

Desenvolvimento de tecnologia assistiva para cortar unhas com manufatura aditiva

Silva, Arabella Natal Galvão^{*1}; Carboni, Márcio Henrique de Sousa²; Silva, Alessandra Santos³; Correa, Kamily de Oliveira⁴; Quintino, Nickolas Kanigowski⁵; Vaz, Felipe Augusto Rocha⁶

1 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, arabellagalvao@ufpr.br

2 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, mhcarboni@ufpr.br

3 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFPR, aless_to@hotmail.com

4 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, kamily.correa@hotmail.com

5 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, nickolasquintino@ufpr.br

6 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, augustorocha@ufpr.br

* - Correspondência: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 – Bloco PA de Ciências Exatas, 4o andar - Jardim das Américas, Curitiba - PR, 81530-000.

DOI 10.52050/9788579177163-06

RESUMO

A curricularização da extensão busca integrar ensino e sociedade por meio de ações práticas nas Instituições de Ensino Superior. Este estudo objetivou relatar o desenvolvimento de um adaptador para cortador de unhas, realizado na disciplina de Ergonomia da UFPR em parceria com a Clínica Escola de Terapia Ocupacional e o Laboratório de Modelagem, Prototipagem e Inovação. Utilizou-se manufatura aditiva para concepção, prototipagem e aprimoramento dos dispositivos. Como resultado, dois modelos funcionais foram produzidos após diversas iterações. Conclui-se que a atividade contribuiu significativamente para a formação acadêmica, promovendo aplicações reais nas áreas de Engenharia, Design, Educação, Saúde e Terapia Ocupacional.

Palavras-chave: curricularização da extensão, manufatura aditiva, tecnologia assistiva.

ABSTRACT

The curricularization of extension aims to integrate education and society through practical actions within Higher Education Institutions. This study aimed to report the development of a nail clipper adapter, carried out in the Ergonomics

course at UFPR in partnership with the Occupational Therapy School Clinic and the Modeling, Prototyping, and Innovation Laboratory. Additive manufacturing was used in the design, prototyping, and refinement of the devices. As a result, two functional models were produced after several iterations. It is concluded that the activity significantly contributed to academic training, promoting real-world applications in the fields of Engineering, Design, Education, Health, and Occupational Therapy.

Keywords: extension curricularization, additive manufacturing, assistive technology.

1. INTRODUÇÃO

As Instituições de Ensino Superior (IES) públicas no Brasil operam com base em três pilares fundamentais: ensino, pesquisa e extensão. Em 2014, a Lei nº 13.005 instituiu o Plano Nacional de Educação (PNE), que define metas e estratégias para o desenvolvimento da educação no país ao longo de uma década. A estratégia 12.7 do PNE estabelece que as IES devem reservar, pelo menos, 10% da carga horária do curso em atividades e projetos de extensão universitária, priorizando ações para áreas de grande relevância social (BRASIL, 2014). Essa ação está sendo chamada nas IES de curricularização da extensão.

Neste contexto, esse relato baseia-se na aplicação da curricularização da extensão na disciplina de Ergonomia do curso de Bacharelado em Expressão Gráfica da Universidade Federal do Paraná (UFPR), ocorrida em 2024. O projeto desenvolvido foi um adaptador para cortador de unha que permitisse o corte de unhas com apenas uma das mãos movimentando-se funcionalmente. Esta demanda veio da Clínica Escola de Terapia Ocupacional (CETO) da UFPR para o projeto de extensão Laboratório de Modelagem, Prototipagem e Inovação (LAMPI), também da UFPR, ao qual a disciplina foi vinculada.

