Anais do Congresso Brasileiro de Iniciação Científica
(https://periodicos.unisanta.br/COB)

ISSN 2317-1316

CHUVEIRO ADAPTADO: INOVAÇÃO PARA ACESSIBILIDADE NO BANHO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA E IDOSOS

ADAPTED SHOWER: INNOVATION FOR ACCESSIBILITY IN BATHING FOR PEOPLE WITH DISABILITIES AND OLDER ADULTS

Maria Eduarda Pinheiro Leal da Cunha, Fabio Kawaoka Takase, Bruno da Silva Rodrigues

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Faculdade de Computação e Informática
E-mail para contato: duda.plcf@gmail.com

RESUMO – A dificuldade de alcançar e manipular o registro do chuveiro pode comprometer a autonomia de pessoas com deficiência, mobilidade reduzida e idosos. Este trabalho desenvolveu um protótipo de chuveiro adaptado com acionamento automático da água. A metodologia envolveu definição de requisitos, seleção de componentes, programação, prototipagem e testes. O sistema utiliza placa Keyestudio V4.0, sensor ultrassônico HC-SR04, relé de 5 V e válvula solenoide de 12 V, com detecção configurada em 200 cm. Foram realizados 15 testes, incluindo cinco com o chuveiro em funcionamento e avaliações com usuários de diferentes estaturas. Os resultados indicaram funcionamento adequado nas condições avaliadas e viabilidade preliminar como tecnologia assistiva de baixo custo. São necessários testes adicionais de segurança, durabilidade e validação com mais usuários.

Palavras-chave: tecnologia assistiva; acessibilidade; chuveiro automatizado; sensor ultrassônico; automação.

ABSTRACT – Difficulty reaching and operating shower controls can limit the autonomy of people with disabilities, reduced mobility, and older adults. This study developed an adapted shower prototype with automatic water flow control. The process involved requirements definition, component selection, programming, prototyping, and testing. The system uses a Keyestudio V4.0 board, HC-SR04 ultrasonic sensor, 5 V relay, and 12 V solenoid valve, with a 200 cm detection threshold. Fifteen tests were conducted, including five with the shower operating and detection checks with users of different heights. Results indicated adequate operation under tested conditions and preliminary feasibility as a low-cost assistive technology. Further safety, durability, and user-validation tests are needed.

Keywords: assistive technology; accessibility; automated shower; ultrasonic sensor; automation.

ISSN 2317-1316

1 INTRODUÇÃO

A acessibilidade em atividades cotidianas é relevante para a promoção da autonomia das pessoas com deficiência. A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência estabelece a acessibilidade como condição para o exercício de direitos e para a participação social em igualdade de condições (BRASIL, 2015). Nesse contexto, adaptações em atividades de autocuidado, como o banho, podem reduzir barreiras relacionadas ao alcance e à manipulação de dispositivos convencionais.

A Tecnologia Assistiva (TA) corresponde ao conjunto de recursos, produtos, serviços e estratégias destinados a promover a funcionalidade, a autonomia e a participação social de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida (BERSCH, 2017). Dessa forma, a TA pode favorecer a realização de atividades cotidianas, contribuindo para a independência e a participação social dessas pessoas (VARELA; OLIVER, 2013; GALVÃO FILHO; MIRANDA, 2023). Para pessoas com limitações motoras, ausência de membros superiores, mobilidade reduzida ou baixa estatura, incluindo pessoas com nanismo, bem como para aquelas que apresentam comprometimentos funcionais decorrentes de condições como a doença de Parkinson e as distrofias musculares, determinadas atividades cotidianas podem exigir adaptações. Na doença de Parkinson, por exemplo, alterações na destreza manual e na coordenação dos movimentos podem dificultar a manipulação de objetos (PANYAKAEW et al., 2023), enquanto as distrofias musculares podem comprometer a força e a funcionalidade dos membros superiores (DECOSTRE et al., 2024). Nesse contexto, alcançar e manipular o registro de um chuveiro durante o banho pode representar uma barreira à realização autônoma dessa atividade.

