

Estudos em interfaces físicas de comandos e acionamentos, aspirador de pó vertical

Physical commands and drivers interfaces, vertical dust vacuum cleaner

Felipe Dalla Pria Leme; Universidade Federal do Paraná; UFPR
Ana Carolina Celinski; Universidade Federal do Paraná; UFPR
Gheysa Caroline Prado; Universidade Federal do Paraná; UFPR
Elisa Strobel do Nascimento; Universidade Federal do Paraná; UFPR
Gabriel Chemin Rosenmann; Universidade Federal do Paraná; UFPR

Resumo

O presente artigo apresenta o resultado de um exercício realizado na disciplina de Ergonomia, ministrada no curso de Design de Produto da Universidade Federal do Paraná. A atividade tinha como objetivo a proposição de uma nova interface física de comandos e acionamentos para um aspirador de pó vertical. No trabalho analisou-se o modelo original, avaliando suas oportunidades de melhorias por simulações de uso do produto. Depois, soluções foram elaboradas para melhoria da usabilidade e satisfação do público-alvo. Nessa etapa foi necessária uma revisão de pesquisas, autores e referências da área de ergonomia para embasar as decisões. Em seguida, foram construídos modelos de aparência por meio de impressão 3D, visando realizar testes de validação. Por fim, obteve-se um resultado positivo em comparação com o modelo anterior, aplicando conceitos de ergonomia a um produto.

Palavras-chave: Design; Ergonomia; Impressão 3D; Usabilidade

Abstract

This article presents the result of a pedagogical assignment of the Ergonomics college subject, taught in the Product Design course at Federal University of Paraná. The activity aim was to suggest a new physical interface for controls and drives for a vertical vacuum cleaner. In the work, the existent model of the product was analyzed with a product use simulation evaluating for opportunities to improve its operation. Then, the team developed solutions to improve usability and satisfaction of the target audience. A literature review using authors and references in the area of ergonomics supported the decisions. Solution models were built using 3D printing, aiming to perform validation tests. Finally, compared to the previous product configuration, a positive result was obtained applying ergonomics concepts to a product.

Keywords: Design; Ergonomics; 3D printing; Usability

1. Introdução

O design é um processo estratégico de solução de problemas, que por meio do projeto de sistemas, serviços, experiências e produtos inovadores promovem melhoria na qualidade de vida das pessoas (WDO, 2015). Entre as ciências com as quais o design possui intrínseca relação, está a Ergonomia ou Fatores Humanos, a qual possui princípios, diretrizes e heurísticas essenciais para a realização de projetos centrados no usuário. Por este motivo, os cursos de design, em especial design de produtos, possuem disciplinas direcionadas a estudos ergonômicos e a familiarizar os/as futuros/as profissionais com as bases conceituais da ergonomia. Assim, o presente artigo apresenta o resultado de uma atividade realizada no ano letivo de 2021, na disciplina de Ergonomia Aplicada ao Design de Produto, do curso de Design de Produto da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A condução da disciplina e da atividade foram realizadas de forma inteiramente remota, face às restrições impostas pela pandemia da COVID-19 no Brasil.

Além disso, esse estudo possui um artigo correlato com a mesma temática, mas avaliando outro produto. Ele foi publicado no evento Plural Design 2022 com o título “Estudos em interfaces físicas de comandos e acionamento – aspirador de pó doméstico”. (NOVELETTO SCHEMES DA SILVA et. al, 2022).

O objetivo da atividade foi propor reflexão, análise e desenvolvimento de interfaces físicas e comandos de um objeto do uso cotidiano, o aspirador de pó, melhorando a usabilidade do produto. Para tal, os/as estudantes recorreram a referências de estereótipos populares, consideraram aspectos antropométricos, biomecânicos, e de acessibilidade, tanto quanto possível. Os resultados obtidos, são apresentados neste artigo em três etapas: investigação da literatura de base, em especial Lida (2005), Tilley (2005) e Jordan (1998), estudo do objeto e suas interações, formulação de propostas para aprimorar a experiência de uso da interface física de acionamentos. As propostas de mudanças são discutidas em relação ao produto original e, nas considerações finais são descritas as limitações da presente atividade, seus resultados, e apresentadas sugestões para encaminhamentos de estudos futuros.

2. Referencial Teórico

Conforme a NBR 9241-11, usabilidade é a “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso” (ABNT, 2002, p. 3). Assim, para melhor compreender esta definição, Catecati et al. (2012 apud JORDAN, 1998) explicam que:

Eficácia: faz referência à extensão na qual uma meta é alcançada ou uma tarefa é realizada. Avaliado conforme a completude da tarefa e a qualidade do resultado;

Eficiência: faz referência à quantidade de esforço requerido para se atingir uma meta. Quanto menor o esforço, maior é a eficiência. Pode ser medido pelo nível de desvio do caminho correto, taxa de erro, tempo para realizar a tarefa e observando a carga mental necessária;

Satisfação: faz referência ao nível de conforto que os usuários

sentem quando utilizam um produto e também ao nível de aceitação do produto pelos usuários para atingir as suas metas. Sugere utilizar análises qualitativas e quantitativas de atitude para investigar e medir.

A usabilidade, portanto, significa facilidade e comodidade no uso dos produtos, tanto no ambiente doméstico como no profissional. “Os produtos devem ser “amigáveis”, fáceis de entender, fáceis de operar e pouco sensíveis a erros” (IIDA, 2005, p. 320).

