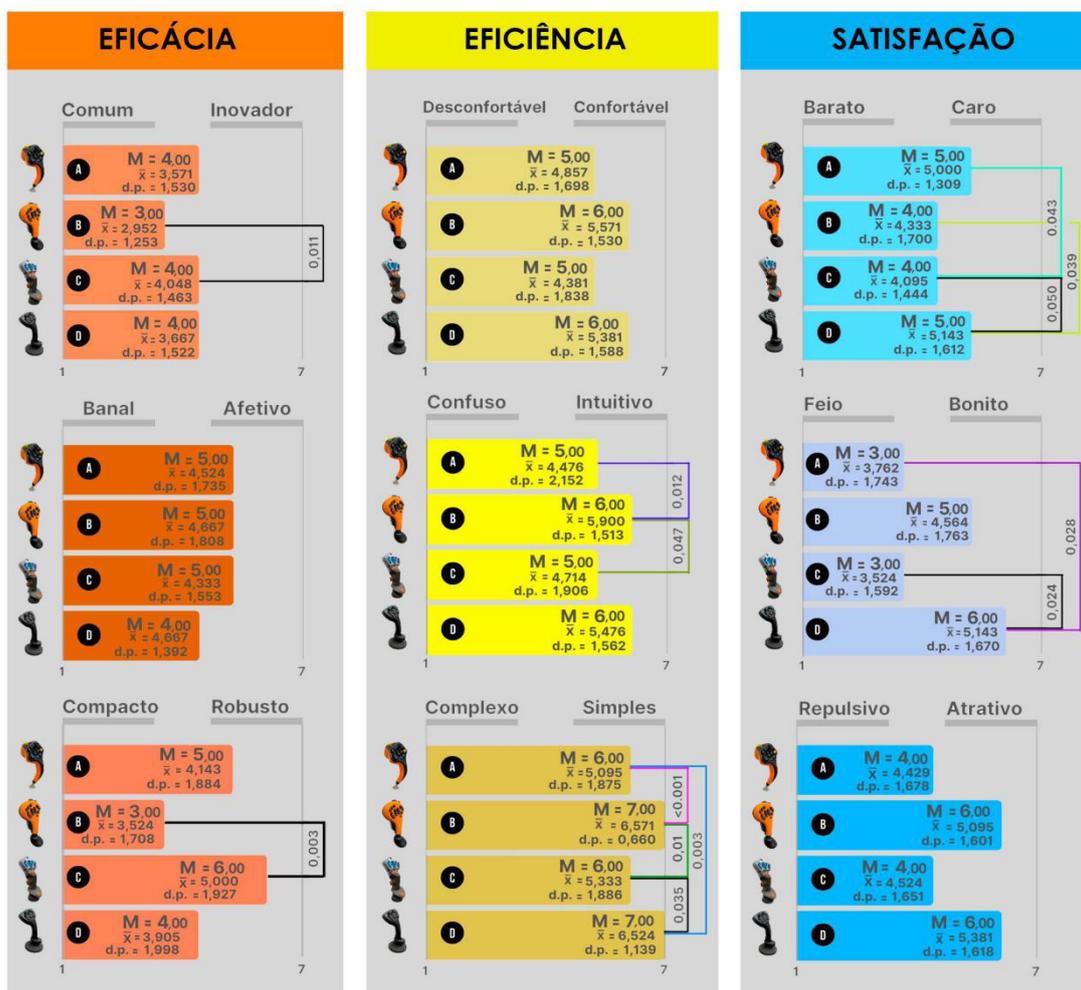
Figura 7: Resultados da Percepção de Usabilidade pela escala de Adequação/Inadequação, para métricas Eficácia (“click”); Eficiência (“pega” e “esforço”); e Satisfação (“estética”), em valores de Mediana (M), Média (\bar{x}) e Desvio-padrão (d.p.), para os quatro diferentes joysticks; e valores de “p” para as interações de comparação das medianas, onde ocorreram significância ($p \leq 0.05$).



Fonte: Os autores.

Outros resultados de critério qualitativo foram quanto ao nível de percepção de usabilidade com o Protocolo de Diferencial Semântico (Figura 8), o qual considerou as métricas Eficácia (“Comum - Inovador” / “Banal - Afetivo” / “Compacto - Robusto”); Eficiência (“Desconfortável - Confortável” / “Confuso - Intuitivo” / “Complexo - Simples”); e Satisfação (“Barato - Caro” / “Feio - Bonito” / “Repulsivo - Atraativo”).