Além disso, sensores eletrônicos, computação embarcada e sistemas de automação permitem identificar a presença de pessoas ou objetos e acionar dispositivos sem contato físico. O sensor ultrassônico HC-SR04, por exemplo, mede distâncias por meio de ondas sonoras e pode ser utilizado em aplicações de detecção de usuários (KAUR; PAL, 2015). O desenvolvimento de soluções de automação aplicadas à TA tem ampliado as possibilidades de independência funcional em ambientes domésticos. A utilização desses recursos em dispositivos de uso cotidiano possibilita a criação de soluções acessíveis e de baixo custo, com

ISSN 2317-1316

potencial para reduzir a dependência de terceiros na realização de atividades diárias e tornar ambientes mais inclusivos para pessoas com diferentes limitações funcionais.

Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar um protótipo de chuveiro adaptado que automatiza o fluxo de água, por meio de sensor ultrassônico e controle eletrônico. A proposta busca oferecer uma alternativa de baixo custo que permita controlar o chuveiro sem exigir a manipulação manual do registro, promovendo a acessibilidade, autonomia e segurança durante o banho.

Para apresentar este projeto, o artigo está organizado como segue. Na Seção 2 são descritos os Materiais e Métodos utilizados na pesquisa. Na Seção 3 serão apresentados os Resultados e Discussões do trabalho. E, por fim, na Seção 4 são expostas as Conclusões.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho caracteriza-se como desenvolvimento experimental de um protótipo tecnológico, conduzido de forma exploratória e iterativa. Na primeira etapa do projeto, foi realizada uma pesquisa exploratória em bases de dados científicas por meio do Portal de Periódicos da CAPES, com o objetivo de identificar estudos relacionados à TA, acessibilidade e automação aplicada à autonomia de pessoas com deficiência. Esta etapa permitiu compreender os desafios associados ao desenvolvimento de soluções assistivas e analisar o estado da arte sobre o tema.

Realizada a revisão bibliográfica para a compreensão do problema, o desenvolvimento do protótipo envolveu o levantamento do problema, a definição de requisitos, a seleção dos componentes, o desenvolvimento do circuito, a programação, a prototipagem, a montagem e os testes funcionais. As alterações implementadas ao longo do processo foram orientadas pelos resultados dos testes e pela compatibilidade entre os componentes.

2.1 Levantamento do Problema e Definição dos Requisitos

A análise de requisitos foi organizada a partir do problema de acessibilidade identificado, dos objetivos do projeto e das condições específicas de uso de um sistema eletrônico instalado em um banheiro. Os requisitos foram separados em funcionais, relacionados ao que o sistema deveria executar, e não funcionais, relacionados a características de segurança, instalação, confiabilidade, custo e resistência ao ambiente. A Tabela 1 apresenta a análise de requisitos funcionais e não funcionais utilizada como referência para o desenvolvimento do protótipo.

ISSN 2317-1316

Tabela 1. Análise de requisitos funcionais e não funcionais do protótipo.

Identificador	Categoria	Requisito	Justificativa
R1	Funcional	Acionar e interromper automaticamente o fluxo de água ao detectar a presença do usuário.	Eliminar a necessidade de manipulação direta do registro.
R2	Funcional	Detectar a presença sem contato físico.	Atender usuários com diferentes limitações motoras e de alcance.
R3	Funcional	Utilizar limite de detecção configurado para 200 cm.	Permitir identificação do usuário nas condições do protótipo.
R4	Não funcional	Manter os componentes eletrônicos protegidos e organizados	Reduzir a exposição dos componentes ao ambiente do banheiro.
R5	Não funcional	Evitar acionamentos inadequados e garantir comportamento previsível.	Aumentar a confiabilidade do acionamento automático.
R6	Não funcional	Permitir instalação sem grandes alterações no ambiente.	Facilitar uma futura aplicação residencial ou institucional.
R7	Não funcional	Utilizar componentes comercialmente disponíveis e de custo acessível.	Favorecer a viabilidade de uma solução assistiva de baixo custo.
R8	Não funcional	Apresentar resistência adequada à umidade e às variações de temperatura.	Adequar o sistema ao ambiente do banheiro.
R9	Não funcional	Operar com segurança elétrica em ambiente com água.	Reduzir riscos associados à integração entre eletrônica e instalação hidráulica.

