ABERGO 2024
XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA E FATORES HUMANOS
VI Jornada Internacional de Ergonomia
Ergonomia e Fatores Humanos: Ciência e Boas Práticas de Intervenção Ergonômica com Sustentabilidade

A CONTRIBUIÇÃO DO USUÁRIO NO PROCESSO DE PROJETO DE UMA PRÓTESE PARA MEMBRO SUPERIOR VOLTADA PARA CILCLISMO

Iara Sousa Castro, UEMG, BH, MG, Brasil, iara.castro@uemg.br
Gabriel Victor Valadares, UEMG, BH, MG, Brasil, academicovaladaresgabriel@gmail.com
Paulo Roberto Duarte Luso dos Santos, UEMG, BH, MG, Brasil, prluso@gmail.com
Yrurá Garcia Júnior, UEMG, Belo Horizonte, MG, Brasil, yrura.junior@uemg.br
Matheus de Souza e Silva , UEMG, BH, MG, Brasil, souzamatheus93@gmail.com
Higor de Souza Holzmeister, UEMG, BH, MG, Brasil, higorh15@outlook.com
Samuel Methner Baldin, UEMG, BH, MG, Brasil, samuelmbaldin@gmail.com
Ivam César Silva Costa, UEMG, BH, MG, Brasil, ivamcsc@gmail.com

Resumo

Projetar uma prótese para membro superior amputado envolve uma complexidade para solucionar o projeto e atender às necessidades específicas de um paraciclista para desenvolver atividades de treino e de competição. O objetivo deste artigo é apresentar as contribuições da aproximação entre designer e usuário, paraciclista, no processo de design de uma prótese para membro superior amputado voltada para o ciclismo. A metodologia utilizada foi de natureza qualitativa, do tipo estudo experimental. Baseou-se no método do design e nas técnicas sistematizadas da metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho. Os resultados da abordagem participativa, utilizada durante o processo de projeto, mostrou-se efetiva para auxiliar designers desde a fase de concepção do produto até a validação do protótipo. A utilização da experiência do usuário como vetor de direcionamento para a concepção do produto, combinada com a abordagem participativa, revelou-se uma prática eficaz para solucionar problemas de projetos e chegar a soluções assertivas.

Palavras-chave: participação do usuário; projeto; prótese; membro superior; paraciclismo.

1. Introdução

Este artigo aborda a importância da aproximação entre designers e usuários no processo de projeto de design de uma prótese para membro superior voltada para o ciclismo. Projetar uma prótese para membro superior amputado pode envolver uma certa complexidade para solucionar o projeto e atender às necessidades específicas de um paraciclista para desenvolver atividades de treino e de competição.

A Ergonomia é uma ciência interdisciplinar e que faz uma interface com o design, principalmente quando se trata de desenvolver projetos baseados nas necessidades humanas para realização de suas atividades. Neste caso, a aplicação da metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho - AET (Guérin et al., 2001) pode ser o viés de interface para o processo concepção que engloba as duas áreas de conhecimento. Ela ajudará a estabelecer mais condicionantes para o projeto, com base na atividade, que podem estreitar as possibilidades de múltiplas soluções. Estas, muitas vezes, podem ter pontos favoráveis e desfavoráveis sobre os quais o designer pode não possuir o argumento que fundamente qual seria a melhor solução (Castro; Rheingantz; Moreira; Salgado, 2007)

Quando a comunicação e interação entre o designer e o usuário existe, é um desafio para o designer compreender o que o usuário está tentando dizer sobre o que o produto deveria contemplar para atendê-lo. Cada agente possui um tipo de conhecimento e todos enfrentam a dificuldade de exprimir os seus objetivos e as suas necessidades. Enquanto o designer possui o conhecimento técnico e artístico do projetar, os usuários possuem o conhecimento de suas atividades e de suas necessidades. Ambos podem sentir dificuldade de exprimir o que sabem.

Poderão existir diversas demandas isoladas, que o designer deverá ter a habilidade de reuni-las a fim de incorporá-las à solução do projeto. Apesar do processo de concepção de projetos de design ser complexo, incluir uso da AET no processo projetual, pode vir a facilitar o seu desenvolvimento, uma vez que fornece mais dados que direcionam o projeto.

Ainda que estudos de projeto de design de prótese para membro superior remarquem que os resultados de um projeto são passíveis de insatisfações dos usuários, mesmo quando se direciona o método do design para atender às suas necessidades (Oliveira; Chaparro; Paschoarelli, 2022), é importante que mais estudos ergonômicos voltados para o design de equipamentos de ciclismo explorem a interação entre o designer, o usuário e o projeto a fim de identificar lacunas que ocorrem nessa interação e avançar nas soluções de projetos mais assertivos para diversos tipos de usuários e para as diferentes necessidades compreendidas na prática do ciclismo (Silva; Castro, 2023).

