

SISTEMATIZAÇÃO DO PROJETO DE UMA CADEIRA DE BANHO: UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS COM ABORDAGEM PARTICIPATIVA

SYSTEMATIC DESIGN OF A SHOWER CHAIR: UTILIZATION OF METHODS WITH A PARTICIPATORY APPROACH

Alina de Souza Leão Rodrigues¹

Luciana Bolzan Agnelli Martinez²

Zilda de Castro Silveira³

Resumo

O abandono de dispositivos assistivos está majoritariamente associado à desconsideração das necessidades do indivíduo e a uma tradição assistemática de projeto. Este trabalho apresenta o desenvolvimento sistemático e participativo do projeto conceitual de uma cadeira de banho. Combinando instrumentos da prática clínica com métodos de engenharia, entrevistaram-se doze usuários para as tomadas de decisões. A solução gerada apresentou grau de inovação, correspondência com as demandas e boa avaliação por profissionais da saúde. A abordagem possibilitou maior fluidez na comunicação entre os domínios, ressaltando a heterogeneidade das interações e favorecendo trocas mais objetivas e igualitárias.

Palavras-chave: dispositivos de auxílio diário, metodologia de projeto, projeto customizado.

Abstract

The abandonment of assistive devices is mostly associated with the disregard for the individual's needs and the traditionally unsystematic design process. This work presents the systematic and participatory development of the conceptual design of a shower chair. By combining clinical practice instruments and engineering methods, twelve users were interviewed to assist decision-making. The generated solution presented innovation, correspondence with the demands, and good evaluation by health professionals. The approach allowed greater fluidity in the communication between domains, highlighting the heterogeneity within interactions and favoring more objective and egalitarian exchanges.

Key-words: daily living aids, design methodology, customized design.

¹ alinarodrigues@usp.br

² luagnelli@ufscar.br

³ silveira@sc.usp.br

1 INTRODUÇÃO

Com intrínsecos dinamismo, complexidade e multidimensionalidade, o impacto da deficiência na sociedade envolve não só aspectos diretamente elencáveis e quantificáveis, como a demanda por adaptações residenciais e políticas públicas, mas também engloba fatores mais subjetivos e ocultos, como isolamento social e repercussões psicológicas (World Health Organization, 2022). Seja de forma permanente ou temporária, em decorrência de doenças crônicas, malformações congênitas, acidentes ou envelhecimento, estima-se que mais de 16% da população mundial experienciam alguma alteração na função ou estrutura corporal, limitações em atividades, dificuldades na execução de tarefas ou restrições de participação (World Health Organization, 2022). Atuando como agente agravante desse cenário, a pandemia de COVID-19 desencadeou complicações que podem comprometer o controle motor de indivíduos, descontinuou sessões de fisioterapia e destacou barreiras estruturais à igualdade de tratamento de saúde (Brennan, 2020). A Tecnologia Assistiva (TA) desempenha um papel fundamental nesse contexto, possibilitando o desenvolvimento de produtos, sistemas e serviços customizados que promovem a independência funcional, a inclusão social e a qualidade de vida (Smith *et al.*, 2018).

Dentre as Atividades da Vida Diária, o banho é por vezes reportado como a mais desafiadora para indivíduos com mobilidade reduzida (Fong, 2019), além de estar associado a admissões de longo prazo em casas de repouso e a serviços de auxiliares domésticos. Dessa forma, elencadas como um dos produtos assistivos prioritários (Organização Mundial da Saúde, 2017), as cadeiras de banho apresentam importância significativa na reabilitação, no desempenho ocupacional e na independência. No entanto, tais equipamentos têm recebido pouca atenção de pesquisas (Rodrigues, 2022), e alguns dos trabalhos relacionados apresentam estruturas não-dobráveis (Malassigné *et al.*, 2000), limitações orçamentárias (Dutra, 2008), motivações meramente tecnológicas (Yang *et al.*, 2017) e público-alvo reduzido (Lindström; Sjöberg, 2019). Modelos comerciais com maiores níveis de conforto e ergonomia ainda são pouco customizáveis e têm valores inacessíveis.

