

Desenvolvimento de um compasso adaptável com manufatura aditiva

Pita, Marlon Coelho^{*1}; Batista, Mariane de Jesus²; Reis, Lucas Santos³; Santos, Leandro Brito⁴; Mota, Renata de Sousa⁵; Souza, Nilmar de⁶

1 – Graduando em Engenharia de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade, UFRB, marloncoelho@aluno.ufrb.edu.br

2 – Graduanda em Engenharia de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade, UFRB, marianebatista@aluno.ufrb.edu.br

3 – Brailista, UFRB, lucasreis@ufrb.edu.br

4 – Professor Adjunto, UFRB, lbsantos@ufrb.edu.br

5 – Professora Adjunta, UFRB, renatamota@ufrb.edu.br

6 – Professor Adjunto, UFRB, nilmar@ufrb.edu.br

* - Correspondência: Avenida Governador João Durval Carneiro, 65, Olhos D'Aqua, Feira de Santa, Bahia, Brasil, 44003401.

DOI 10.52050/9788579177132-28

RESUMO

Diante da ausência de instrumentos de desenho técnico adaptados para pessoas cegas, este estudo buscou desenvolver um compasso acessível por meio da manufatura aditiva. O objetivo foi criar um dispositivo que promovesse autonomia e inclusão no ensino de disciplinas gráficas. Utilizou-se modelagem 3D no Fusion 360, impressão em PLA e validação com usuário cego. Os testes resultaram em ajustes no design e retirada das marcações em braille. Conclui-se que o produto é viável, de baixo custo e contribui significativamente para a inclusão educacional e profissional nas áreas de Engenharia, Design, Educação e Tecnologia Assistiva.

Palavras-chave: acessibilidade, desenho técnico, impressão 3D.

ABSTRACT

Given the lack of technical drawing instruments adapted for blind individuals, this study aimed to develop an accessible compass through additive manufacturing. The goal was to create a device that promotes autonomy and inclusion in the teaching of graphic disciplines. 3D modeling was performed using Fusion 360, printed in PLA, and validated with a blind user. The tests led to design adjustments and the removal of Braille markings. It is concluded that the product is feasible, low-cost,

and significantly contributes to educational and professional inclusion in the fields of Engineering, Design, Education, and Assistive Technology.

Keywords: accessibility, technical drawing, 3D printing.

1. INTRODUÇÃO

A acessibilidade é o requisito essencial para construção de possibilidades na efetivação da inclusão das pessoas com deficiência (PCD) em diferentes espaços. Conforme dispõe da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI) (Brasil, 2015), o termo refere-se à redução ou superação das barreiras para acessar os espaços e serviços, com segurança e autonomia por PCD ou com mobilidade reduzida englobando os princípios de desenho universal, adaptações tecnológicas e políticas públicas voltadas a assegurar a equidade de acesso a ambientes, informações e ferramentas, especialmente no contexto educacional.

O Censo Demográfico 2022 identificou 14,4 milhões de pessoas com deficiência no Brasil, sendo a deficiência visual a mais frequente com 3,4 % da população total, correspondendo a 7,9 milhões de indivíduos (IBGE, 2022). No âmbito do ensino superior, a promulgação da Lei 13.409/2016 criou um arcabouço normativo favorável à ampliação do acesso dessa população aos espaços educacionais (BRASIL, 2016). Todavia, a abertura de vagas revela-se insuficiente quando ausentes recursos pedagógicos acessíveis, recursos de tecnologia assistiva (TA) e políticas públicas de apoio, capazes de assegurar permanência e êxito acadêmico. Corrobora-se, portanto, a obrigação institucional de prover instrumentos que viabilizem a plena participação discente, colaborando para a efetivação da acessibilidade em suas diversas dimensões.