Figura 8: Resultados da Percepção de Usabilidade pela escala de Diferencial Semântico, para as métricas Eficácia (“Comum - Inovador” / “Banal - Afetivo” / “Compacto - Robusto”); Eficiência (“Desconfortável - Confortável” / “Confuso - Intuitivo” / “Complexo - Simples”); e Satisfação (“Barato - Caro” / “Feio - Bonito” / “Repulsivo - Atraativo”), em valores de Mediana (M), Média (\bar{x}) e Desvio-padrão (d.p.), para os quatro diferentes joysticks; e valores de “p” para as interações de comparação das medianas, onde ocorreram significância ($p \leq 0.05$).



Fonte: Os autores.

Como síntese dos resultados, optou-se por classificar os joysticks (do primeiro ao quarto lugar), em relação às Qualidades (adjetivos) avaliados e respectivas métricas de usabilidade (Figura 9). Nota-se que o joystick “D” foi o mais bem avaliado, especial-

mente nas métricas de satisfação e eficiência. Os *joysticks* “A” e “C” não ocuparam o primeiro lugar em nenhuma das qualidades.

Figura 9 - Classificação (1º, 2º, 3º e 4º lugar) dos *joysticks* para cada uma das métricas da usabilidade e respectivas qualidades. E incidência (frequência) em cada uma das classificações.

Métricas da Usabilidade	Qualidades	1º	2º	3º	4º
Eficácia	Mais Afetivo	B	A	C	D
	Mais Robusto	C	A	D	B
	Mais Inovador	C	D	A	B
	Click Adequado	B	D	A	C
Eficiência	Mais Simples	D	B	C	A
	Mais Confortável	D	B	A	C
	Mais Intuitivo	D	B	C	A
	Mais Rápido	B	D	C	A
	Pega Adequada	B	D	A	C
	Menor Esforço	D	B	C	A
Satisfação	Mais Bonito	D	B	A	C
	Mais Atrativo	D	B	C	D
	Mais Caro	D	A	B	C
	Melhor Estética	D	B	A	C
INCIDÊNCIA EM CADA CLASSIFICAÇÃO		D (08)	B (07)	A (06)	C (06)

Fonte: Os autores.

4 DISCUSSÃO

Apesar da franca evolução tecnológica observada em equipamentos cabinados automotrizes, ainda existem sistemas e interfaces que necessitam ser estudadas, especialmente considerando a usabilidade dos *joysticks*. É certo que estes equipamentos foram sendo aperfeiçoados com base na opinião de especialistas e personas aplicados no Desenvolvimento de Projeto de Produto, mas pouco foi descrito sobre quais métricas devem ser utilizadas para avaliá-los; e se as métricas baseadas em princípios de usabilidade são sensíveis aos diferentes desenhos de *joysticks*. No presente estudo, pode-se verificar que os resultados para as distintas métricas de usabilidade indicam positivamente para a hipótese de que a usabilidade é um procedimento metodológico adequado e sensível para se avaliar diferentes interfaces, como por exemplo, os *joysticks* avaliados. Isto se explica a seguir para cada uma das métricas analisadas.

Inicialmente, considerando os tempos (em segundos) utilizados pelos participantes para executar a atividade (Figura 6), nota-se que os *joysticks* B e C, cujas características apresentam-se com quantidade reduzida de botões de acionamento e pouca variação da forma dos *joysticks*, apresentaram um melhor desempenho, quando comparados aos *joysticks* A e C, indicando que talvez a simplicidade torne mais clara a identificação dos comandos da tarefa e, por consequência, torna a atividade mais ágil

e eficiente. De acordo com Fernandes (2018), o qual analisa a obra de John Maeda sobre a simplicidade dos produtos, existem várias maneiras de se projetar uma interface que seja simples e usual. Neste caso, aponta a necessidade de organização das operações, sendo que o essencial é exposto de maneira clara e objetiva, facilidade de uso e processo (atividade) mais rápido e dinâmico. Isto é explicado por *Techware* (2017), uma vez que nada se torna simples sem antes ter sido complexo, definindo a simplicidade como o último grau de sofisticação. Afirma ainda que produtos com a usabilidade simplificada, que têm interfaces intuitivas o suficiente para que os usuários requeiram níveis mínimos de treinamento, são também produtos práticos e tornam as tarefas mais rápidas e eficientes. É importante destacar ainda, que o “tempo” é uma qualidade da “Eficiência”, mas foi analisado de modo isolado, visto que não dependeu da opinião dos participantes, mas sim de seu processamento cognitivo e agilidade biomecânica para realização da atividade.