2.2 Projeto e Definição da Arquitetura do Protótipo

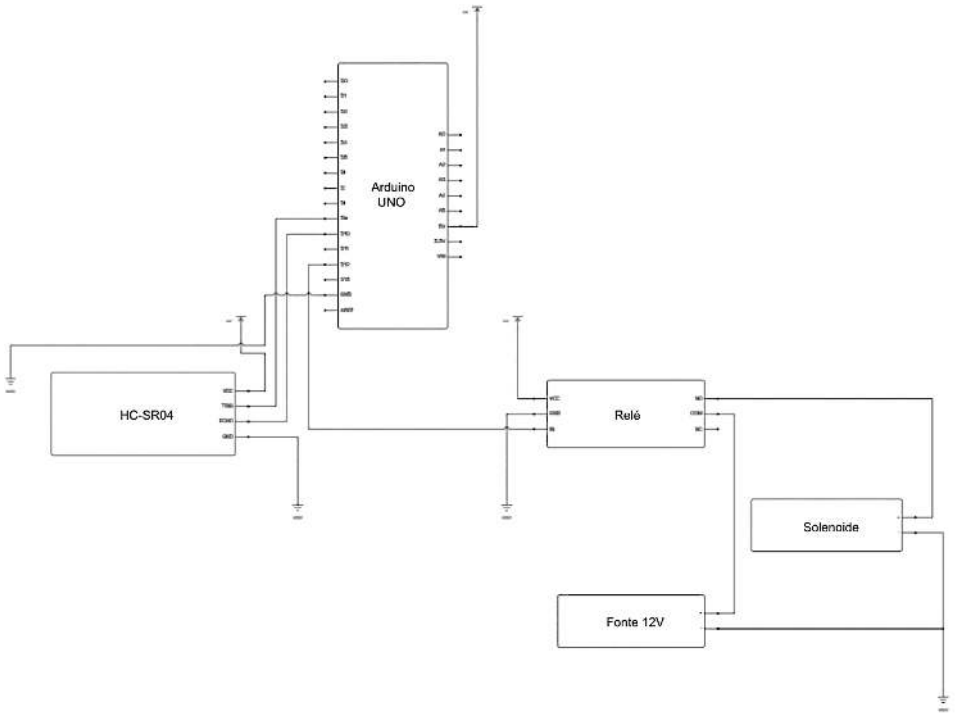
O projeto do protótipo foi desenvolvido a partir dos requisitos levantados durante a etapa de revisão bibliográfica e análise do problema. O primeiro desafio foi definir o sensor ou conjunto de sensores que seriam usados no protótipo. Inicialmente, foi considerada uma solução que utilizasse uma célula de carga instalada no piso do box para identificar a presença do usuário por meio da massa aplicada (CUNHA, 2024). Entretanto, após avaliação da proposta, optou-se pela substituição dessa solução por um sensor ultrassônico HC-SR04, capaz de realizar a detecção da presença do usuário sem contato físico direto com o indivíduo e sem a necessidade de instalar componentes do sistema na região molhada do banheiro, simplificando a instalação e reduzindo possíveis interferências no ambiente.

ISSN 2317-1316

Durante o desenvolvimento, também foram realizados testes com diferentes placas de prototipagem, tais como ESP8266, visando avaliar a viabilidade de futuras expansões do sistema, incluindo funcionalidades como detecção de quedas e envio de alertas sem fio. Contudo, foram observadas limitações relacionadas à alimentação elétrica e à compatibilidade com o módulo relé de 5 V utilizado no acionamento da válvula. Em razão dessas restrições, foi adotada a placa Keyestudio V4.0, baseada na plataforma Arduino, por apresentar maior compatibilidade com os demais componentes empregados no projeto.