Uma das dimensões de acessibilidade, definidas por Romeu Sassaki é a acessibilidade instrumental, que é a superação de barreiras em instrumentos, utensílios, ferramentas e equipamentos utilizados no dia a dia (SASSAKI, 2009). Na educação se configura como uma barreira importante em se tratar de componentes curriculares nas áreas de exatas, que demandam dos educandos realização de desenhos manuais. Diante disso, o seguinte relato técnico apresenta a demanda de desenvolvimento de um compasso acessível para um aluno com perda visual do tipo cegueira.

O compasso transita entre os instrumentos fundamentais do Desenho Técnico, sendo responsável pela execução de circunferências, arcos e pela transferência de medidas angulares com precisão. A respeito dessa centralidade, os modelos disponíveis no mercado foram concebidos para usuários videntes: apresentam ponteira metálica pontiaguda, abertura aferida por escala visual impressa e inexistência de guias táteis ou sonoros. Para estudantes cegos, esse desenho de produto representa uma barreira objetiva ao aprendizado

de conteúdos geométricos, desenvolvimento de habilidades inerentes ao profissional em formação e à autonomia em atividades avaliativas ou laboratoriais.

Nesse contexto, o desenvolvimento de tecnologias assistivas aplicadas às disciplinas de base configura oportunidade estratégica para reduzir barreiras metodológicas, fomentar a equidade curricular e consolidar as políticas de inclusão no ensino superior. Ademais, este trabalho compõe o projeto de pesquisa em TA intitulado “Avaliação, acompanhamento de usuário e desenvolvimento de produtos de Tecnologia Assistiva”, com o número de protocolo do Certificado de Acreditação e Avaliação em Educação (CAAE): 68470423.7.0000.0056, que propõe o desenvolvimento de um compasso adaptado para alunos cegos, alterando as características originais com o objetivo de promover autonomia, inclusão e igualdade de oportunidades no aprendizado e na prática de desenho técnico.

Diante disso, esse relato técnico tem o objetivo de apresentar o desenvolvimento de um instrumento do tipo compasso para atividades práticas manuais de estudantes com deficiência visual, promovendo autonomia e igualdade no aprendizado em desenho.

2. DESENVOLVIMENTO

O processo se iniciou com a realização de um benchmark em sites de e-commerce voltados para PCD como: Loja Ampla Visão, Loja Civiam, Loja Mobi Brinck, loja inclusiva digital, focando em produtos utilizados em desenho técnico como réguas, esquadros, transferidores e outros itens. Embora diversos materiais adaptados tenham sido encontrados, nenhum compasso adaptado foi identificado.

Para superar a ausência de soluções no mercado, optou-se por realizar uma procura em sites de bibliotecas virtuais de arquivos para impressão 3D, como o *Thingiverse*, uma das maiores plataformas de compartilhamento online gratuita de modelos tridimensionais, no qual foi utilizado a palavra-chave em inglês “compass” no termo de busca.

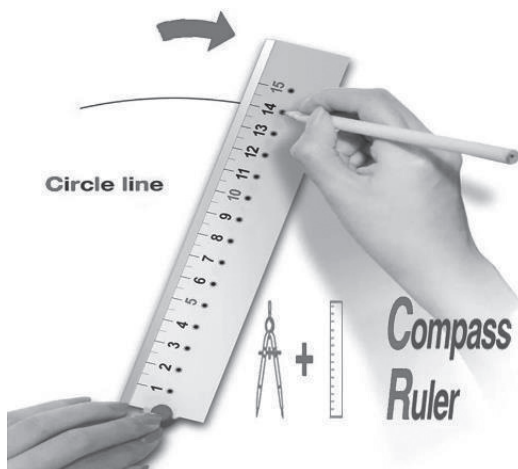
Após a pesquisa, foi desenvolvida uma matriz morfológica para identificar as características necessárias para atender as necessidades do aluno cego e encontrar os melhores parâmetros para o produto. Esta ferramenta visa estudar sistematicamente muitas combinações possíveis entre os elementos ou componentes de um produto ou sistema, com o objetivo de encontrar uma nova solução para o problema: listando as funções do produto, os possíveis meios (princípios de solução) para cada função, e representando visualmente as funções e os princípios de solução para explorar as combinações (Yan, 1998 apud Zavadil et al, 2014).