Dos resultados obtidos com a Percepção de Usabilidade pela escala de Adequação/Inadequação (Figura 8), pode-se observar que na métrica “Eficácia” (Figura 07 - coluna à esquerda), o “Click” dos *joysticks* A, C e D tiveram resultados muito semelhantes, destacando o *joystick* B, cuja eficácia foi significativamente maior ($p \leq 0.05$) se comparado aos demais. Esse resultado pode ser atribuído a um maior equilíbrio dos botões (entre muito flexíveis e muito rígidos); e o *joystick* B destaca-se por ter um acionamento mais equilibrado. Com referência à métrica “Eficiência” (Figura 7 - coluna central), a qualidade da “Pega” demonstra que o *joystick* C foi o mais mal avaliado, com diferença significativa em relação aos demais ($p \leq 0.05$). Este desempenho negativo pode ser atribuído ao fato de que esta opção apresenta uma geometria menos orgânica e, principalmente na região de pega, é possível observar arestas e quinas acentuadas, o que prejudica a distribuição de pressão na palma da mão. De acordo com os estudos de Paschoarelli e Gil Coury (2000) e Lo e Ko (2017), as condições fundamentais da ação da mão incluem coordenação e estabilidade, e uma preensão não homogênea é o principal fator que causa distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho. Neste sentido, os autores recomendam que a região de pega de um *joystick* deve ser projetada com uma área mais ampla de contato, para que a pressão de contato entre a mão e a interface possa ser mais bem distribuída. Ainda dentro desta métrica, a qualidade “Esforço” (Figura 7 - coluna central), os resultados apontam que os *joysticks* A e C apresentam pior desempenho. Provavelmente, isto se deve ao fato de que estes *joysticks* apresentam uma maior distância entre os botões de acionamento, tornado a movimentação dos dedos mais custosa. Além disso, essas são as alternativas com maior número de acionamentos, o que pode ter contribuído para dificultar a compreensão da tarefa, o que é corroborado por Correa *et al.* (2010), os quais constataram a importância do correto dimensionamento dos dispositivos manuais; a posição em que eles estão organizados e a facilidade e a qualidade das informações apresentadas, para minimizar a sobrecarga do trabalhador. Por fim, com referência à métrica “Satisfação” (Figura 7 - coluna à direita), particularmente a qualidade “Estética”, o *joystick* C apresentou pior avaliação, com resultado significativo, se comparado a todos os demais ($p \leq 0.05$), sendo provavelmente um reflexo das formas excessivamente geométricas e da redução da suavidade nas transições dos elementos. Além disto, este *joystick* se destaca pela variabilidade de emprego de cores, as quais não parecem estar associadas às funcionalidades da interface. De acordo com Chinem e Flório (2006), a forma possui linguagem própria capaz de causar efeitos e sensações nos indivíduos, e permeiam as decisões

quanto à estética, à funcionalidade e à percepção de um produto. Isto ajuda a justificar porque o *joystick* C foi mais mal avaliado.

Dos resultados obtidos com a Percepção de Usabilidade pela escala de Diferencial Semântico (Figura 8), pode-se observar que na métrica “Eficácia” (coluna à esquerda), na qualidade “Inovação” (“comum-inovador”), os *joysticks* A, C e D apresentam resultados próximos (mesma mediana mas médias distintas), destacando o *joystick* B com o pior resultado. O desenho deste *joystick* caracteriza-se por ser mais simples, com pouca variação de materiais, o que pode ter influenciado este resultado. Já em relação à qualidade “Afetivo” (“banal-afetivo”), não houve diferenças significativas ($p > 0.05$) entre os *joysticks*. Provavelmente, este par de adjetivos pode ter causado dificuldades de compreensão pelos participantes e deveriam ser mais bem planejados em estudos futuros. Já em relação a qualidade da robustez (“compacto-robusto”) dos *joysticks*, é possível observar uma expressiva variabilidade entre os *joysticks* B e C, sendo o B avaliado como mais compacto e o C como mais robusto. Possivelmente esta variabilidade está relacionada a diferença geométrica, ou seja, o *joystick* B possui uma geometria mais orgânica e fluida, com dimensões menores, principalmente em relação a pega. Já o *joystick* C apresenta formas mais geométricas, bem como uma volumetria maior por conta da carenagem que desce até a base do equipamento.