O adaptador desenvolvido caracteriza-se como uma Tecnologia Assistiva (TA), de acordo com a definição dada por Brasil (2015), pois tem por objetivo promover autonomia à Pessoa com Deficiência no ato de cortar as próprias unhas. Para materializar o produto utilizou-se de manufatura aditiva como meio de fabricação direta, sendo esta tecnologia definida como “um processo de fabricação por meio da adição sucessiva de material na forma de camadas, com informações obtidas diretamente de uma representação geométrica computacional 3D do componente (VOLPATO; CARVALHO, 2017, p. 15). A escolha deste método de produção deu-se pela necessidade de poucas unidades do produto e pela facilidade de acesso da CETO à infraestrutura disponibilizada pelo LAMPI. Assim, o objetivo deste relato é descrever o desenvolvimento de um

adaptador para cortador de unha inserido no contexto da curricularização da extensão.

2. DESENVOLVIMENTO

O LAMPI é um projeto de extensão do Departamento de Expressão Gráfica da UFPR cujo objetivo é suprir a demanda por assessoria em modelagem tridimensional e em prototipagem de artefatos que possam ser testados, analisados e/ou comprovados pelo público-alvo. Para isso, utiliza recursos como computadores de alta performance, impressoras 3D, com tecnologias de Modelagem por Fusão e Deposição (*Fused Deposition Modeling* - FDM) e Estereolitografia (*Stereolithography* - SLA), máquina de corte a laser, entre outros, atendendo demandas de pesquisadores, docentes ou estudantes de graduação e pós-graduação, bem como instituições ou empresas.

Desta forma, a experiência do LAMPI atendia a demanda da CETO, que está vinculada ao Departamento de Terapia Ocupacional. Ela oferece serviços à comunidade interna e externa da UFPR, por meio de estágios supervisionados de prática, nas áreas de desenvolvimento infantil e reabilitação neurofuncional, nos quais os estudantes acompanham pessoas que, em decorrência de condições neurológicas, como um Acidente Vascular Cerebral (AVC), apresentam limitações para realizar atividades básicas como comer, tomar banho, vestir, fazer higiene, entre outras.

Foi durante esses atendimentos que se percebeu a necessidade de um dispositivo que pudesse auxiliar pessoas com limitações no uso funcional de um dos membros superiores a realizar o corte das unhas das mãos. Após pesquisa das possibilidades, encontrou-se o modelo digital de um adaptador que poderia ser fabricado por manufatura aditiva, mas que necessitava de alguns ajustes em relação à maior estabilidade, possibilidade de ser utilizado com diferentes tamanhos de cortadores e de ter uma lixa acoplada para finalização. Além disso, este modelo necessitava de montagem após a produção e utilizava um eixo metálico para movimentação das peças, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Adaptador trazido pela CETO



Dessa forma, a CETO buscou auxílio do LAMPI com o intuito de beneficiar os pacientes atendidos, aprimorando o dispositivo apresentado. Como integrante da equipe do LAMPI, a professora responsável pela disciplina de Ergonomia vislumbrou o potencial de inserção da demanda como uma atividade extensionista.

A disciplina de Ergonomia é ministrada no quarto período do curso de Expressão Gráfica e tem como um de seus objetivos “desenvolver a percepção de que o foco principal de qualquer projeto é o ser humano” (SILVA, 2024). A demanda possibilitava a aplicação do conteúdo abordado na disciplina e possuía um nível de complexidade adequado, viabilizando a curricularização da extensão. Assim, a proposta de projeto para os alunos foi a adequação do modelo digital do adaptador apresentado na Figura 1, de modo que permitisse o uso com diversos modelos de cortador, além de possibilitar a inclusão de uma lixa de unha. A turma tinha 27 alunos, que foram organizados em 7 equipes. Apesar da proposta prever a adequação de um modelo existente, algumas equipes resolveram criar um produto novo que atendesse a demanda e incluísse as adequações. Dentre as soluções apresentadas, foram selecionadas duas para serem produzidas, o que ocorreu no semestre seguinte em razão do tempo necessário para testes e ajustes.