Com essas características e funções definidas, desencadeou o processo de modelagem utilizando o software Fusion 360 com as ferramentas de desenho para a construção do compasso adaptável. Realizada essa etapa, o arquivo foi exportado em formato “stl” e importada para o fatiador *Ultimate Cura* onde ocorreu o fatiamento, que é conversão do arquivo para uma linguagem de máquina (gcode), na qual a impressora 3D compreende e dá início ao processo de manufatura aditiva. Posterior ao processo de prototipagem rápida, o produto foi dirigido para uma avaliação por um discente cego para validar sua funcionalidade e eficácia.

3. RESULTADOS

A pesquisa no *Thingiverse* obteve resultados satisfatórios que contribuíram para o desenvolvimento do produto, dentre os modelos encontrados, o “*Ruler+Compass*” foi escolhido para ser referência ao projeto. Os critérios de seleção foram: a representação da união entre a régua e um compasso e a facilidade no processo de impressão 3D.

Figura 01 - Exemplo de Figuras que podem ser apresentadas no artigo



Sendo escolhido o modelo padrão, foi aplicada a matriz morfológica com os parâmetros necessários para um compasso adaptável e os materiais disponíveis no LABMAKER da universidade, a seguir à apresentação da matriz.

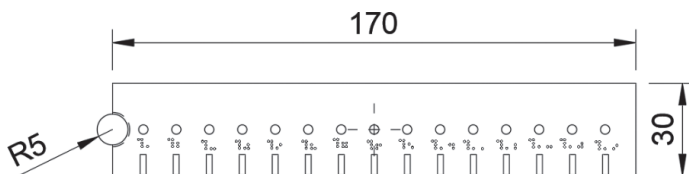
Tabela 01 - Matriz Morfológica do Compasso

Parâmetro	Opções disponíveis							
Material	Fibra de carbono	Metal	Madeira	Acrílico	Borracha	PLA	PET	ABS
Indicação das medidas	Braille	Som	Vibração					
Percepção das medidas	Contraste	Alto Relevo	Baixo Relevo					
Tamanho	Variável	30 cm (régua padrão)	20 cm	15 cm				
Massa (peso)	Pesado	Leve						
Ponta de Contato	Ponta emborrachada	Ponta metálica	Ponta retrátil	Ponta plástica	Sem ponta			
Durabilidade	Flexível	Impermeável	Frágil	Rígido				
Ajuste de Abertura	Manual	Botões	Sem abertura					
Posição da Ponta Seca	Fixa	Móvel						

O material escolhido foi o PLA por sua disponibilidade no Laboratório MAKER da UFRB e pela viabilidade da impressora Creality CR-10 ter uma maior compatibilidade no processo de manufatura aditiva com este material. Para a identificação do raio da circunferência foi selecionado o Braille, que é um sistema de leitura e escrita tátil, criado especialmente para pessoas cegas ou com baixa visão. Ele utiliza pontos em relevo organizados em celas para representar letras, números, pontuação e até símbolos matemáticos e musicais, além de que, é com esse sistema que a maioria dos cegos são alfabetizados e têm acesso à escrita e leitura tátil.

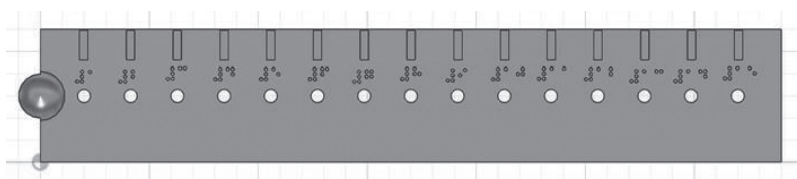
O compasso proposto teve as dimensões de 17 x 3 cm, respeitando o tamanho disponível na mesa de impressão, foram introduzidos 15 furos, espaçados em 1 cm.