Para atender ao quesito usabilidade, e melhorá-lo, o projeto se utilizou do conceito de estereótipo popular, a capacidade que os objetos têm de oferecer determinado *feedback* conforme esperado pela maioria da população. Um produto cuja configuração corresponda com os estereótipos populares estabelecidos, pode ser operado por meio dos chamados movimentos compatíveis. Vários desses estereótipos populares são considerados inatos, ou seja, independem de aspectos culturais e são mais amplamente reconhecidos (IIDA, 2005).

Dado que os estereótipos estão relacionados com acionamentos e controles, especificamente no trabalho realizado, identificou-se que a interface física desenvolvida possui relação com os controles discretos de ativação. Segundo Iida (2005, p.231), esta categoria de controle permite “apenas algumas posições bem definidas, não podendo assumir valores intermediários entre as mesmas” e é classificável em três categorias: ativação, posicionamento e entrada de dados. A ativação, normalmente, refere-se ao colocar o produto em funcionamento ou cessar o seu funcionamento, o posicionamento pode permitir a seleção de diferentes modos de operação e a entrada de dados permite a inserção de informações específicas no sistema via teclas ou botões (IIDA, 2005). Assim, o autor apresenta uma gama de recomendações para os acionamentos, que considerem a forma, tamanho, cores, textura, modo operacional, localização e letreiros.

Sobre *feedback*, esse é um conceito que será usado nas próximas seções para realizar a análise dos componentes do produto, Jordan (1998) descreve seu valor para o usuário da seguinte forma:

É importante que as interfaces forneçam *feedback* claro sobre quaisquer ações que o usuário tenha realizado. Isso inclui *feedback* para reconhecer a ação que o usuário realizou com o produto e *feedback* quanto às consequências de qualquer ação. (JORDAN, 1998, p. 29, tradução nossa)

A aplicação destes acionamentos considera a necessidade de diferentes possibilidades de manejo do produto, a qual é uma forma particular de controle, onde há um predomínio dos dedos e da palma das mãos, pegando, prendendo ou manipulando algo. “A mão humana é uma das “ferramentas” mais completas, versáteis e sensíveis que se conhece” (NAPIER, 1983 apud IIDA, 2005, p 243). Graças à grande mobilidade dos dedos, e o dedo polegar trabalhando em oposição aos demais, pode-se conseguir uma grande variedade de manejos, com variações de força, precisão e velocidade dos movimentos. Em cada categoria de manejo pode haver predominância

de alguns desses aspectos. “Cortar arame com alicate exige força, montar pequenas peças exige precisão e tricotar exige velocidade.” (IIDA, 2005, p. 243).

A correta aplicação dos estereótipos populares nos acionamentos em busca da melhor usabilidade pode ser entendida também como *affordance*, ajudando “a determinar como um objeto pode ser usado”. De maneira simplificada, *affordances* podem ser recursos (para nos ajudar a fazer algo) ou anti-recursos (para nos impedir de fazer algo). Eles também podem ser visíveis e invisíveis, mas para que uma *affordance* seja eficaz, as pessoas precisam conseguir percebê-la. (THORNTON, 2019, tradução nossa).

Todos os aspectos aqui mencionados, precisam considerar, sempre, que há um usuário ou grupo de usuários ao produto utilizado. Assim, é preciso também que os aspectos antropométricos sejam considerados adequadamente.

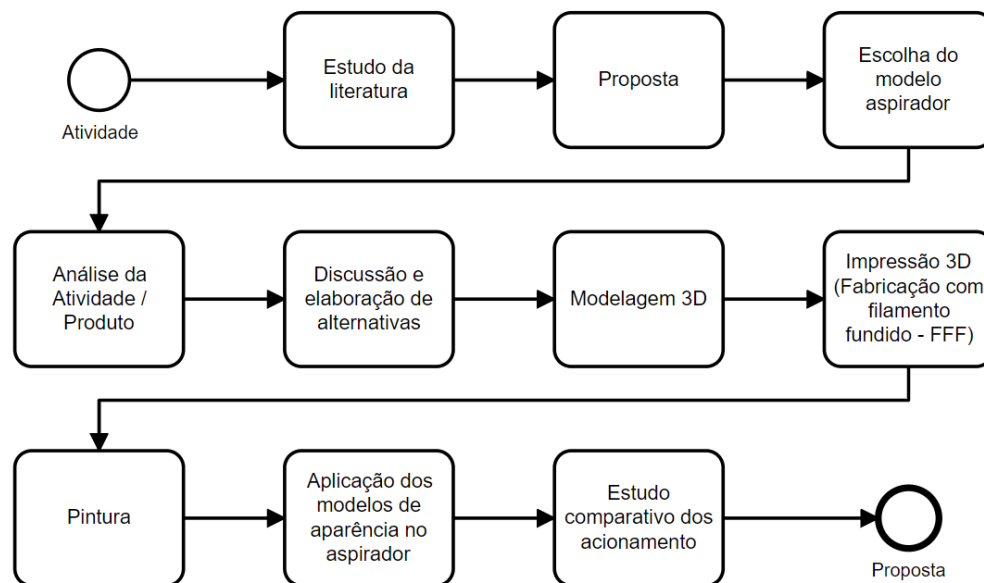
A antropometria é o estudo da forma e do tamanho do corpo humano, ou, como define Roebuck (1995): Ciência da mensuração e a arte da aplicação que estabelece a geometria física, as propriedades da massa e a capacidade física do corpo humano. O nome deriva de *anthropos*, que significa o homem, e *metrikos*, que significa ou se relaciona com a mensuração. (ROEBUCK, 1995 apud TILLEY, 2005, p.9).