Assim, o objetivo deste artigo é apresentar as contribuições da aproximação entre designer e usuário, paraciclista, no processo de design de uma prótese para membro superior amputado voltada para o ciclismo.

2. Materiais e Métodos

A metodologia utilizada foi de natureza qualitativa, do tipo estudo experimental, pautada no método do design (Baxter, 2000) e nas técnicas sistematizadas da metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho - AET (Guérin *et al*., 2001).

A fim de aproximar designers e paraciclista, bem como, envolvê-lo de forma colaborativa no processo de design da prótese, foram utilizadas as técnicas de coleta de dados, conhecidas da AET, como a entrevista, observação, verbalização e validação. A entrevista foi importante para explorar dados relativos ao contexto do ciclismo, aos campeonatos, às características do público alvo e ao processo de execução da prótese. As observações e verbalizações foram úteis para explorar a atividade, permitindo compreendê-la nos seus aspectos físicos e mentais. A validação foi realizada na análise ergonômica a fim de conferir, junto ao paraciclista, as interpretações das informações coletadas e a aplicação delas no projeto. Essas técnicas, também, foram utilizadas ao longo de todo o processo de projeto. De forma complementar, para investigar e discutir aspectos simbólicos, especificamente, foram utilizados questionários (Lakatos; Marconi, 2003) e seleção visual (Sanoff, 1991). Por meio deles, foi possível explorar as preferências e expectativas do paraciclista em relação à identidade da prótese.

A coleta de dados foi realizada com um paraciclista participante voluntário da pesquisa para o qual uma prótese funcional foi projetada, a fim de que ele possa realizar atividades nas modalidades de “estrada” e “mountain bike”. Ainda que seja apenas um participante, o projeto contemplou suas especificidades e mostrou potencial para atender a outros paraciclistas com amputação similar, desde que também fosse feito um estudo ergonômico direcionado para cada um.

3. Resultados

O projeto do design pode ser feito por vários métodos cujos autores apresentam formas distintas de organizar o projeto (Bonsiepe, 1986; Baxter, 2000; Löbach, 2000; Munari, 2008; Bürdek, 2010), mas concordam com que existem etapas de concepção, desenvolvimento de um projeto até que possa ser executado e validado para o uso.

A concepção de um projeto é iniciada por uma demanda ou definição de um problema. A revisão bibliográfica apresenta com clareza a necessidade de se investir em projetos voltados para próteses para membros superiores aplicados ao paraciclismo, revelando embora existam avanços em tecnologias e materiais aplicados a esse contexto de projeto, ainda existem lacunas a serem exploradas em projetos de natureza estética e funcional que podem minimizar dificuldades enfrentadas nas atividades dos paraciclistas (Repolês; Castro, 2023). Essa demanda pôde ser confirmada com a indicação de casos reais por uma Organização Não Governamental (ONG) dedicada a paratletas. Nesta etapa, com o auxílio da Análise ergonômica do Trabalho, que também é motivada por uma demanda real (Abrahão *et al.*, 2009), iniciou-se a construção social (Falzon, 2016) entre designers e paraciclistas a fim de se conhecer um pouco sobre o contexto da prática profissional voltada para competição e reformular a demanda para esse contexto específico e para um paraciclista voluntário para o qual seria projetada uma prótese.

A partir da aproximação entre os atores advindas da construção social, a AET começou a colaborar com a construção do briefing do projeto. A análise da atividade do paraciclista em situações de treino e de competição permitiram aos designers identificar as dificuldades e as variabilidades enfrentadas pelo paratleta durante a prática do esporte para elaborar recomendações ergonômicas que foram validadas com o paraciclista. Essas recomendações fundamentaram o conceito e, também, foram contempladas nas diretrizes projetuais para o design de uma prótese esportiva.

É difícil para o designer transformar uma recomendação ergonômica em uma ou mais diretrizes de projeto. Assim, foi preciso dividir o projeto em subproblemas (Bonsiepe, 1986), devido à complexidade de solucionar o projeto, para correlacioná-los com as recomendações e seus desdobramentos em diretrizes para cada subproblemas. Isso facilitou tomar a decisão de dividir a prótese em partes distintas que pudessem exercer as funções da mão, do punho e do antebraço, assim como a de conexão da prótese com o coto curto de um braço com amputação transradial.

Assim, desde as primeiras gerações de alternativas, buscou-se soluções funcionais para um produto único, mas dividido em partes. Esses primeiros estudos permitiram estreitar mais os laços com o paraciclista uma vez que ele não tinha a experiência de conduzir bicicleta com prótese. Por meio da análise da atividade do atleta, foi possível discutir a atividade futura por meio da identificação de Situações de Ações Características - SACs (Daniellou, 2007), ou seja, aquelas ações que ele já realizava sem a prótese, e que

continuará realizando quando tiver uma prótese. A partir desse entendimento, foi possível traçar diretrizes prospectivas para serem contempladas no projeto da prótese, de forma a atender as necessidades do atleta durante a realização da atividade futura, melhorando seu bem-estar, sua segurança e seu desempenho.