Apesar da demanda significativa por dispositivos assistivos, diversos obstáculos têm sido identificados à sua implementação e, mesmo quando a entrega é concretizada, taxas de abandono entre 20% e 50% têm sido reportadas (Sugawara *et al.*, 2018) por razões que podem ser categorizadas em seis temas analíticos: projeto e função, conhecimento e informação, prestação de serviços, fatores psicológicos, rede de apoio e barreiras sociais (Howard *et al.*, 2022). Impedimentos ao uso contínuo relacionados a projeto e função comumente envolvem desenvolvimentos impulsionados majoritariamente por avanços tecnológicos, insatisfação com dimensões, estética ou conforto, baixa confiabilidade, dificuldades de uso ou ajustes e necessidades não contempladas (Howard *et al.*, 2022).

Abordagens sistemáticas de projeto que promovam a participação ativa do usuário desde as etapas iniciais de desenvolvimento podem proporcionar um ambiente favorável à colaboração interdisciplinar, em que o indivíduo seja considerado não um cliente, mas um co-criador e protagonista (De Couvreur; Goossens, 2011) cujas necessidades, opiniões e preferências sejam traduzidas em requisitos e aprimoramentos a serem implementados, potencialmente aumentando as taxas de aceitação do produto

final. Embora alguns esforços tenham sido direcionados à proposta e aplicação de tais metodologias (Aflatoony; Lee, 2020; García *et al.*, 2021; Gherardini *et al.*, 2018; Santos; Silveira, 2020), por vezes observa-se que a participação é restrita a consultas pontuais (De Couvreur; Goossens, 2011), a geração de conceitos é baseada em pesquisa de mercado ao invés de envolvimento ativo (Trischler *et al.*, 2018), o levantamento de requisitos não incorpora fatores contextuais (Burlison *et al.*, 2023), a aplicação de ferramentas da engenharia é escassa ou não há uma descrição clara de como efetivamente integrar os diferentes domínios do conhecimento (Rodrigues, 2022). Partindo de tais limitações, o objetivo deste trabalho é desenvolver o projeto conceitual de uma cadeira de banho através de uma abordagem sistemática e participativa, integrando ferramentas de coleta de dados com instrumentos da prática clínica e métodos de engenharia.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A abordagem seguida nesta pesquisa deriva da metodologia Projet8-TA (Santos; Silveira, 2020), podendo ser integrada à mesma e propondo uma maior estruturação das etapas iniciais e dos ciclos iterativos, com detalhamento do passo-a-passo a ser empregado, instrumentos que podem ser implementados e informações que podem ser obtidas.

A primeira etapa consistiu na seleção da atividade a ser contemplada pelo projeto – o banho –, impulsionada pela demanda identificada por uma terapeuta ocupacional e consolidada através de uma revisão de patentes, produtos comerciais e artigos científicos. Em seguida, definiu-se o público-alvo com base em níveis de funcionalidade, de forma a abranger indivíduos com diferentes diagnósticos e diferenciar necessidades em um mesmo contexto clínico. A Medida de Independência Funcional (MIF) foi utilizada para essa caracterização, classificando o desempenho funcional em determinado aspecto da vida diária segundo uma escala de 1 (assistência total) a 7 (independência completa) (Brasil, 2006). Foram incluídos neste estudo apenas usuários de cadeiras de banho adultos com acesso à internet e capazes de desempenhar pelo menos 50% da atividade em questão sem auxílio de outrem, sendo, portanto, classificados entre os níveis 3 e 6 da MIF. Também foi adotado como critério de inclusão que os participantes tivessem a cognição preservada, conforme avaliado pelo Miniexame do Estado Mental (MEEM), com pontos de corte de acordo com nível de escolaridade (Brucki *et al.*, 2003). O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Carlos (CAAE 45970821.2.0000.5504) e os participantes assinaram o Termo de Consentimento antes da coleta de dados.

O mapeamento de indivíduos que atendessem ao perfil funcional desejado foi realizado através de questionário eletrônico pela ferramenta *Google Forms*. As perguntas foram elaboradas tomando-se como base a árvore de decisões da MIF motora (Brasil, 2006), e a classificação na escala foi realizada pelas autoras a partir da análise das respostas obtidas. Após a triagem, doze dos respondentes categorizados entre os níveis 3 e 6 da MIF para o banho participaram de entrevistas individuais e remotas para avaliação cognitiva e para levantamento de requisitos para o projeto. Além do MEEM, os instrumentos padronizados QUEST (Carvalho; Gois Júnior; Sá, 2014) e COPM (Law *et al.*, 2009) foram aplicados nessa etapa, associados a perguntas de elaboração própria

e a uma adaptação do questionário eletrônico eMAST para usabilidade de cadeiras de banho (Friesen; Theodoros; Russell, 2016). Foram investigados aspectos referentes à atividade em si, ao ambiente em que ela ocorre, ao equipamento atual, à assistência necessária e às políticas e serviços associados.