Para o processo de análise, a ferramenta utilizada na atividade foi a Análise da Tarefa, que segundo as autoras Moraes e Mont’alvão (2003, p. 99) “tem início com a caracterização da tarefa, que envolve a definição do objetivo da tarefa, requisitos para a realização da tarefa e a presença humana na tarefa”. Estas etapas ajudaram a conhecer a meta do sistema e o objetivo da tarefa para compreendê-la mais completamente e possibilitar o detalhamento das atividades. Contudo, neste trabalho foi utilizada uma adaptação dessa ferramenta, tomando que o objetivo estabelecido era mais pontual, não foram realizados os registros comportamentais e diagnóstico ergonômico. Introduzidos estes conceitos, apresentam-se a seguir os procedimentos metodológicos.

3. Metodologia

A atividade tinha como objetivo principal o desenvolvimento de novas opções para os comandos e acionamentos originais do produto, respeitando a linguagem visual e as funções dele. Para tanto, fez-se necessário o estudo dos conceitos já apresentados, tal como das características do produto, posteriormente desenvolvendo proposições acerca das oportunidades de melhorias encontradas (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma apresentando as etapas do trabalho



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

O fluxograma apresenta as etapas para realização deste trabalho, partindo da literatura estudada no decorrer da disciplina de Ergonomia, recebimento da proposta até, conforme anteriormente mencionado, a proposição de uma interface física de comandos e acionamentos para um aspirador de pó vertical, respeitando e melhorando a usabilidade do produto. Foi feito o uso de referências de estereótipos populares e, considerado aspectos antropométricos, biomecânicos e de acessibilidade, tanto quanto possível, no contexto de cada elemento de acionamento. Com objetivo de atender um público mais abrangente, foram utilizadas dimensões antropométricas de dois usuários como referência, um deles do percentil 1 feminino e o outro 99 masculino (TILLEY, 2005), detalhadas no próximo capítulo. Também se articularam os conceitos de manejo fino e grosseiro, pega antropomorfa e geométrica, empunhadura e a relação com o centro de gravidade (IIDA, 2005). Dos aspectos relacionados à *status* e *feedback* do produto, exploram-se recursos de diferenciação formais, visuais e táteis, sinais luminosos, articuladas às *affordances* e estereótipos populares. São ainda consideradas perspectivas sobre o posicionamento dos elementos na configuração do produto. A articulação destes conceitos também é feita com vista aos princípios de eficiência, eficácia e satisfação.

Para isso, a escolha do modelo do aspirador de pó considerou a facilidade de acesso ao produto, uma vez que a atividade foi realizada de maneira remota, selecionando um modelo que já estivesse disponível para os autores. Em seguida à escolha do modelo, foi realizada a análise da tarefa, preconizada por Moraes e Mont'Alvão (2003), de forma adaptada e direcionada especificamente aos controles de acionamentos do produto, a partir da qual foram selecionados aqueles que seriam modificados com base nas funções primárias, que apresentam maior frequência de uso.

O estudo analisou os componentes da arquitetura do produto e compreendeu: Pegas/Haste; Botão liga/desliga (LD); Compartimento do filtro (FL); Acionamento de encaixe da haste (HA) e o Botão para retirada do Bocal (BC).

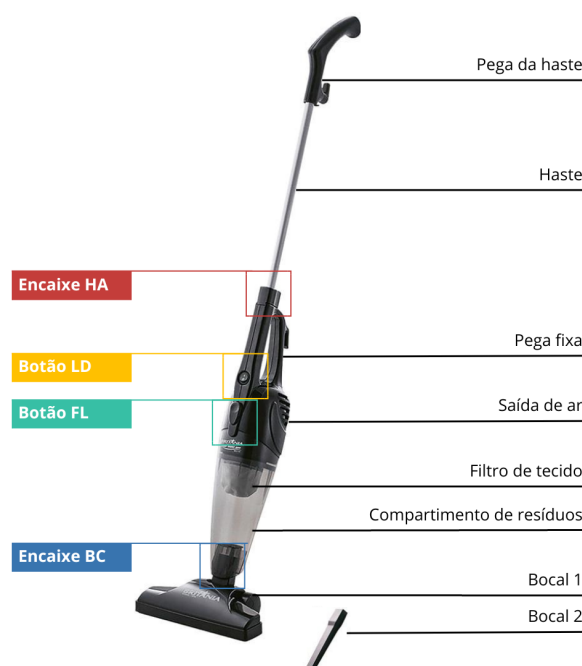
A partir desses estudos foram criadas alternativas que representavam sugestões de melhorias para os acionamentos do produto. O processo de geração de ideias foi simplificado, utilizando-se a técnica do *brainsketching*. O exercício visa representar termos ou ideias em desenhos rápidos, pois o foco do trabalho era a aplicação de conceitos de ergonomia e usabilidade em uma proposta prática, que foi materializada neste trabalho utilizando meios de fabricação digital.

Com as alternativas desenvolvidas, utilizou-se um software de modelagem paramétrica CAD em conjunto com uma impressora 3D para produzir os modelos em escala 1:1. Depois as peças foram impressas utilizando filamento plástico ABS e pintadas com tinta PVA, por fim essas foram fixadas ao aspirador para simular e representar as propostas. Os resultados serão apresentados e discutidos na próxima seção.