Em relação à métrica “Eficiência” (Figura 8 - coluna central), nota-se nas três qualidades avaliadas “Confortável”, “Intuitivo” e “Simples”), uma expressiva similaridade entre os pares de modelos B e D, possuindo uma melhor avaliação que os modelos A e C. Destaca-se também que em todas situações (qualidades avaliadas), os resultados são em sua maioria considerados “positivos”, com destaque para a qualidade “Simples”, na qual todos os *joysticks* foram avaliados com média superior a 5,00 (cinco) e mediana igual ou maior que 6,00 (seis). Particularmente com relação à qualidade “Confortável”, os *joysticks* B e D apresentaram um melhor resultado, visto possuírem formas, na região da pega, mais arredondadas e fluidas e um painel de comandos mais simplificado que reduz a movimentação do punho e do polegar. De acordo com Dayana, (2016), poucas mudanças no desenho dos produtos e o correto dimensionamento das ferramentas manuais tem grandes influências na redução de lesões, principalmente quando estão ligadas ao alívio de pressão sobre a mão, carga muscular e fadiga. Já os resultados das qualidades “Intuitivo” e “Simples” podem ser considerados complementares, ou seja, se os participantes apresentavam, ou não, uniformidade em relação às suas percepções. Os resultados destas duas qualidades demonstram coerência. Já a percepção positiva dos *joysticks* B e D provavelmente deve-se ao fato de apresentarem uma quantidade menor de botões de acionamento; apresentarem pouca variabilidade geométrica em relação a estes botões; e apresentarem poucas cores empregadas. De acordo com Márquez (1990), Delgado (1991), Salis *et al.* (2002) e Rozin (2004), a posição e organização dos comandos manuais devem permitir um controle e manejo fácil, sem que seja necessário que o operador se desloque da sua posição normal de trabalho para acioná-los, de modo a conservar a adequação da postura ergonômica. Neste sentido, todos os botões, manoplas e comandos devem estar dispostos de forma a proporcionar uma operacionalidade simples e intuitiva.

Em relação à métrica “Satisfação” (Figura 8 - coluna à direita), relativa à qualidade “caro”, a qual foi considerada positiva, visto que se trata de um equipamento tecnológico, com elevado valor agregado, os *joysticks* B e C foram considerados mais baratos que os A e D, então, os mais caros. Estes últimos apresentam em comum botões de acionamento emborrachados (*soft touch*), o que pode ter proporcionado aos

produtos uma percepção de maior valor agregado ao produto. Particularmente com relação ao *joystick* A, observa-se que a quantidade de botões é expressivamente maior que dos demais *joysticks*. Além disto, nota-se uma maior variação geométrica dos botões e maior variabilidade de cores; e a carenagem também possui um acabamento *soft touch*. Este conjunto de características podem justificar os resultados obtidos com este *joystick*. Ainda sobre a métrica “Satisfação”, na qualidade “Bonito”, percebe-se que os *joysticks* A e C foram avaliados como sendo mais feios, enquanto os *joysticks* B e D foram avaliados como sendo os mais bonitos, o que demonstra coerência com os resultados obtidos com o Protocolo de Percepção de Adequação/Inadequação para a qualidade “Estética”. Na qualidade “Atrativo”, os resultados são bem similares à qualidade anteriormente analisada (“Bonito”), visto que os *joysticks* B e D foram mais bem avaliados, se comparados aos *joysticks* A e C (apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas - $p > 0,05$ - entre eles).

Em suma, a classificação do primeiro ao quarto lugar dos *joysticks*, em relação às qualidades avaliadas, e respectivas métricas de usabilidade (Figura 9), confirma-se que o *joystick* D se destacou com oito incidências em primeiro lugar. De fato, o design deste *joystick* apresenta características morfológicas (formas, cores e organização) mais adequadas, e que foram avaliadas com os diferentes protocolos aplicados no presente estudo.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo verificar a influência do design de *joysticks* aplicados em equipamentos cabinados automotrizes, a partir da percepção de usabilidade desta interface. Os procedimentos metodológicos foram satisfatoriamente controlados e os resultados apontam que o aspecto morfológico (forma, cor, estrutura e organização) dos *joysticks* tem expressiva influência na percepção de conforto e usabilidade do operador. Foi possível aplicar uma métrica capaz de identificar quais alternativas cumprem com as expectativas de usabilidade do produto, o que contribui para o Desenvolvimento de Projeto de Produtos inovadores no setor de equipamentos agrícolas.