A partir dos resultados das entrevistas, foi elaborada uma lista de requisitos para o projeto da cadeira de banho, organizados por ordem de importância sob o ponto de vista do grupo de usuários entrevistados. Essa lista também foi sujeita à priorização sob as perspectivas de pesquisadores de engenharia e da área da saúde com auxílio de uma matriz de comparação aos pares (Dym, 2004). Para tal, cada requisito foi listado ao longo das linhas e das colunas, possibilitando a comparação direta entre cada par. Caso a demanda da linha fosse julgada mais importante do que aquela da coluna, o elemento receberia o número 1. Do contrário, nada lhe seria atribuído. Ao término das avaliações, os valores obtidos para uma mesma linha foram somados, de forma que, quanto maior fosse o total, mais importante seria o requisito daquela linha. Por fim, os requisitos foram categorizados como pouco importantes, importantes, ou muito importantes (notas 1, 3 ou 9, respectivamente). Para compor uma classificação geral, foram calculadas as médias entre as relevâncias atribuídas pelos três pontos de vista.

Com os requisitos elencados e priorizados, o desdobramento da função da qualidade (QFD) foi aplicado (Mizuno; Akao, 1994). Cada demanda foi traduzida em uma ou mais características técnicas mensuráveis, e as relações dessas com os requisitos foram mapeadas, classificadas como fracas, moderadas ou fortes (1, 3 ou 9, respectivamente). Por fim, foram calculadas as importâncias de cada parâmetro técnico (Wasserman, 1993). A matriz de correlações do QFD também foi preenchida, visando a comparação entre pares de características técnicas e a detecção de contradições de projeto, caracterizadas pela impossibilidade de aprimoramento conjunto dos dois parâmetros de um mesmo par. Seguindo uma abordagem integrada, as três contradições mais críticas foram selecionadas para serem tratadas por meio da Teoria da Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ), que estimula a criatividade fazendo uso de princípios tabelados ao longo das etapas de abstração do problema, resolução genérica e particularização (Altshuller, 1984).

Para iniciar a geração dos conceitos, um Quadro Morfológico foi desenvolvido (Zwicky, 1967), dividindo-se o equipamento a ser projetado em diferentes subsistemas com múltiplas funções de projeto, para as quais foram listadas diversas possíveis soluções. Combinando as alternativas mais viáveis, traçou-se um caminho para o conceito da cadeira de banho. O modelo virtual correspondente foi criado com auxílio do software SolidWorks®.

Após a geração da primeira versão do conceito, cinco dos participantes previamente categorizados como MIF 6 foram selecionados por conveniência e convidados a dar continuidade à colaboração, através do compartilhamento de opiniões e retornos acerca da condução do projeto. Dois grupos foram criados para discussões remotas e coletivas para apresentação do modelo virtual e investigação de aspectos como preocupações e riscos, incorporações à rotina, facilidade de execução dos ajustes e relevância da solução.

A partir das conversas com os usuários participantes, foram realizados os ajustes correspondentes no modelo virtual, originando a segunda versão do conceito, que embasou a construção de um protótipo simplificado em escala reduzida (1:2). As peças foram fabricadas em ABS por manufatura aditiva baseada em extrusão (impres-

sora Sethi3D AiP A3) ou em MDF por corte a laser (máquina ChinaCNCZone SL-320), a depender da geometria e das dimensões. Com o sistema montado, os fatores que ocasionavam divergência em relação ao funcionamento esperado foram identificados e ajustados, originando a terceira versão do conceito. O modelo virtual e o protótipo atualizados foram apresentados a três profissionais de saúde de forma presencial e conjunta. Além da conversa em grupo, um questionário eletrônico foi distribuído entre os avaliadores para análises individuais.

3 RESULTADOS

Os principais resultados provenientes das entrevistas individuais com os doze usuários já foram previamente publicados (Rodrigues; Martinez; Silveira, 2023) e permitiram o levantamento dos requisitos para o projeto da cadeira de banho, conforme resumizado na Tabela 1. A tabela também apresenta as notas de importância sob a perspectiva dos usuários (U), da equipe de projeto de engenharia (EP) e dos profissionais de saúde (PS), assim como o peso final atribuído a cada requisito. É possível observar que os itens considerados mais relevantes foram a manobrabilidade, a autopropulsão e a estabilidade.