O sistema foi projetado para monitorar continuamente a presença do usuário no interior do box por meio da medição da distância entre o sensor e o indivíduo, logo, a arquitetura final do protótipo foi composta pela placa controladora Keyestudio V4.0, pelo sensor ultrassônico HC-SR04, por um módulo relé de 5 V, por uma válvula solenoide de 12 V, por uma fonte de alimentação de 12 V e por estruturas de proteção produzidas por impressão 3D. A Figura 1 apresenta o diagrama esquemático do circuito eletrônico desenvolvido.

Figura 1: Diagrama esquemático do circuito eletrônico.



Em virtude de limitações da ferramenta utilizada para elaboração do esquema, na figura 1 a placa Keyestudio V4.0 foi representada por uma placa Arduino Uno. Na arquitetura implementada, o controlador recebe as informações provenientes do sensor HC-SR04, processa

ISSN 2317-1316

as medições de distância e aciona o módulo relé quando as condições previamente definidas são atendidas. O relé, por sua vez, controla a válvula solenoide responsável pela liberação ou interrupção do fluxo de água.

O sensor ultrassônico foi instalado no teto do banheiro na região do box, orientado verticalmente para baixo. Considerando uma altura de referência de pé direito de aproximadamente 3,00 m para o ambiente e uma estatura de referência próxima de 1,20 m para pessoas com nanismo (DEL PINO; FANO; ADAMO, 2020), foi estabelecido um limite de detecção de 200 cm. Esse valor foi definido de forma a garantir uma margem operacional capaz de permitir o acionamento adequado do sistema para diferentes usuários.

2.3 Procedimento de Teste

O sensor HC-SR04 realiza medições contínuas da distância até o indivíduo posicionado abaixo do chuveiro. Quando a distância medida é igual ou inferior a 200 cm, a placa interpreta a condição como presença de usuário e aciona o relé, que controla a válvula solenoide e permite a passagem de água. Quando a distância ultrapassa o limite, o relé é desativado e a válvula é fechada. Foram realizados dez testes preliminares sem a instalação completa no chuveiro e cinco testes com o chuveiro em funcionamento. Também foram verificadas a detecção e a resposta do sistema com usuários de aproximadamente 1,40 m, 1,60 m e 1,80 m.

A análise dos requisitos distinguiu funções esperadas do sistema e características não funcionais, como organização dos componentes, confiabilidade, custo, resistência à umidade e segurança elétrica. Os testes verificaram o funcionamento básico e a detecção; não foram realizados ensaios específicos de durabilidade, certificação ou validação normativa de segurança elétrica e hidráulica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados obtidos durante o desenvolvimento e a avaliação do protótipo. Inicialmente, é apresentado o sistema desenvolvido e sua instalação em ambiente de testes. Em seguida, são descritas as validações realizadas e os resultados observados. Por fim, são discutidas as limitações identificadas e as possibilidades de trabalhos futuros.

ISSN 2317-1316

3.1 Protótipo Desenvolvido

O protótipo integrou o sensor ultrassônico, a unidade de controle, o relé e a válvula solenoide, convertendo a detecção de presença em acionamento físico do fluxo de água. A Figura 2 apresenta a visão geral do conjunto utilizado ainda em testes de bancada.

*Figura 1: Foto do sensor HC-SR04 (*A) e Visão geral do protótipo em teste de bancada (B).