3. RESULTADOS

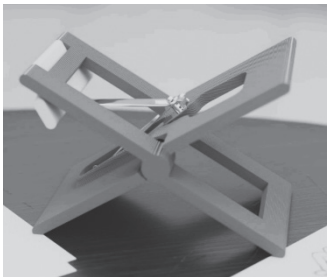
Para fins deste relato, cada modelo será identificado pela equipe que o criou: equipe B e equipe E. Ambas as equipes tiveram que definir os elementos do sistema em análise, como forma de contemplar os conteúdos de ergonomia, definindo a fronteira, os subsistemas, as entradas, saídas, interações e o processamento do sistema.

A equipe B fez um levantamento detalhado das dimensões de três modelos de cortadores de unha. O levantamento antropométrico foi feito com base em Paschoarelli *et. al.* (2008 e 2009). Em seguida, deu-se o desenvolvimento das alternativas, item obrigatório no trabalho, apresentando 12 (doze) possíveis soluções que foram analisadas por meio de uma matriz de avaliação. A equipe estabeleceu como critérios de avaliação na matriz: (1) baixo esforço; (2) evidência e uso simples; (3) prevenção de erros; (4) adaptável a cortadores; (5) lixa; (6) antiderrapante; (7) estética; (8) complexidade de produção. A alternativa mais bem avaliada na matriz é apresentada no Quadro 1.

A equipe E também realizou o levantamento de dimensões de três modelos de cortadores de unha. O levantamento antropométrico foi feito com base em Lee e Jung (2015) e Openshaw (2006). Essa equipe, por ser menor, apresentou 9 (nove) alternativas de solução, que foram analisadas na matriz de avaliação com os seguintes critérios: (1) facilidade de produção; (2) adaptabilidade aos cortadores; (3) segurança de uso; (4) durabilidade; (5) facilidade de uso. A alternativa mais bem avaliada consta no Quadro 1.

O Quadro 1 apresenta as informações iniciais de ambos os modelos: uma imagem da primeira versão extraída da apresentação realizada pelos estudantes e uma breve descrição de cada peça.

Quadro 1 - Características gerais dos dois produtos

EQUIPE	IMAGEM	DESCRIÇÃO
Equipe B		Adaptador criado sem articulação, aproveitando a própria flexibilidade do material para a movimentação necessária para pressionar a alavanca do cortador; impressão em peça única; apoio de um dedo de cada vez.
Equipe E		Adaptador criado com articulação para a movimentação necessária para pressionar a alavanca do cortador; impressão do conjunto montado; apoio para a mão inteira.

O modelo criado pela equipe B mostrou-se inovador em relação ao modelo trazido pela CETO, pois a proposta não possui articulação. A flexibilidade do material, o polímero PLA (Ácido Polilático), foi usada para gerar a movimentação necessária para pressionar a alavanca do cortador de unha. A regulagem para vários tamanhos de cortador é dada pelos encaixes na parte inferior. Quanto mais próximo da frente está o encaixe, menor é o cortador. A lixa de unha seria encaixada num canal na lateral da peça.

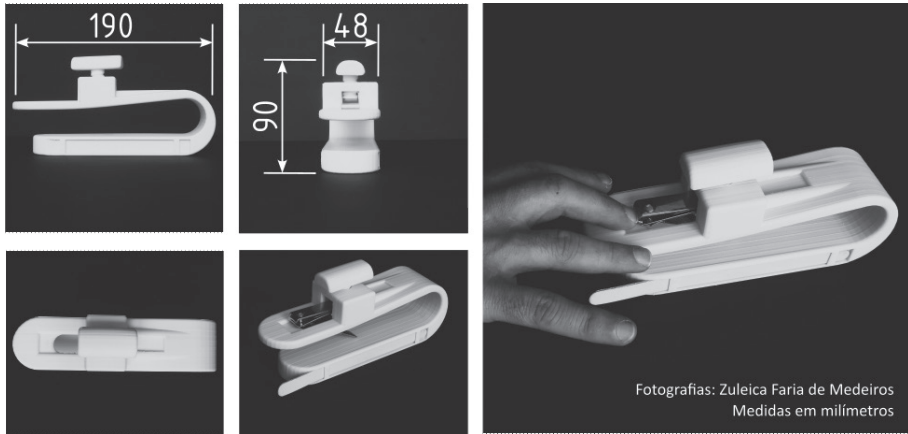
O modelo criado pela equipe E tem sua inovação centrada na maneira como foi produzido, pois o produto possui um eixo que é fabricado junto com as peças, como um único conjunto, sem necessidade de montagem. A regulagem para vários tamanhos de cortador se dá por uma aba, também articulada, que pressiona a alavanca do cortador em várias alturas. A lixa de unha seria colada na parte superior da peça.