Figura 02 - Medidas do primeiro protótipo



No modelo utilizado como exemplo (Ruler +Compass) havia um furo para encaixe de um alfinete do tipo tachinha, responsável por fixar o compasso no papel, o que é denominado de ponta seca. Entretanto, considerando a facilidade de utilização para usuários cegos, optou-se por incorporar a ponta seca ao projeto. Desse modo, o usuário necessita carregar apenas o compasso que estará pronto para ser utilizado com um lápis ou lapiseira. Para substituir a ponta seca do compasso, foi idealizada uma ponta fina na base presente na região esquerda do objeto, com o intuito do usuário pressionar com os dedos esse suporte de apoio e girar o produto criando um círculo, como mostra a figura.

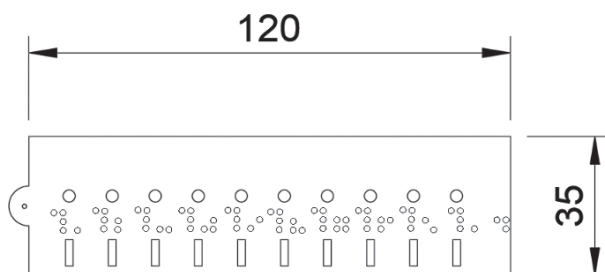
Figura 03 - Modelagem do primeiro protótipo



Sua impressão em 3D foi realizada com máquina CREALITY CR10 no tempo de 2 horas e 3 minutos, em seguida, o protótipo foi avaliado por um usuário cego da Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB). Sua avaliação obteve uma resposta negativa, relatando problemas como a qualidade da impressão e as marcações em Braille que não foram suficientes para seu entendimento. Com esse feedback, o produto passou por um novo processo de modelagem e sofreu alterações na base e no Braille.

As novas alterações criaram uma abertura na ponta lateral esquerda para introdução de um alfinete ou pino. A falta de compressão do usuário aos números em braille se deu pela falta de espaço útil para inserção dos números em braille, visto que, se utiliza um espaço maior comparado aos números em escrita convencional. Sendo assim, a alternativa foi diminuir o tamanho do compasso para dez furos (figura 4 e suas novas dimensões foram: 12x3,5 cm.

Figura 04 - Medidas do segundo protótipo



Realizada a impressão em 3D do novo modelo do compasso, ele foi direcionado a uma nova validação pelo usuário, que não obteve um feedback positivo. A leitura dos números pelo sistema braille continua sem dificuldade pelo pouco espaço de tamanho do compasso. Com isso, decidiu-se retirar o Braille da régua, o modelo com 15 furos foi criado novamente, como mostra na figura 5 e um novo teste foi realizado.