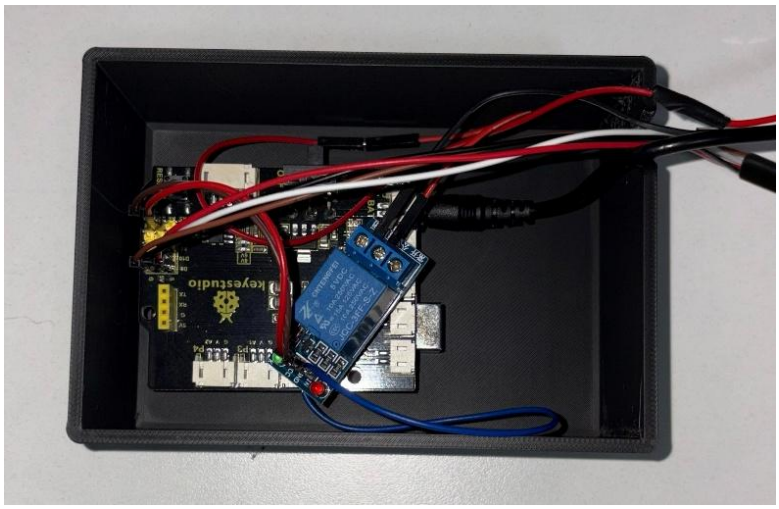


(A) (B)

Na Figura 2(A), observa-se o sensor HC-SR04 com um suporte auxiliar para sua fixação, fabricado por impressão 3D. Já na Figura 2(B), são apresentados os principais componentes interconectados para a realização dos primeiros testes de bancada. Para organizar os componentes eletrônicos e reduzir sua exposição às condições ambientais do banheiro, foi desenvolvida uma caixa de proteção por impressão 3D. A Figura 3 apresenta a estrutura projetada para acomodar os componentes do sistema durante sua instalação no ambiente.

Figura 3: Caixa de proteção produzida por impressão 3D para instalação no ambiente.

ISSN 2317-1316



3.2 Resultados dos Testes Experimentais

O principal produto alcançado foi um protótipo funcional de um sistema de controle para chuveiros que permite acionar e interromper automaticamente o fluxo de água ao detectar a presença do usuário no box conforme requisito funcional R1 apresentado na Tabela 1. Para viabilizar a realização dos testes em condições controladas, o sistema foi instalado em uma residência, em um ambiente real de utilização. A Figura 4 ilustra o posicionamento do sensor no ambiente do chuveiro.

Figura 4: Posicionamento do sensor no chuveiro.



ISSN 2317-1316

Conforme apresentado na Figura 4, observa-se o sensor HC-SR04 posicionado no teto do banheiro, bem como a caixa de proteção desenvolvida para acomodar o microcontrolador e o relé de 5 V, fixada na parede próxima ao chuveiro. A válvula solenoide não está visível na imagem, pois foi instalada entre a tubulação de água e o chuveiro existente permitindo o controle automático do fluxo de água.

A verificação dos requisitos definidos na Tabela 1 foi realizada ao longo das diferentes etapas do projeto, incluindo testes de bancada, atividades de desenvolvimento e ensaios realizados após a instalação do protótipo no ambiente de testes. Para cada requisito foi definido um método de avaliação, distinguindo aqueles efetivamente validados daqueles que permaneceram como objetivos de projeto ou dependem de trabalhos futuros. A Tabela 2 apresenta a análise dos requisitos utilizada como referência para o desenvolvimento e a validação do protótipo.

Tabela 2. Relação dos testes de verificação dos requisitos.

Identificador	Teste de verificação	Situação
R1	Testes preliminares e testes com o chuveiro em funcionamento	Atendido
R2	Funcionamento do HC-SR04 instalado no teto do box.	Atendido
R3	Testes com usuários de aproximadamente 1,40 m, 1,60 m e 1,80 m.	Atendido
R4	Inspeção da caixa e das estruturas produzidas por impressão 3D.	Atendido
R5	Testes de detecção de usuários e acionamento.	Atendido
R6	Avaliação da configuração física do protótipo em instalação real.	Atendido
R7	Análise dos componentes empregados com estudo econômico.	Atendido
R8	Não houve ensaio específico de durabilidade, mas a utilização das caixas feitas em impressão 3D tem como objetivo reduzir os riscos de deterioração dos componentes.	Atendido Parcialmente
R9	Avaliação da configuração final; não substitui certificação ou ensaios normativos.	Não Validado

Além da verificação dos requisitos funcionais e não funcionais apresentados na Tabela 2, foi realizada uma análise dos custos dos principais componentes utilizados na construção do protótipo. Essa análise está relacionada ao requisito R7, que estabelece a utilização de componentes comercialmente disponíveis e de custo acessível. A Tabela 3 apresenta os componentes empregados no protótipo, suas respectivas quantidades, custos unitários e custos totais.