A equipe do LAMPI realizou a impressão das duas versões iniciais de ambos os modelos, ajustando apenas parâmetros de preenchimento e posição da peça em relação à mesa de impressão. Na segunda versão, o produto da equipe B pôde ser testado com um cortador de unha. O produto da equipe E precisou de novo ajuste de parâmetro, agora em relação ao tipo de suporte, e na terceira versão, o produto também pôde ser testado.

Com o primeiro teste percebeu-se a necessidade de ajuste na modelagem das peças, pois se mostraram deficientes na forma de fixar o cortador de unha no adaptador. Ainda que a modelagem digital favoreça a visualização dos artefatos, o tempo durante a disciplina, 10 horas de aula, foi escasso para a realização de testes digitais da movimentação da alavanca do cortador e análise do impacto disso sobre as peças.

O adaptador da equipe B precisou de 7 versões para tornar-se funcional. A Figura 2 mostra o adaptador criado pela equipe B, na última versão impressa.

Figura 2 - Última versão do adaptador equipe B

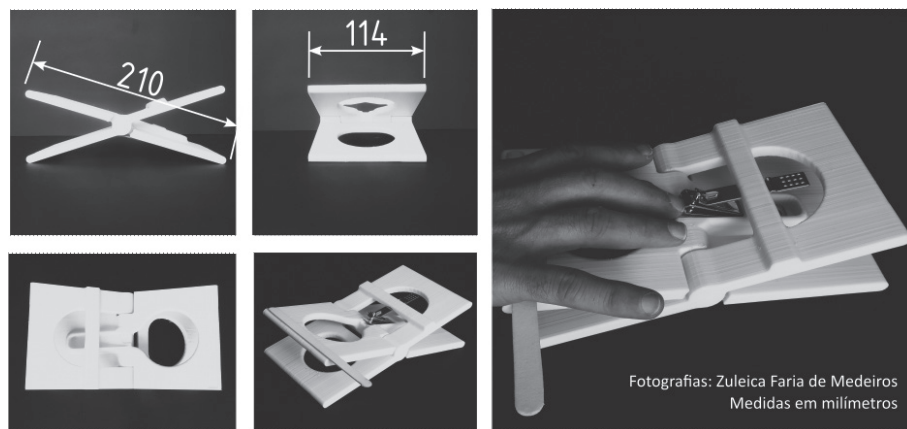


Inicialmente, os encaixes para regulação do tamanho do cortador não funcionavam, pois como o cortador deve ser colocado com a alavanca para baixo, é necessário que a superfície fique lisa, para a alavanca deslizar com a movimentação. Com isso, era necessário que o corpo do cortador ficasse mais bem fixado, levando a equipe a criar um parafuso que pressionasse o cortador. Desta forma, vários modelos de cortador puderam ser testados e funcionaram. Contudo, a primeira versão do parafuso, que tinha diâmetro de 5mm, ficou frágil e quebrou, exigindo uma nova versão mais robusta, com diâmetro de 12mm, que se mostrou funcional. Durante esse processo, também houve o aumento da largura da caixa do parafuso, para que ficasse alinhado ao corpo principal e, com isso, reduzisse o número de suportes durante a impressão, resultando num melhor acabamento superficial. Finalmente, a última alteração foi o aumento da área de contato do dedo do usuário com o adaptador, prolongando a parte superior em relação à inferior, visando facilitar a ação de pressionar a alavanca. Em relação à ergonomia, o produto é funcional, mas exigirá treinamento dos pacientes para uso, pois apresenta certa instabilidade conforme os dedos vão sendo apoiados para corte. Mesmo com a aplicação de botões antiderrapante sob a peça, observa-se que ela escorrega algumas vezes.