Os estudos iniciais foram evoluindo e tornando-se necessário fazer modelos virtuais, discuti-los e, quase simultaneamente, realizar modelos físicos rápidos. A modelagem rápida é feita com materiais de baixo custo e não possuem a intenção de que os modelos sejam testados em situação de uso. Contudo já são suficientes para os designers discutirem tecnicamente o projeto e ainda utilizá-los como objeto intermediário para discutir o uso do modelo com o paraciclista na atividade futura provável (Daniellou, 2007).

Baseando nesse avanço de compreensão do projeto, mas ainda buscando uma solução funcional para a prótese que contemplasse as necessidades do paraciclista, avança-se na modelagem virtual com mais detalhes que são materializados em modelos para serem testados em uso pelo paraciclista em uma situação controlada. Esta foi feita no próprio centro de pesquisa, com o atleta posicionado em uma bicicleta fixada em um rolo de treino. Assim, foi possível simular as SACs, fazendo uso de cada modelo. Esses modelos não foram testados de uma vez. A cada modelo testado, os designers identificavam junto com o paratleta as falhas e as lacunas que ainda não tinham sido percebidas. Baseado nesses resultados, reiniciava-se o processo de modelagem.

Até que a solução funcional chegasse próximo do desejável, a equipe não havia conseguido discutir com o atleta os aspectos simbólicos e estéticos da prótese. Eles ficaram em segundo plano para serem solucionados, embora fossem tão importantes quanto os funcionais, uma vez que eles não tinham sido verbalizados pelo ciclista ainda. Isso só foi ocorrer após um teste do último modelo, anterior ao protótipo.

Antes do protótipo ser desenvolvido, foi feita uma investigação com o atleta pautada em informações coletadas com entrevista, questionário e seleção visual. Esses instrumentos de coleta permitiram obter dados para representar virtualmente o modelo com algumas alternativas que foram validadas com o paraciclista para compreender a identidade que essa prótese deveria ter para torná-la agradável e estimular a sua apropriação pelo atleta.

Após essa etapa, retomou-se o detalhamento da parte funcional direcionado para o tipo de material e de processo de fabricação que o protótipo funcional pudesse ser executado com materiais resistentes a fim de que o paraciclista pudesse testá-lo, inicialmente, em situação controlada e, posteriormente, em situação real. Ao longo do processo de execução do protótipo, a interação do atleta para a realização de medições, de moldes e de provas foi fundamental e recorrente. Foram feitos três moldes devido ao ganho excessivo e perda de peso rápida pelo atleta. Ficou muito claro para todos que manter o equilíbrio do peso era necessário para que não fossem feitos ajustes ou, até mesmo, uma outra prótese.

Com o protótipo ajustado, foi necessário realizar a validação em situação controlada e novamente fazer a análise das SACs com o atleta fazendo uso da prótese. As observações e verbalizações que ocorrem nas validações ajudam muito na comunicação e na compreensão de todos. Foram feitos pequenos ajustes na fixação de uma das partes do projeto no guidão da bicicleta e foi feita a passagem do teste para a condução da bicicleta livre do rolo de treino. O paratleta conduziu no espaço interno da edificação da instituição de ensino e demonstrou uma adaptação muito rápida, sendo possível deixá-lo com a prótese para que pudesse usá-la para treino, antes de começar a competir com ela.

O projeto ainda está nessa fase de validação em situação real, que não é instantânea. É preciso tempo para que durante os treinos, a análise ergonômica da condução com a prótese traga novas revelações. Portanto, essa abordagem participativa, utilizada durante o processo de projeto, mostrou-se efetiva para auxiliar designers desde a fase de concepção do produto até a validação do protótipo. A utilização da experiência do usuário como vetor de direcionamento para a concepção do produto, combinada com a abordagem participativa, revelou-se uma prática eficaz para solucionar problemas de projetos e chegar a soluções assertivas.

4. Conclusões

O processo de aproximação entre designers e paraciclista revelou algumas contribuições importantes para o projeto de design: a) encontrar um problema real e reformular a sua demanda sob o ponto de vista da ergonomia da atividade, b) dar início à construção social necessária ao processo projetual; c) situar os designers sobre o contexto, as atividades e as necessidades do usuário para o qual iriam projetar; d) construir o

briefing com informações baseadas na análise da atividade e nas recomendações ergonômicas; e) fundamentar o conceito e traçar diretrizes que contemplem as recomendações ergonômicas; f) discutir a atividade futura do paraciclista com o uso da prótese por meio da identificação de Situações de Ações Características - SACs; g) traçar diretrizes prospectivas para serem contempladas no projeto da prótese, de forma a atender as necessidades do atleta durante a realização da atividade futura; h) desenvolver modelos virtuais e físicos a fim de utilizá-los como objeto intermediário para discutir o uso do modelo com o paraciclista na atividade futura provável; i) avançar no processo de modelagem em situação controlada a fim de validar as propostas com o paraciclista utilizando-as; j) explorar os aspectos estéticos e simbólicos do projeto, além dos aspectos funcionais; k) desenvolver um protótipo para ser testado pelo paraciclista em situação controlada e em situação real.