Tabela 3. Relação de componentes e custos.

Componente	Custo Unitário

ISSN 2317-1316

Keyestudio V4.0 Board	R$ 80,00
Sensor Ultrassônico	R$ 8,00
Relé 5V	R$ 6,00
Válvula solenóide 12V	R$ 45,00
Total	**R$ 139,00**

Após a análise do atendimento aos requisitos apresentados na Tabela 2, foram conduzidos 15 testes experimentais com o objetivo de avaliar o desempenho operacional do protótipo. Destes, dez corresponderam a testes preliminares de funcionamento, ou seja, testes que validavam o funcionamento da válvula solenoide e cinco foram realizados com o chuveiro em operação. Os resultados obtidos indicaram o funcionamento adequado do sistema em todas as condições avaliadas. A Tabela 4 sintetiza os testes realizados e os resultados observados.

Tabela 4. Síntese dos testes de funcionamento.

Tipo de teste	Quantidade	Resultado
Testes preliminares	10	Funcionamento adequado
Testes com o chuveiro em funcionamento	5	Funcionamento adequado
Total	15	Funcionais nas condições avaliadas

Além dos testes funcionais descritos na Tabela 4, foram realizados ensaios com usuários de diferentes estaturas, com o objetivo de verificar a eficácia da detecção em condições de uso distintas. Conforme apresentado na Tabela 5, o sistema foi capaz de detectar adequadamente a presença das mãos e acionar o fluxo de água nos três casos avaliados, utilizando o mesmo limite de detecção de 200 cm. Esses resultados indicam que a configuração adotada atendeu satisfatoriamente às condições de teste consideradas neste trabalho.

Tabela 5. Testes de detecção com usuários de diferentes alturas.

Altura aproximada do usuário	Detecção	Acionamento
1,40 m	Adequada	Adequado
1,60 m	Adequada	Adequado
1,80 m	Adequada	Adequado

Por fim, os resultados indicam que a solução funcionou nas condições testadas, mas não comprovam confiabilidade absoluta nem desempenho para todos os perfis de usuário e configurações de banheiro. A substituição da célula de carga por sensor ultrassônico eliminou

ISSN 2317-1316

a necessidade de um elemento de detecção no piso, e a integração dos componentes permitiu automatizar a abertura e o fechamento da válvula. A solução é compatível com a aplicação pretendida como protótipo de TA, em consonância com a utilização de sistemas eletrônicos de controle em aplicações automatizadas (PINHEIRO; MAGALHÃES; SILVA, 2019).

3.3 Aplicação, Limitações e Trabalhos Futuros

No estado atual do projeto, podemos classificá-lo como estando no nível de desenvolvimento TRL 4, correspondente à validação da tecnologia em ambiente relevante. O protótipo utiliza componentes comerciais e estruturas produzidas por impressão 3D, com potencial de aplicação em residências, instituições de saúde, casas de repouso e centros de reabilitação. O impacto social esperado é ampliar a autonomia de usuários com necessidades especiais ou limitações de mobilidade durante o banho. A interrupção automática do fluxo quando o usuário deixa a região de detecção pode contribuir para evitar o desperdício de água, embora não tenham sido realizadas medições quantitativas do consumo. No que tange ao requisito R7, referente a custos acessíveis, a criação do protótipo utilizado neste projeto teve um custo inferior a R$ 150,00.

Como este estudo propôs a entrega de um protótipo, algumas limitações foram inerentes ao seu escopo. Não foram conduzidos testes extensivos com usuários, ensaios específicos de resistência à umidade e durabilidade, nem avaliação normativa de segurança elétrica e hidráulica. As estruturas impressas em 3D têm função de proteção e organização, mas não substituem ensaios ou certificações. A função de detecção de quedas com alerta por Bluetooth, considerada inicialmente, não foi implementada.