Outros fatores deveriam ser considerados na avaliação destas interfaces, como por exemplo, o uso de dados fisiológicos, incluindo avaliações cinesiológicas (posturas e movimentos de pronação, supinação dos antebraços e articulação - desvios - dos punhos); biomecânicos (aceleração e desaceleração do equipamento e atividade muscular do membro superior). Aspectos sobre o design dos *joysticks* e a segurança do trabalhador deveria ser considerados e são demandas importantes para estudos futuros, os quais poderiam envolver outros tipos de interfaces de equipamentos cabinados automotrizes a serem avaliados por colaboradores profissionais.

AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi desenvolvido com apoio do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo 304619/2018-3); e apoio da CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Processo 88887.803833/2023-00).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. M. de. **Léxico bilíngue de sinais-termo de equipamentos agrícolas**. 2020. Dissertação (Mestrado em Linguística) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.
- BECKER, A. L.; KAZMIERCZAK, R. Fatores de Projeto que Impactam na Ergonomia e na Segurança do Trabalho em Cabines de Máquinas Agrícolas. In: **Anais do X Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**. Curitiba: APREPO. 2020. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/09252020_220939_5f6e92f3be1c9.pdf
- CHINEM, M. J.; FLÓRIO, M. A sinergia do design de embalagem na comunicação publicitária. **Revista Unirevista**. 01(03): 1-11, 2006. Disponível em: <https://silo.tips/download/a-sinergia-do-design-de-embalagem-na-comunicacao-publicitaria>
- CONEP-CNS-MS - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde. **RESOLUÇÃO Nº 510**, de 07 de abril de 2016. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>
- CORRÊA, J. A. **Aspectos ergonômicos em colhedoras de cana-de-açúcar: ruído, distribuição dos comandos e avaliação ponderada de conforto**. 2010. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, 2010.
- DEBIASI, H.; SCHLOSSER, J. F.; PINHEIRO, E. D. Características ergonômicas dos tratores agrícolas utilizados na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**. 34(06): 1807-1811, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000600021>
- DELGADO, L. M. **El tractor agrícola características y utilizacion**. Madrid: Laboreo Solo-tractor, 1991.
- FERNANDES, F. As leis da simplicidade de John Maeda. In: **Teccogs – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**. 18(): 129-130, 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/teccogs/article/view/48581>
- LO, C-H.; KO, Y-C. A Study of the Difference in Operating Performance due to a Gaming Joystick's Styling and Button Locations. In: **2017 International Conference on Organizational Innovation (ICOI 2017)**. Atlantis Press, 2017. p. 267-271.
- MÁRQUEZ, L. **Laboreo-Solo Tractor'90**. Editorial Laboreo. Madrid, 1990.
- PASCHOARELLI, L. C.; GIL COURY, H. J. C. A. Aspectos ergonômicos e de usabilidade no design de pegas e empunhaduras. **Estudos em Design**. 08(01): 79-101, 2000.
- PRATES, G. A. Reflexão sobre o uso da ergonomia aliado à tecnologia: propulsores do aumento da produtividade e da qualidade de vida no trabalho. **RACRE-Revista de Administração**. 07(11): 76-85, 2007.
- REIS, A. V. dos; PEREIRA, A. S.; FERREIRA, M. F.; MACKMILL, L. de B.; TIMM, M. W.. Ergonomic and safety conditions assessment of tractors used by smallholders according to Brazilian legislation and current standards. **Engenharia Agrícola**. 39 (03): 391-399, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v39n3p391-399/2019>

ROZIN, D. **Conformidade do posto de operação de tratores agrícolas nacionais com normas de ergonomia e segurança**. 2004. 187p. 2004. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SALIS, H. B.; SANTOS, J. A. S.; FIGUEIREDO, A. K.; PALHANO, A. N.; DINIZ, R. L.; PORTICH, P. Apreciação e diagnose ergonômicas no trabalho dos operadores de colheitadeiras de arroz. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 2002. Anais do XII Congresso Brasileiro de Ergonomia, Recife 2002.

TECHWARE; **Conheça as regras da simplicidade de uso**. 24 jan. 2017. Disponível em: <https://www.techware.com.br/2017/01/simplicidade-de-uso/>

TULLIS, T.; ALBERT, W. **Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics**. Burlington: Morgan Kaufman, 2008.

VIAN, C. E. de F.; ANDRADE JUNIOR, A. M.; BARICELO, L. G.; SILVA, R. P. da. Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. 51 (04): 719-744, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032013000400006>