4. Resultados e discussões

A equipe optou pela análise do modelo *Dust Off* BRD700, da marca Britânia (Figura 2). O modelo pertence ao segmento de aspiradores verticais. Além do acesso facilitado por parte dos autores, foi também considerado que este exemplar oferece uma variedade de possibilidades de uso, consequentemente ampliando as oportunidades de propor aprimoramentos.

Figura 2 – Peças do Aspirador Britânia Dust Off BRD700



Fonte: Adaptado pelos autores de Britânia (2021)

O produto representado oferece duas opções de bocal, sendo uma para uso em superfícies planas (Bocal 1) e outra para frestas e cantos (Bocal 2). Além disso, contém um compartimento para armazenar os resíduos com um filtro de tecido que é reutilizável. Ele possui duas alternativas de pega, uma fixa ao produto e outra com a haste removível. O botão de acionamento fica posicionado próximo à pega fixa (Botão LD), facilitando o manuseio quando utilizado sem a haste. Os bocais (Encaixe BC), compartimento para resíduos (Botão FL) e haste são presos apenas por encaixe. Por fim, o produto conta com um dispositivo interno de segurança para desligar automaticamente em caso de superaquecimento.

Com base na literatura já citada, foi realizada a análise da tarefa adaptada de Moraes e Mont'Alvão (2003), considerando os acionamentos das funções primárias do produto, dando enfoque para as unidades visuais e funcionais. A adaptação se fez necessária, pois toda a análise foi feita remotamente, sendo que apenas um membro da equipe tinha acesso ao produto. Para iniciar a análise do aspirador, foram feitas imagens de vistas frontal e lateral e de detalhes com medições que permitissem uma visão geral do produto e suas escalas (Figura 3).

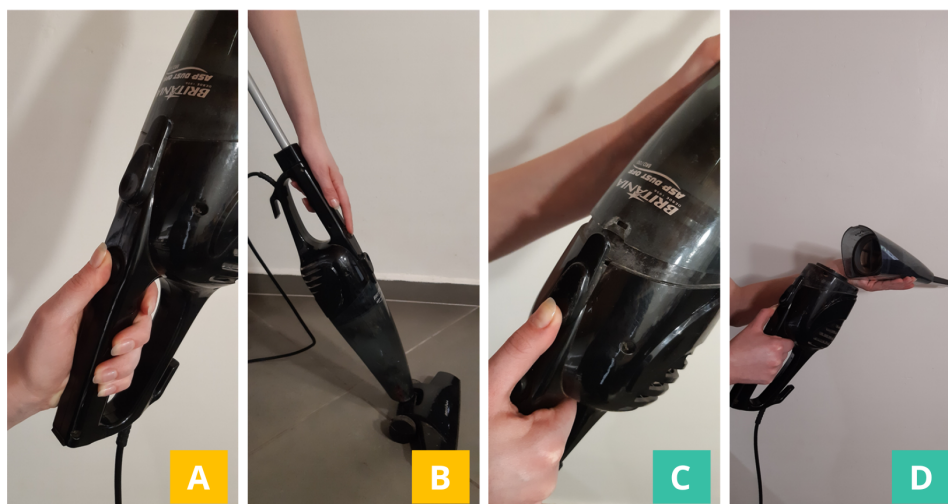
Figura 3 – Vistas do produto com suas dimensões gerais em milímetros



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A partir daí, o foco da análise foi direcionada para os detalhes do produto e seus acionamentos, sendo elaborados painéis (Figuras 4 e 5) demonstrando as principais sequências de uso de cada um dos acionamentos com fotografias do objeto, buscando evidenciar o processo claramente e entendendo o objetivo das ações. As imagens foram agrupadas por função, na operação liga/desliga é possível verificar o usuário acionando o aspirador de duas formas, primeiro utilizando o dedo polegar (Figura 4, A) e depois o indicador (Figura 4, B). No mecanismo de acesso ao filtro pode-se observar o acionamento com dedo polegar (Figura 4, C), desencaixe e acesso ao compartimento para resíduos (Figura 4, D).

Figura 4 – Fotos para estudos e discussões



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Além disso, foi analisado o procedimento de encaixe e destrave da haste (Figura 5, E e F), e por fim, a ação de retirada e encaixe do bocal (Figura 5, G e H). Todas as funções analisadas serão detalhadas nas próximas subseções.

Figura 5 – Fotos para estudos e discussões



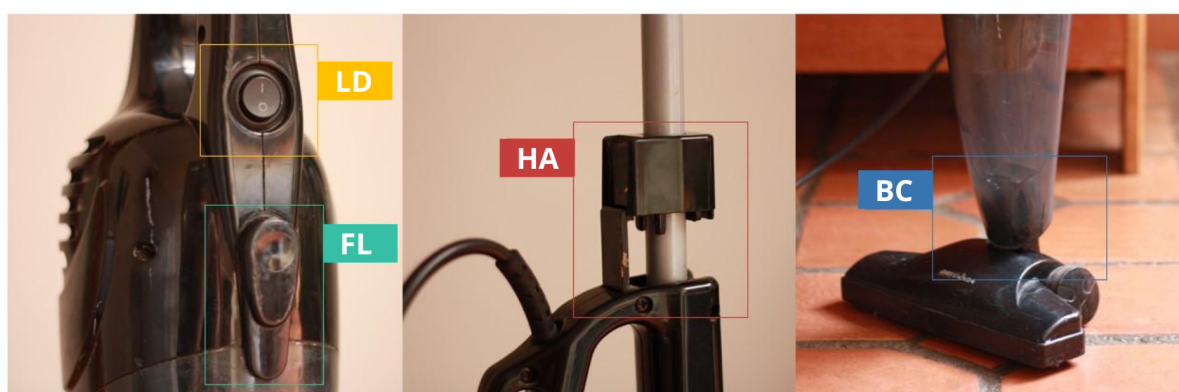
Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Ainda seguindo as recomendações de Moraes e Mont'alvão (2003) definiram-se os seguintes parâmetros antes de propor intervenções: o aspirador tem como finalidade a limpeza do ambiente, executada por um usuário. Tem como meta do sistema a ação de aspirar resíduos sólidos em superfícies planas e armazená-los em um compartimento interno isolado do ambiente. Apresenta como requisitos básicos para o funcionamento uma fonte de energia adequada, um