Tabela 01 - Lista de requisitos dos usuários. Os valores 1, 3 e 9 indicam pouco importante, importante e muito importante, respectivamente. Para determinação dos pesos absolutos, foram calculadas as médias aritméticas entre as importâncias atribuídas pelos usuários, pela equipe de projeto e pelos profissionais de saúde. Em seguida, tais médias foram traduzidas nos valores 1, 3 e 9 para seguir a lógica de priorização anteriormente adotada.

Requisitos do usuário	Importâncias			Peso absoluto
	U	EP	PS	
Ser facilmente manobrável	9	9	3	9
Permitir a autopropulsão	9	9	3	9
Ser resistente à corrosão	3	3	1	1
Ser dobrável	9	3	3	3
Ter altura ajustável	1	3	3	1
Ser compatível com vaso sanitário	3	3	1	1
Ter apoio para os pés removível e ergonômico	3	1	3	1
Ter apoio escamoteável para os braços	1	1	3	1
Ser confortável	3	3	9	3
Ser estável	3	9	9	9
Evitar escorregamentos do usuário	3	3	9	3

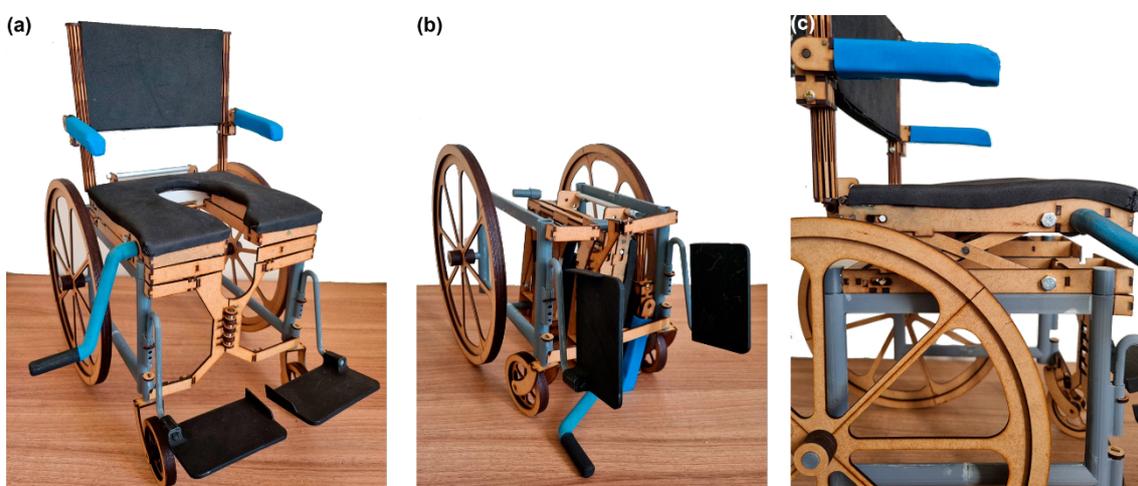
Após aplicação das ferramentas de projeto para priorização e tratamento de parâmetros técnicos e proposta de soluções, o conceito gerado é caracterizado por rodas

traseiras grandes com aros de propulsão e travas para permitir a movimentação independente. O assento segue um formato anatômico em “S” para proporcionar melhor distribuição de pressões na interface com a pele. Além disso, também apresenta a parte frontal removível, podendo ser adaptado quanto à presença de abertura nessa região de acordo com a preferência individual. Para o ajuste de altura do assento, foi adotado um mecanismo característico de elevador pantográfico, com um par de barras em cada lateral organizadas em uma configuração em “X” e eixos transversais para transmitir o movimento. Esse ajuste é realizado através de uma manivela próxima à roda e pode ser efetuado pelo próprio usuário enquanto se encontra na cadeira. Dessa forma, é possível nivelar o equipamento com outras superfícies para facilitar transferências e utilizá-lo com diferentes tamanhos de vaso sanitário. Os apoios para os pés dispõem de altura ajustável por pinos, abas laterais e alças posteriores para maior suporte, enquanto que os apoios para os braços são escamoteáveis e removíveis com travas por contrapino.