Figura 05 - Medidas do terceiro protótipo

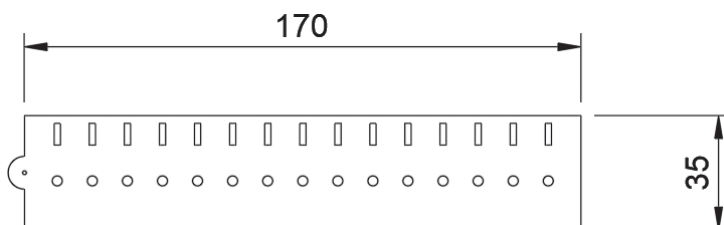
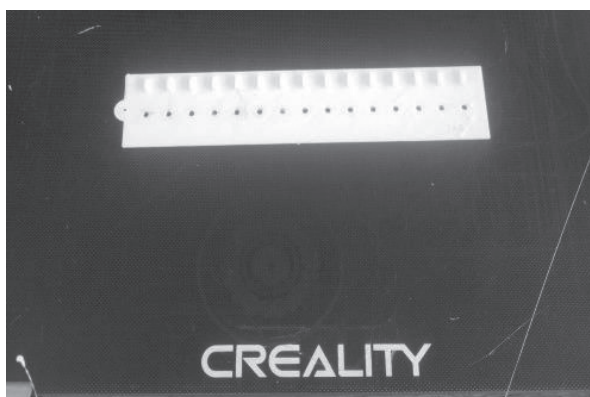
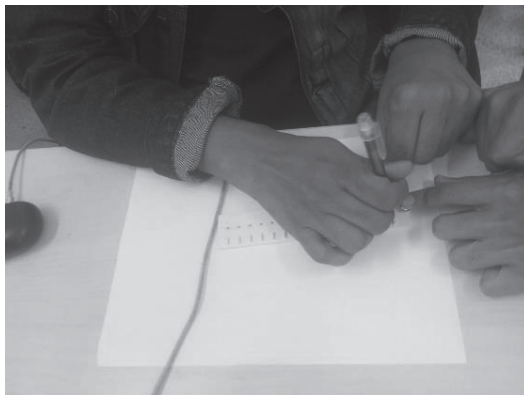


Figura 06 - Modelo Impresso



Na última validação do produto ao usuário foi apresentada às novas mudanças, com isso o estudante foi instruído em um curto treinamento para explicar o funcionamento da ferramenta (figura 7). O feedback se mostrou positivo, demonstrando a habilidade do usuário ao realizar a tarefa proposta.

Figura 07 - Treinamento com o usuário



4. CONCLUSÕES

A principal contribuição deste trabalho reside na proposição de uma solução inovadora para uma lacuna identificada no mercado e na literatura: a ausência de compassos acessíveis para pessoas cegas. O protótipo desenvolvido, utilizando material PLA e modelagem 3D, demonstrou viabilidade prática e potencial para ser reproduzido em larga escala, com baixo custo e alta adaptabilidade. A remoção do Braille, embora inicialmente contraintuitiva, permitiu maior clareza tátil e funcionalidade, atendendo às especificidades do usuário testado. Essa abordagem reforça a importância de envolver pessoas cegas no processo de design, garantindo que as soluções sejam centradas em suas reais necessidades. Para usuários de tecnologias assistivas, o compasso adaptado oferece a possibilidade de participar de atividades de desenho técnico com maior independência, contribuindo para a inclusão educacional e profissional. Futuros aprimoramentos, como o aumento do diâmetro dos furos e o reposicionamento das marcações, podem consolidar ainda mais a eficácia do dispositivo, ampliando seu impacto na promoção da acessibilidade e na garantia de direitos para pessoas com deficiência visual.

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio concedido por meio da bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), graças a esse incentivo é possível adquirir novos conhecimentos, o aprimoramento de habilidades técnicas e o fortalecimento profissional de diversos alunos. E um agradecimento a Universidade Federal

do Recôncavo da Bahia (UFRB) pela formação acadêmica e oportunidade de crescimento.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm.

BRASIL. Lei nº 13.409, para dispor sobre a reserva de vagas para pessoas com deficiência nos cursos técnico de nível médio e superior das instituições federais de ensino. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2016. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13409.htm.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. Revista Nacional de Reabilitação (Reação), São Paulo, v. 12, p. 10-16, mar./abr. 2009.

ZAVADIL, Priscila; SCHERER, Fabiano de Vargas; TEIXEIRA, Fábio Gonçalves; SILVA, Régio Pierre da; KOLTERMANN, Tânia; CATTANI, Airton. Possibilidades de uso da matriz morfológica no processo de geração de alternativas em design. In: Anais do 11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Gramado, Rio Grande do Sul, p. 1-12, 2024. Disponível em: https://www.ufrgs.br/ped2014/trabalhos/trabalhos/925_arq2.pdf. Acesso em: 18 maio 2025.