espaço para circulação limitado pelo comprimento do seu cabo de energia, um tipo de superfície específica e a presença de um operador com certo conhecimento do artefato.

Foram identificados três acionamentos para aperfeiçoamento no aspirador, botão de ligar e desligar (LD), botão para o compartimento do filtro (FL) e acionamento para encaixe da haste (HA), representados na Figura 6, optamos também pela inclusão de um controle para encaixe dos bocais (BC), inexistente no modelo original.

Figura 6 – Acionadores originais - LD (Liga/Desliga), FL (Filtro), HA (Encaixe da haste) e BC (Bocal)



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Com objetivo de desenvolver novos acionadores que atendem um público amplo, organizou-se a Tabela 1, na qual estão indicadas as dimensões antropométricas de mãos e dedos de dois usuários do produto, considerados referência para este estudo, assim como os dados antropométricos dos percentis 99 masculino e 1 feminino conforme Tilley (2005). Analisando a tabela, pode-se observar que o usuário homem apresenta medidas que estão entre o percentil 50 e 99 e a usuária mulher entre o percentil 1 e 50. Sendo assim, o desenvolvimento das interfaces teve como referência o percentil 1 feminino e 99 masculino.

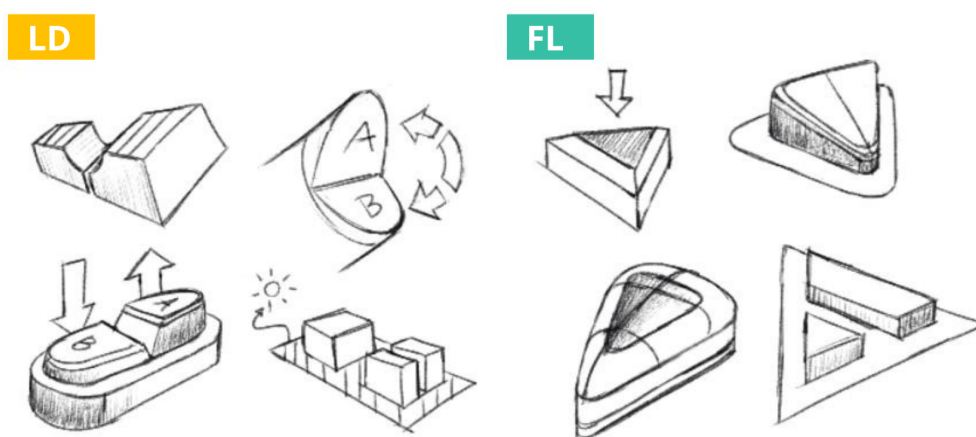
Tabela 1 – Dados antropométricos coletados dos usuários referência

Objeto de análise	Parâmetro	Homem (mm)		Mulher (mm)	
		Tilley percentil 99	Usuário	Tilley percentil 99	Usuário
Mão	Largura do punho	99	94	69	73
	Comprimento	213	192	152	172
Dedo indicador	Largura	21	20	13	14
	Espessura	19	17	11	11
Polegar	Largura	32	25	16	19
	Espessura	24	21	15	16

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de (TILLEY, 2005).

Durante o exercício, a fase de geração de ideias foi realizada com foco nos dados antropométricos e na análise do objeto, levando ao uso de formas e desenhos específicos para atender às recomendações da literatura. Dessa forma, o objetivo do trabalho era menos criativo e mais ilustrativo, capaz de mostrar o processo de coleta de informações, estudo do objeto e aplicação das recomendações no produto. Sendo assim, as alternativas apresentadas nas Figuras 7 e 8, elaboradas com a técnica do *brainsketching*, mostram o resultado dessa fase.

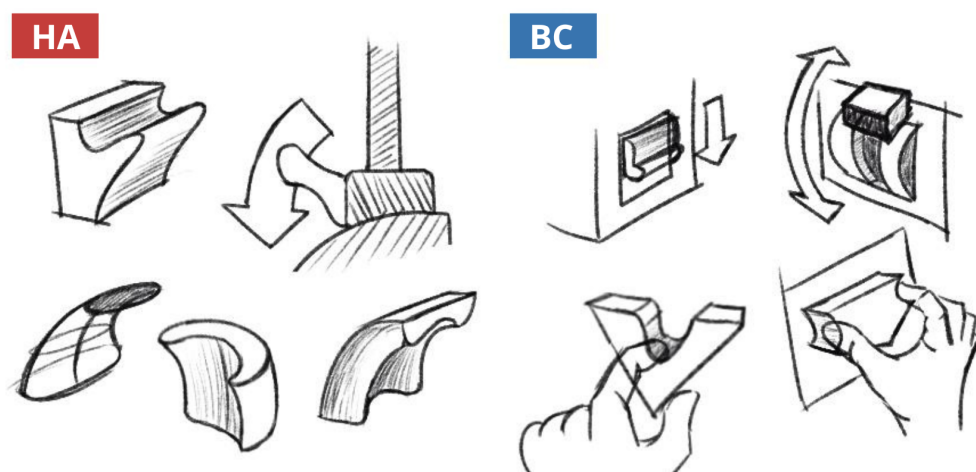
Figura 7 – Geração de alternativas - LD (Liga/Desliga) e FL (Filtro)