Durante a apresentação da primeira versão do conceito, o retorno obtido dos usuários foi no geral positivo, com destaque para a identificação de alguns aspectos a serem aprimorados, como o desejo de que as rodas traseiras fossem removíveis e a necessidade de modificação no ajuste dos apoios para os braços. Nesse último caso, a trava por contrapino foi substituída por um conjunto catraca-lingueta com dois estágios, semelhante aos encontrados em encostos de sofás e poltronas. Com relação aos apoios para os pés, uma das participantes afirmou: “Ficou ótimo. Acho que minha maior dificuldade hoje é colocar o pé, tenho que ficar segurando, então vai atender a essa necessidade.”

Ao longo da fabricação do protótipo simplificado, observou-se a falha recorrente de um dos componentes responsáveis pela compactação da estrutura e, portanto, reforços localizados foram adicionados. Além disso, o assento era elevado de forma unilateral durante o ajuste de altura, o que foi corrigido através da adição de um rolamento linear com o eixo correspondente para limitar o movimento do lado oposto à manivela. A Figura 1 apresenta o protótipo da cadeira em suas configurações padrão de uso (a), compacta (b) e com o assento na posição mais elevada (c).

Figura 01- Montagem final do protótipo físico simplificado e reduzido



Após a apresentação do protótipo, os profissionais de saúde participantes julgaram a experiência de manusear essa representação tangível como esclarecedora (67%) ou indispensável (33%) para compreender o funcionamento da solução e a interação entre os componentes. De maneira geral, foi avaliado que os requisitos levantados foram satisfatoriamente contemplados pelo projeto. Conforme apresentado na Tabela 2, os três profissionais de saúde participantes concordaram totalmente com as afirmativas de que o conceito elaborado poderia melhorar a qualidade de vida e facilitar a atividade do banho. Também foram unânimes a constatação de que as funcionalidades propostas apresentam grau de inovação e a predisposição dos avaliadores em recomendar a cadeira de banho.

Tabela 02 - Níveis de concordância com afirmações sobre o conceito da cadeira. 1: discordo totalmente; 5: concordo totalmente

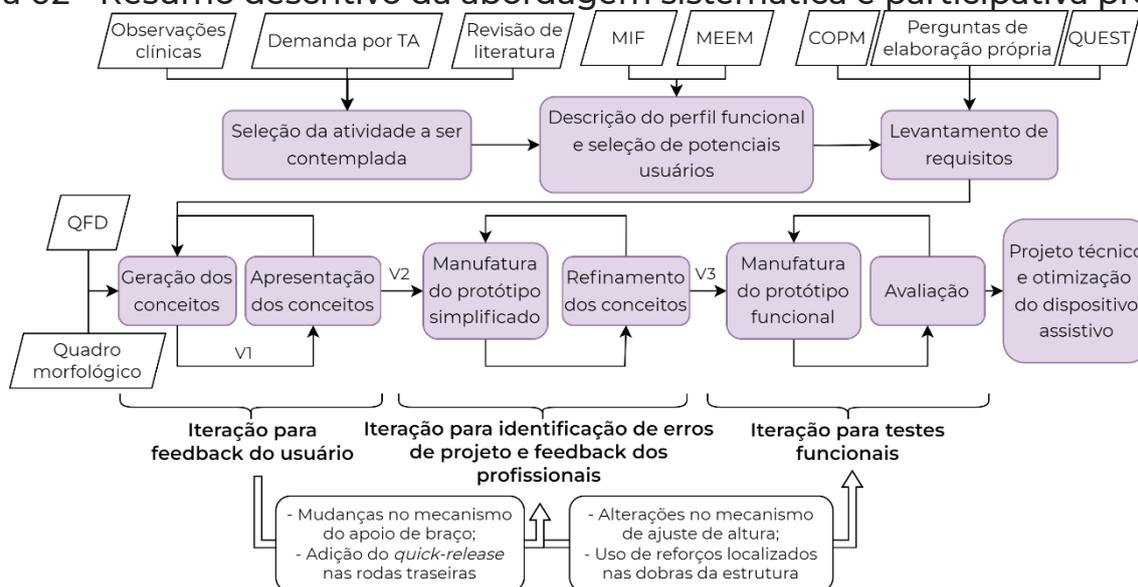
Afirmativas	Graus de concordância (1 – 5)		
	A1	A2	A3
Poderia beneficiar/melhorar a qualidade de vida	5	5	5
Poderia facilitar a atividade do banho	5	5	5
Poderia facilitar as transferências	4	5	4
As funcionalidades são fáceis de aprender	4	5	4
Seria de fácil utilização e ajuste	4	4	4
É adaptável a diferentes espaços físicos	4	4	4
As funcionalidades apresentam inovação	5	5	5
Eu recomendaria esta cadeira	5	5	5