4 CONCLUSÃO

O objetivo de desenvolver um protótipo de chuveiro adaptado com acionamento automático do fluxo de água foi alcançado nas condições avaliadas. A integração da placa Keyestudio V4.0, do sensor HC-SR04, do relé e da válvula solenoide permitiu detectar a presença do usuário e controlar a passagem de água sem manipulação manual do registro. Os 15 testes realizados apresentaram funcionamento adequado, incluindo verificações com usuários de aproximadamente 1,40 m, 1,60 m e 1,80 m. Os resultados indicam viabilidade preliminar da proposta como tecnologia assistiva de baixo custo, mas ainda não permitem

ISSN 2317-1316

afirmar segurança ou durabilidade para uso cotidiano. Como trabalhos futuros, recomenda-se ampliar a diversidade de usuários e ambientes testados, validar a proteção contra umidade, realizar avaliações elétricas e hidráulicas conforme normas aplicáveis, analisar custos e investigar a implementação de detecção de quedas com comunicação sem fio.

5 DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Durante a preparação desta versão do trabalho, utilizou-se o ChatGPT (OpenAI) como apoio à reorganização textual e à adequação da estrutura ao modelo de submissão. O conteúdo foi revisado e deve ser validado pelos autores, que assumem responsabilidade integral pela versão final.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 14 ago. 2026.

BERSCH, R. Introdução à Tecnologia Assistiva. Porto Alegre: Assistiva Tecnologia e Educação, 2017.

CUNHA, Maria Eduarda Pinheiro Leal da; RODRIGUES, Bruno da Silva. Chuveiro Adaptado: inovação para acessibilidade no banho de pessoas com deficiência e idosos. Anais do Congresso Nacional de Iniciação Científica (CONIC–SEMESP), 2024.

DECOSTRE, V.; DE ANTONIO, M.; SERVAIS, L.; HOGREL, J.-Y. Relationship Between Hand Strength and Function in Duchenne Muscular Dystrophy and Spinal Muscular Atrophy: Implications for Clinical Trials. Journal of Neuromuscular Diseases, v. 11, n. 4, p. 777-790, 2024. DOI: 10.3233/JND-230182.

DEL PINO, M.; FANO, V.; ADAMO, P. Growth in achondroplasia, from birth to adulthood, analysed by the JPA-2 model. Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism, v. 33, n. 12, p. 1601–1608, 2020. DOI: 10.1515/jpem-2020-0298.

GALVÃO FILHO, T. A.; MIRANDA, G. J. C. Tecnologia assistiva e políticas públicas no Brasil. Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional, v. 31, 2023. DOI: 10.1590/2526-8910.ctoAO260434011.

KAUR, M.; PAL, J. Distance Measurement of Object by Ultrasonic Sensor HC-SR04. International Journal for Scientific Research & Development, v. 3, n. 5, p. 503–505, 2015.

PANYAKAEW, P.; DUANGJINO, K.; KERDDONFAG, A.; et al. Exploring the Complex Phenotypes of Impaired Finger Dexterity in Mild-to-moderate Stage Parkinson's Disease: A

ISSN 2317-1316

Time-Series Analysis. Journal of Parkinson's Disease, v. 13, n. 6, p. 975-988, 2023. DOI: 10.3233/JPD-230029.

PINHEIRO, L. G. C.; MAGALHÃES, C. P. D.; SILVA, A. C. Controle e supervisão de nível com Arduino e supervisório Elipse Mobile. In: COLÓQUIO TÉCNICO-CIENTÍFICO E ENCONTRO DE EXTENSÃO DO UNIFOA, 13., 2019, Volta Redonda. Anais [...]. Volta Redonda: FOA, 2019. p. 137–146. ISBN 978-85-5964-124-0.

VARELA, Renata Cristina Bertolozzi; OLIVER, Fátima Corrêa. A utilização de Tecnologia Assistiva na vida cotidiana de crianças com deficiência. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6, p. 1773–1784, 2013. DOI: 10.1590/S1413-81232013000600028.