Os testes com o protótipo visam identificar dificuldades e fazer ajustes enquanto ainda há tempo de serem solucionadas antes de sua fabricação. É sabido que a antecipação da atividade, no nível da ação, não pode ser completamente antecipada, pois a atividade futura é somente provável ou possível (Béguin, 2007). Baseado nisso, entende-se que a concepção deve prosseguir no uso (Castro; Lima; Duarte, 2015; Leisa; Castro, 2024), ou seja, o projeto de design pode apresentar falhas deixadas pelos designers que devem ser vistas como motivação para fazer os projetos avançarem nas inovações e a enxergarem lacunas que podem fazer o design avançar.

Graças às investigações, aos métodos, às técnicas e aos testes utilizados, o desenvolvimento do projeto e do processo de modelagem mostrou que uma mesma prótese poderia ser utilizada nas duas modalidades de ciclismo praticadas pelo paratleta voluntário, estrada e mountain bike, desde que fossem elaboradas configurações diferentes para atender as especificidades de cada uma das práticas e dos tipos de guidão.

5. Agradecimentos

Apoio à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG, à Universidade do Estado de Minas Gerais, ao Centro de Pesquisa em Design e Ergonomia – CPqD e ao Laboratório de Ensaios, Modelagem e Prototipagem - LEMP da Escola de Design da UEMG.

Referências bibliográficas

ABRAHÃO, J.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A.; SARMET, M.; PINHO, D. **Introdução à Ergonomia**: da prática à teoria. São Paulo: Blücher, 2009. 240p.

BAXTER, M. **Projeto de produto:** guia prático para o design de novos produtos. 2ª ed. rev. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.

BÉGUIN, P. O ergonomista, ator da concepção. In: FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Blucher, 2007.

BONSIEPE, Gui. **Design Sociedade e Cultura**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1986.

BRITO, G. L.; CASTRO, I. S. **Expectativa e percepção dos usuários na fase de mudança: estudo de caso nas salas de aula da Escola de Design**. Estudos em design (online), v. 32, p. 103-124, 2024.

BÜRDEK, Bernhard E. **Design:** história, teoria e prática do design de produtos. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2010.

CASTRO, I. S.; LIMA, F. P. A; DUARTE, F. J. C. M. **Users contributions to an architectural project at the start up**. Production, v. 25, p. 310-322, 2015.

CASTRO, I. S.; RHEINGANTZ, P. A.; MORERA, A.; SALGADO, M. .**A Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e suas contribuições para o desenvolvimento de projeto de arquiteura de ambientes de trabalho**. Cadernos do PROARQ (UFRJ), n.º 11, p.77-88, 2007.

DANIELLOU, F. (2007). A ergonomia na condução de projetos de concepção de sistemas de trabalho. In P. Falzon, **Ergonomia**, São Paulo: Edgard Blücher, pp.303- 315.

GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J.; KERGUELEN, A. **Compreender o trabalho para transformá-lo**. Tradução de L. Sznelwar *et al*. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311p.

LÖBACH, B. D. **Design Industrial**: bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Blucher, 2000.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem as coisas**. 2ª ed.São Paulo: Martins editora, 2008.

OLIVEIRA, P. C. R.; CHAPARRO, M.; PASCHOARELLI, L. C. **O design nas próteses Cyborg Beast nas perspectivas de Sargent (1994) e Lobach (2001**). Human Factors in Design, v.11, n.º 21, p. 73-96, junho 2022.

REPOLÊS, L. G.; CASTRO, I. C. **Design de próteses para membros superiores: uma revisão bibliográfica**. In: ERGODESIGN & USIHC 2023 & JOP'Design 2023, São Luís, 13 a 16 jun. 2023. Anais do 19º Ergodesign; USIHC e IV JOP`Design. Blucher Design Proceedings. São Paulo: Editora Blucher, 2023. v. 1. p. 758-773.

SANOFF, H. **Visual Research Methods in Design**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

SILVA, M. S.; CASTRO, I. S. Principais fatores da dinâmica entre ciclista e bicicleta na prática do ciclismo. In: CASTRO, I. S.; FRANCO, J. R. **Pesquisa em design e reflexões contemporâneas**. São Paulo: Blucher, 2023.