Quando questionados abertamente quanto aos principais benefícios da solução proposta, os profissionais mencionaram o ajuste de altura e a compactação. Já com relação às preocupações citadas, houve destaque para o acionamento por manivela no ajuste de altura, que poderia levar o usuário a inclinar o tronco lateralmente durante o movimento e deslocar o centro de massa do sistema. Análises de estabilidade futuras se fazem necessárias para investigar essa questão mais a fundo e verificar a possibilidade de mudança de acionamento. Por fim, os avaliadores afirmaram estarem totalmente satisfeitos (66%) ou satisfeitos (33%) com o design e o conceito geral.

4 DISCUSSÃO

Este trabalho apresentou o processo de desenvolvimento do projeto conceitual de uma cadeira para banho, através de uma abordagem sistemática e participativa que combina a aplicação de técnicas de coleta de dados, instrumentos da prática clínica e ferramentas de projeto de engenharia. O procedimento consiste em um refinamento da metodologia Projet8-TA (Santos; Silveira, 2020) e difere desse por: I) sugerir a seleção da atividade como ponto de partida para o projeto; II) propor a definição do público-alvo com base em níveis de funcionalidade; III) definir estratégias a serem empregadas e informações a serem obtidas para promover a participação ativa do usuário e integrá-la aos demais domínios desde as etapas iniciais de desenvolvimento; IV) diferenciar os objetivos de cada iteração. Uma visão geral da abordagem desenvolvida encontra-se esquematizada na Figura 2, assim como as principais mudanças realizadas entre as diferentes versões do conceito (V1, V2 e V3). É importante destacar que, uma vez que o presente trabalho foi voltado ao projeto conceitual, as etapas referentes à iteração para testes funcionais não foram conduzidas.

Figura 02 - Resumo descritivo da abordagem sistemática e participativa proposta



Com relação às estratégias adotadas para caracterização dos usuários, a MIF na prática clínica é na maioria das vezes avaliada por um profissional de saúde que entrevista o indivíduo ou o observa simulando a execução da atividade em questão. Neste trabalho, no entanto, o nível de funcionalidade para banho foi julgado pelo próprio usuário de cadeira de banho através de questionário eletrônico. De maneira geral, as perguntas desenvolvidas mostraram-se satisfatórias para classificação funcional durante

o banho nos três grandes grupos de dependência completa (MIF 1 ou 2), dependência modificada (MIF 3, 4 ou 5) ou independência modificada (MIF 6). Os casos com respostas inconsistentes em sua maioria apresentaram incertezas dentro de uma mesma categoria, sugerindo que, para distinções mais detalhadas, os questionamentos foram insuficientes para uma classificação confiável.

Ao longo das entrevistas individuais, destinadas ao entendimento dos contextos e necessidades dos usuários, observou-se que todos os participantes são indivíduos já adaptados às suas condições de saúde, que foram ou estão sendo atendidos em serviços de reabilitação e que já encontraram as estratégias rotineiras mais propícias à execução de todas as tarefas associadas ao banho. Iniciativas próprias foram desencadeadas para modificar tanto os ambientes quanto as cadeiras de banho, aprimorando-os para que melhor atendam às necessidades individuais. Dessa forma, com hábitos já estabelecidos, observou-se em alguns casos certo comodismo por parte dos participantes, com descrença em relação a possíveis melhorias, julgando alguns dos recursos abordados como realidades muito distantes. Tal aceitação da situação atual também refletiu em uma discrepância entre resultados obtidos por instrumentos quantitativos e perguntas abertas com objetivos análogos. Por exemplo, um dos participantes afirmou que “se pudesse, mudaria tudo” em sua cadeira de banho atual, mas listou como ponto negativo apenas o fato de o modelo não ser dobrável e avaliou-se como no mínimo mais ou menos satisfeito para todos os itens do QUEST. Nessas situações de inconsistências, foram priorizados os relatos fornecidos de maneira espontânea, seguidos pelas respostas às perguntas abertas, em detrimento dos resultados quantitativos. As atribuições de notas, embora auxiliem a priorização de requisitos, mostraram-se mais instáveis, suscetíveis a indecisões e passíveis de alterações no curto prazo, o que ressalta a importância de serem acompanhadas por estratégias qualitativas que corroborem ou não os resultados obtidos.