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

O desenvolvimento de esboços foi um importante recurso utilizado para explorar caminhos diferentes dentro do mesmo ponto de partida. Além disso, após essa fase foram feitas adaptações das ideias, combinando ou alterando elementos durante a modelagem tridimensional no computador.

Figura 8 – Geração de alternativas - HA (Encaixe da haste) e BC (Bocal)



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A tecnologia de fabricação aditiva utilizada permite demonstrar e testar ideias com rapidez, alta qualidade e baixo custo comparado a outras técnicas que normalmente são menos acessíveis ao público. A maior dificuldade do processo está vinculada com a modelagem digital, que exige conhecimentos em softwares específicos e durante a operação do equipamento, para produzir as peças e evitar erros no processo. Contudo, essas etapas citadas também podem ser terceirizadas por um prestador de serviço, diminuindo consideravelmente a complexidade do processo, mas aumentando o custo final. Dessa forma, o artigo também reforça que essa é uma tecnologia útil e prática como ferramenta nas áreas do design, sendo possível aplicá-la em diferentes etapas, desde a criação até a fase de testes e prototipação.

A seguir são descritos os resultados, elencados por grupo de elemento estudado, com as análises e a formulação de cada proposta para as interfaces de acionamento. Além disso, serão apresentadas as alternativas finais por meio de modelos de aparência, recurso que facilita a compreensão das sugestões elaboradas pelos autores.

4.1 Pegas e Haste

As pegas e hastes do produto são os pontos de contato por onde o aspirador é manipulado e sustentado para a realização da tarefa, sendo assim, optou-se por inserir essa seção para complementar as próximas discussões. O objeto disponibiliza duas pegas que podem ser usadas de forma independente (Figura 9). A pega fixa (1) é geométrica, enquanto a pega na haste (2) pode ser considerada do tipo antropomorfa (IIDA, 2005). Assim, o produto exige um manejo grosseiro para manipulação e uso, com exceção dos botões que necessitam de manejo fino (IIDA, 2005).

Figura 9 – Pegas do produto



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Ainda, articulando com questões sobre a antropometria, entende-se que as pegas atendem um público amplo por englobarem o percentil 99 masculino (TILLEY, 2005). Contudo, durante a pesquisa, ao simular o uso do aspirador por um indivíduo que se enquadra neste perfil, a pega geométrica causou desconforto por conta do peso do produto (3). A análise da simulação indica que a localização do centro de gravidade parece estar em um local distinto do







posicionamento da empunhadura, provocando a sensação incômoda e exigindo maior esforço para utilização. Segundo Lida (2005), quanto mais próximo o centro de gravidade do centro da mão melhor o controle motor, há redução de esforços musculares e gastos energéticos.

Ainda que o foco deste trabalho não seja o ajuste das pegas, elas foram analisadas, pois usando a pega geométrica o/a usuário/a posiciona a mão de modo a alcançar o acionamento do botão liga/desliga, que será detalhado a seguir.

4.2 Botão liga/desliga (LD)

Conforme apresentado no Quadro 1, o interruptor original de acionamento (LD1), cuja função é ligar e desligar, possui um formato comumente encontrado em outros produtos de diferentes categorias no mercado, com formato circular e marcações indicando sua condição na superfície. No entanto, essa característica pode desencadear uma dificuldade, pois não apresenta diferenciação física dos seus dois estados 'ligado' e 'desligado'. Essa ambiguidade pode ser especialmente prejudicial para usuários que desconhecem o indicativo dos símbolos gráficos impressos, pela possibilidade dessas marcas esmaecerem com o tempo ou, ainda, para pessoas com baixa visão. Dessa forma, entendeu-se que este acionamento poderia ser aprimorado. O Quadro 1 apresenta as melhorias implementadas, no que compete a forma do botão para facilitar a identificação tátil do seu *status*; inclusão de um sinal luminoso; e definição dimensional para atender do percentil 1 ao 99.

Quadro 1 – Estudo do botão liga/desliga (LD)

LD1 - Botão liga/desliga original			
Botão projetado aplicado ao produto com 3 variações: LD2 - desligado sem energia LD3 - desligado com energia LD4 - ligado			
Botão projetado com referencial humano LD5 - masculino LD6 - feminino			

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Para o acionamento, uma forma não ambígua foi desenvolvida, podendo ser facilmente reconhecida por meio do tato (LD2), seu formato é propositalmente maior no lado do ligado (LD4), para facilitar o desligamento. Considerando a possibilidade de ocorrência de incidentes domésticos, como a sucção de itens indesejados que geram a necessidade de desligamento rápido, o entendimento imediato do *status* do produto e facilidade de acionamento é essencial. Assim, buscou-se contornar esse problema criando uma relação de *affordance* nas categorias de percepção, ao mostrar um visual evidentemente diferente para os dois modos, e na parte da ação, o lado maior facilitaria o desligamento ágil.