As entrevistas coletivas, voltadas à apresentação da primeira versão do modelo virtual desenvolvido, foram conduzidas em dois grupos, sendo A com três participantes e B com dois. Embora o mesmo roteiro tenha sido seguido em ambos os casos, o grupo A mostrou-se mais disperso, com desvios recorrentes do tema e respostas que divergiam das perguntas realizadas, trazendo contribuições aplicáveis a etapas futuras do projeto e não ao conceito. Já o grupo B foi mais direto, conciso e objetivo, com comentários mais enriquecedores para os objetivos imediatos. Essas diferenças são reflexo de particularidades individuais e reforçam a importância do estabelecimento de grupos pequenos para tais discussões, de forma a alcançar a profundidade de expressão de cada indivíduo e ainda colocar necessidades únicas sob perspectiva.

Apesar das contribuições em diretrizes de projeto participativo e em desenvolvimento de produto, o cenário de aplicação neste trabalho foi restrito a uma amostra pequena que, apesar de heterogênea, pode não ser representativa das singularidades do público-alvo. Além disso, investigações futuras se fazem necessárias para verificar a aplicabilidade do procedimento para outros níveis de independência funcional. Para usuários que requerem assistência para execução da atividade, pode ser enriquecedor incluir o cuidador como participante, o que exige que algumas adaptações sejam realizadas na coleta de dados.

5 CONCLUSÕES

Este estudo atuou nas lacunas identificadas em termos de abordagens sistemáticas para promover a participação do usuário e partiu de uma demanda identificada quanto ao desenvolvimento tecnológico e acessibilidade de cadeiras de banho. O procedimento seguido mostrou-se bem-sucedido para as etapas iniciais de projeto, levando a três versões do conceito com nível de inovação. As estratégias adotadas proporcionaram uma maior compreensão acerca das complexas interações entre os diferentes domínios do conhecimento, facilitando a comunicação e possibilitando o aprendizado mútuo entre as partes. As experiências obtidas ressaltaram a importância da combinação entre instrumentos quantitativos e qualitativos para o levantamento de requisitos, associados a técnicas de projeto para ideação. Trabalhos futuros podem ser direcionados à implementação das próximas etapas metodológicas relacionadas a simulações numéricas, manufatura do protótipo funcional e avaliação.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AFLATOONY, L; LEE, S J. CODEA: A framework for co-designing assistive technologies with occupational therapists, industrial designers, and end-users with mobility impairments. *In: 16TH INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE, 2020, Cavtat. **Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference***. Cambridge: Cambridge University Press, 2020. p. 1843–1852.

ALTSHULLER, Genrikh Saulovich. **Creativity as an exact science: the theory of the solution of inventive problems**. Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers, 1984.

BRASIL. Ministério da Saúde. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa. **Cadernos de Atenção Básica**, Brasília, DF, n. 19, 2006.

BRENNAN, Ciara Siobhan. **Disability rights during the pandemic: a global report on findings of the COVID-19 Disability Rights Monitor**. London: COVID-19 Disability Rights Monitor, 2020.

BRUCKI, Sonia *et al.* Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, São Paulo, v. 61, n. 3B, p. 777–781, 2003.

BURLESON, Grace *et al.* Incorporating contextual factors into engineering design processes: an analysis of novice practice. **Journal of Mechanical Design**, New York, v. 145, n. 2, p. 21401, 2023.

CARVALHO, Karla Emanuelle Cotias de; GOIS JÚNIOR, Miburge Bolívar; SÁ, Katia Nunes. Tradução e validação do Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST 2.0) para o idioma português do Brasil. **Revista Brasileira de Reumatolo-**

gia, São Paulo, v. 54, n. 4, p. 260–267, 2014.

DE COUVREUR, Lieven; GOOSSENS, Richard. Design for (every)one: co-creation as a bridge between universal design and rehabilitation engineering. **CoDesign - International Journal of CoCreation in Design and the Arts**, London, v. 7, n. 2, SI, p. 107–121, 2011.