Outro aspecto considerado na proposta do acionamento liga/desliga refere-se à implementação de um sistema de *feedback* sobre a conexão do produto à rede de energia elétrica. Duas luzes foram incorporadas, a primeira é uma luz vermelha de *standby* no botão que se acende quando o produto é ligado na tomada, mesmo que o produto não esteja em funcionamento (LD3). A segunda refere-se a uma iluminação de contorno do botão, funcionando como resposta, ela acende quando o aparelho está ligado e em operação (LD4).

4.3 Compartimento do filtro (FL)

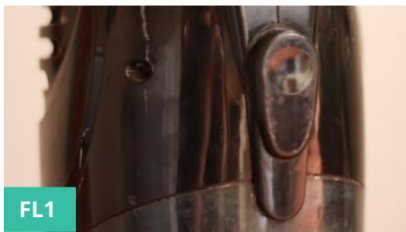



O elemento FL (Quadro 2), quando pressionado, libera o compartimento que contém o filtro. Sua versão original (FL1) é uma presilha do tipo trava/destrava que conecta as duas partes. Verificam-se três oportunidades de melhoria para esse acionamento:

Localização: A proximidade com o botão LD aumenta a probabilidade de acionamento acidental considerando o contexto de poluição sonora e possível desatenção;

Usabilidade: A facilidade e comodidade no uso do produto podem ser comprometidas pela instabilidade do botão, que pode ser acionado involuntariamente por toque ou contato com outras superfícies durante a tarefa, destravando o compartimento acidentalmente.

Percepção: Há ambiguidade na compreensão, podendo ser entendido como elemento decorativo e não necessariamente como um botão para destravar o filtro.

Quadro 2 – Estudo do botão do compartimento do filtro (FL)

FL1 - Botão trava/ destrava do filtro original	
FL2 - Botão projetado aplicado ao produto	
Botão projetado com referencial humano FL3 - masculino FL4 - feminino	 

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)





Dessa forma, são propostos ajustes apresentados no Quadro 2 com a versão atualizada (FL2). Na alteração o acionamento foi posicionado mais abaixo, distanciando os botões LD e FL, deixando-o com maior destaque visual. O tamanho e a forma de funcionamento foram alterados, propondo um botão oscilante mecânico, sendo necessário apertá-lo para destravar o filtro.

As decisões foram tomadas priorizando a redução da probabilidade de acionamento acidental, bem como do número de ações para o destravamento do filtro, que deve ser realizado frequentemente, já que sua capacidade de armazenamento é pequena, contribuindo para um uso mais eficaz e eficiente do produto. Sobre a percepção, a cor e o formato (triângulo invertido) foram modificados para se assemelhar a uma seta para baixo, indicando a direção de deslizamento da peça maior (*affordance*). Essa forma triangular também é baseada no estereótipo popular, representando a função do filtro.

4.4 Acionamento de encaixe da haste (HA)

Para destravar a haste que serve como extensor do aspirador, exige-se que o(a) operador(a) realize a sequência de interação demonstrada no Quadro 3 (HA1, HA2), caracterizada pelas ações: puxar a tampa e retirar a haste, para em seguida fechá-la. Esta ação esconde o compartimento que abriga a haste. Assim, nota-se que não é evidente que a haste deva ser removida por meio deste procedimento, além da ação ser dificultada devido à ausência de apoio para as mãos, reduzindo a eficiência da operação.

Quadro 3 – Estudo do acionamento de encaixe da haste (HA)

HA1, HA2 - Acionamento original de encaixe da haste	 
HA3 - Botão projetado aplicado ao produto	
Botão projetado com referencial humano HA4 - masculino HA5 - feminino	 

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)




Considerando esse processo, adaptou-se o acionamento físico por meio de uma alça externa com formato antropomórfico (HA3), para facilitar a compreensão (sinalizando o local) assim como diminuir a quantidade de força exigida para realizar o movimento.

4.5 Botão para retirada do bocal (BC)

O modelo não possui mecanismo de acionamento para troca dos bocais, sendo assim, as peças são fixadas por encaixe na extremidade do equipamento. Contudo, após realizar testes de uso, é evidente que esse sistema de encaixe forçado não parece adequado para a manipulação constante, pois frequentemente o bocal permanece preso no aspirador. Esta seria uma consequência inesperada e exige força física do usuário que deseja retirá-lo, visto que em alguns casos, dependendo da forma de manipulação e da força empregada a peça poderia quebrar antes de separar-se do equipamento, comprometendo os princípios de usabilidade, eficácia, eficiência e satisfação nessa atividade.

Portanto, conforme demonstrado no Quadro 4, propõe-se um botão (BC1) do tipo deslizante para desempenhar a ação de remover o bocal com esforço reduzido, exigindo apenas o movimento de arrastar para baixo, uma forma de manejo fino, para liberar o encaixe. Ainda, a ação de arraste pode ser considerada intuitiva para a liberação do bocal, *affordance* aplicada em outros equipamentos de uso doméstico. O botão fica posicionado na parte inferior traseira do aspirador e, além disso, uma textura é adicionada para indicar o posicionamento dos dedos.