DUTRA, Fabíola Canal Merlin. **Desenvolvimento de protótipo de cadeira de banho para indivíduos com paralisia cerebral tetraparética espástica**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

DYM, Clive. **Principles of mathematical modeling**. Burlington: Elsevier, 2004.

FONG, Joelle H. Disability incidence and functional decline among older adults with major chronic diseases. **BMC geriatrics**, Berlin, v. 19, n. 1, p. 1–9, 2019.

FRIESEN, Emma L; THEODOROS, Deborah G; RUSSELL, Trevor G. An instrument to measure mobile shower commode usability: the eMAST 1.0. **Journal of Assistive Technologies**, Bingley, v. 10, n. 3, p. 153–161, 2016.

GARCÍA, Thais Pousada *et al.* A framework for a new approach to empower users through Low-Cost and Do-It-Yourself Assistive Technology. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 18, n. 6, p. 3039, 2021.

GHERARDINI, Francesco *et al.* A co-design method for the additive manufacturing of customised assistive devices for hand pathologies. **Journal of Integrated Design and Process Science**, Amsterdam, v. 22, n. 1, p. 21–37, 2018.

HOWARD, Jonathan *et al.* Exploring the barriers to using assistive technology for individuals with chronic conditions: a meta-synthesis review. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, London, v. 17, n. 4, p. 390–408, 2022.

LAW, Mary *et al.* **Medida canadense de desempenho ocupacional (COPM)**. Tradução: Lívia C. Magalhães; Lilian V. Magalhães; Ana Amélia Cardoso. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009.

LINDSTRÖM, Malin; SJÖBERG, Cornelia. **Development of Shower Chair for Increased User Independence**. 2019. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Lund University, Lund, 2019.

MALASSIGNÉ, Pascal *et al.* Design of the advanced commode-shower chair for spinal cord-injured individuals. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, Washington, DC, v. 37, n. 3, p. 373–382, 2000.

MIZUNO, Shigeru; AKAO, Yoji. **QFD: Customer-driven approach to quality planning and deployment**. Tokyo: Asian Productivity Organization, 1994.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. OMS. **Lista de Produtos Assistivos Prioritários: melhorando o acesso a tecnologias assistivas para todos, em todos os lugares**, São Paulo, 2017.

RODRIGUES, Alina de Souza Leão. **Refinamento de uma metodologia de projeto dire-**

cionada para Tecnologia Assistiva, com abordagem participativa dos usuários. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

RODRIGUES, Alina S. L.; MARTINEZ, Luciana B. A.; SILVEIRA, Zilda C. Guidelines for user requirements elicitation in design for assistive technology: a shower chair case study. **Procedia CIRP**, Amsterdam, v. 119, p. 121–126, 2023.

SANTOS, Artur Valadares de Freitas; SILVEIRA, Zilda de Castro. AT-d8sign: methodology to support development of assistive devices focused on user-centered design and 3D technologies. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**, Cham, v. 42, n. 5, 2020.

SMITH, Roger O *et al.* Assistive technology products: a position paper from the first global research, innovation, and education on assistive technology (GREAT) summit. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, London, v. 13, n. 5, p. 473–485, 2018.

SUGAWARA, André T *et al.* Abandonment of assistive products: assessing abandonment levels and factors that impact on it. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, London, v. 13, n. 7, p. 716–723, 2018.

TRISCHLER, Jakob *et al.* The value of codesign: The effect of customer involvement in service design teams. **Journal of Service Research**, Thousand Oaks, v. 21, n. 1, p. 75–100, 2018.

WASSERMAN, Gary S. On how to prioritize design requirements during the QFD planning process. **IIE transactions**, London, v. 25, n. 3, p. 59–65, 1993.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. **Global report on health equity for persons with disabilities**, Geneva, 2022.

YANG, Shengze *et al.* Design and analysis of a multifunctional electric bath chair. *In*: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON REAL-TIME COMPUTING AND ROBOTICS, 2017, Okinawa. **Anais [...]**. Piscataway: IEEE, 2017. p. 223–228.

ZWICKY, Fritz. The morphological approach to discovery, invention, research and construction. *In*: NEW METHODS OF THOUGHT AND PROCEDURE: CONTRIBUTIONS TO THE SYMPOSIUM ON METHODOLOGIES. New York: Springer-Verlag, 1967. p. 273–297.