Quadro 4 – Estudo do botão para retirada do bocal (BC)

<p>BC1 - Botão projetado aplicado ao produto</p>	 <p>BC1</p>
<p>Botão projetado com referencial humano BC2 - masculino BC3 - feminino</p>	<div>   </div> <p>BC2 BC3</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Realizou-se ainda um esforço na manutenção da expressão do produto no conjunto com as demais peças e com conjunto do projeto existente, mantendo a identidade do aspirador. A Figura 10 apresenta a simulação de todas as propostas de acionamento aplicadas no produto.

Figura 10 – Aspirador com acionamentos propostos



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Com estas análises e propostas observou-se que mesmo as interfaces físicas de comandos e acionamentos de equipamentos domésticos bastante estabelecidos no cotidiano, ainda possuem espaço para contribuição do design. Conceitos de usabilidade, como eficiência, eficácia e satisfação, são diretamente influenciados por variáveis como *affordances* e estereótipos populares, questões antropométricas, reflexões sobre manejo fino e grosseiro. Estas reflexões são contextualizadas e algumas limitações das alterações propostas devem ainda ser pontuadas, como a dimensão do botão para abertura do compartimento do filtro (FL2). Seria adequado realizar um estudo dimensional considerando a proporção dos botões entre si, seu destaque em relação à hierarquia das funções e frequência de uso.

5. Considerações finais

Os aspiradores são equipamentos amplamente conhecidos, contudo, sua usabilidade nem sempre se mostra satisfatória. Dessa forma, o objetivo desse exercício era analisar e propor melhorias para os acionamentos de um aspirador de pó vertical, utilizando literatura da área de ergonomia e design. Com isso, as recomendações de Lida (2005) e a adaptação da análise da tarefa de Moraes e Mont'alvão (2003) foram essenciais para o desenvolvimento das alternativas, as quais tiveram um cunho representativo do processo neste trabalho. Por fim, essas foram representadas por modelos de aparência em escala 1:1, utilizando tecnologia de impressão 3D.

As atividades exercidas no presente trabalho tiveram como principal limitação a distância física, imposta pela pandemia da COVID-19. Tanto a análise do objeto, quanto a troca de informações e execução de testes foram impactadas, por esse motivo, os autores recorreram à tecnologia organizando debates virtuais e desenvolvendo o projeto por meio de softwares disponíveis.

Conclui-se que produtos já desenvolvidos e comercializados podem ser aprimorados aplicando conceitos de ergonomia. Reforçando essa definição, as peças impressas mostraram que modelos de aparência tem um papel importante para simular alternativas, gerando novas percepções após a aplicação das propostas no artefato. Como exemplo, o acionamento do compartimento do filtro (FL) criado pelos autores, se tornou um elemento de excessiva importância na hierarquia visual quando inserido no objeto, tomando a posição de destaque que deve ser destinada ao botão Liga/ Desliga (LD). Sendo assim, recomendam-se novos estudos sobre a escala e a aparência desse controle.

Ademais, considerando que é mais fácil refletir sobre ideias que estão materializadas em detrimento daquelas que não estão, os modelos impressos das alternativas abrem um canal para discussão sobre o resultado do estudo com diferentes públicos. Assim, foi possível dialogar sobre o artefato com pessoas não familiarizadas com os conceitos da área de design e ergonomia.

Por fim, indica-se que no futuro sejam feitos testes para validação das soluções com pessoas de diferentes percentis e diferentes níveis de conhecimento sobre o produto, de modo a avaliar os ajustes propostos e também considerando fatores como o entendimento das funções e usabilidade. Para mais, podem ser realizados novos estudos volumétricos dos controles, tornando-os adequados para diferentes públicos, principalmente de pessoas com deficiências que não puderam ser totalmente contempladas nesta proposta.

6. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9241-11**: requisitos ergonômicos para trabalho de escritórios com computadores: parte 11 – orientações sobre usabilidade. Rio de Janeiro, p.3, 2002.

BRITÂNIA. *Dust Off* BRD700. Disponível em: <<https://britania.com.br/asp-po-dust-off-brd700/p>> Acesso em: 17 abr. 2021

CATECATI et al. **Métodos Para a Avaliação da Usabilidade no Design de Produtos**. DAPesquisa v.6, n.8, p.564-581, 2012.

TILLEY, A. R.; DREYFUSS, H. **As medidas do homem e da mulher**: fatores humanos em design. Porto alegre: Bookman, 2005.

IIDA, Itiro. **Ergonomia**: Projeto e Produção. 2ª edição rev. e ampl.- São Paulo: Edgar Blücher, 2005.

JORDAN, Patrick W. **An introduction to usability**. London: Taylor & Francis, 1998.

MORAES, Anamaria de; MONT'ALVÃO, Claudia. **Ergonomia**: Conceitos e Aplicações. Rio de Janeiro: iUser, 2003.

NOVELETTO SCHEMES DA SILVA, Helena; DA SILVA SIMAO, Cristina; PRADO, Gheysa; STROBEL DO NASCIMENTO, Elisa; CHEMIN ROSENMAN, Gabriel. **Estudos em interfaces físicas de**

comandos e acionamento – aspirador de pó doméstico. In: Anais 10. Plural Design. Joinville, SC: Editora UNIVILLE, 2022. Acesso em: 22 maio 2023.

THORNTON, Patrick. ***What is an affordance?*** UX Design. Disponível em:
<<https://uxdesign.cc/what-is-an-affordance-6b60f2de79f2> > Acesso em: 12 abr. 2021.

World Design Organization (WDO). ***Definition of industrial design***. 2015. Disponível em:
<<https://wdo.org/about/definition/>> Acesso em: 23 abr. 2021.