O adaptador da equipe E precisou de 6 versões para tornar-se funcional. Inicialmente a equipe arredondou os cantos de toda a peça, tornando o adaptador mais anatômico. Nas novas versões, o problema mais visível estava na criação de suportes em excesso, o que gerava mais trabalho na pós-produção. A solução encontrada foi alterar os recortes internos, transformando-os em formas circulares, o que permitiu evitar o uso excessivo de suportes. Também foi diminuído o espaço para encaixar o cortador de unha, pois o defeito da primeira versão era que o cortador ficava frouxo. A aba articulada criada inicialmente para

pressionar a alavanca de qualquer tamanho de cortador mostrou-se ineficaz e frágil, quebrando após alguns usos. Assim, a base da peça foi totalmente alterada, retirando-se a aba articulada e incluindo uma haste fixa, que pressiona a alavanca de vários tamanhos de cortador. A Figura 3 mostra o adaptador criado pela equipe E, na última versão impressa.

Figura 3 - Última versão do adaptador equipe E



Em relação à ergonomia, o produto da equipe E mostra-se mais confortável, pois possibilita o apoio da mão inteira sobre a peça. Ainda que requeira treinamento do paciente, a percepção inicial indica maior facilidade de uso.

Com base no resultado apresentado é possível inferir que:

1. A curricularização da extensão abre possibilidades de interação dos estudantes com situações reais, contudo nem sempre o tempo disponível durante a disciplina é adequado para a demanda. Neste relato, a professora inicialmente avaliou que a demanda possuía um nível de complexidade adequado para as 10 horas disponíveis, porém a quantidade de versões e o tempo necessários para que as soluções se tornassem realmente funcionais demonstrou o equívoco desta avaliação. Uma revisão no cronograma da disciplina mostra-se necessária, aumentando a carga horária da atividade ou distribuindo-a ao longo do semestre, o que favoreceria a participação de todos os estudantes e não apenas de alguns.
2. O desenvolvimento de TA por estudantes mostrou-se uma atividade envolvente, na qual havia um desejo latente de auxiliar as pessoas que poderiam se beneficiar dos produtos. Tanto na fase inicial, durante a disciplina, como na fase posterior, com apenas duas equipes trabalhando, a vontade de resolver os problemas e tornar os produtos funcionais foi

observada e acrescida de entusiasmo a cada acerto. Desta forma, pode-se afirmar que este é um tema eficaz para a proposta deste trabalho.

3. A manufatura aditiva se mostrou vantajosa para o desenvolvimento deste projeto em diversos aspectos. Além de viável para a fabricação de poucas unidades do produto, também mostrou-se pedagogicamente adequada, pois permitiu agilidade no ciclo de concepção e testes, além de permitir aos estudantes o aprendizado com os erros de cada versão, o desenvolvimento da empatia em relação aos futuros usuários e o maior conhecimento deste processo produtivo. Como desvantagem, pode-se citar a necessidade de conhecimento prévio mais aprofundado da tecnologia em si. Este conhecimento foi suprido pela equipe do LAMPI, mas poderia otimizar o tempo de desenvolvimento caso os estudantes das equipes tivessem o mesmo nível.

A partir dos resultados alcançados pela equipe do LAMPI em conjunto com os estudantes envolvidos, a próxima etapa será realizada pela CETO, que fará a avaliação dos produtos junto aos pacientes, permitindo verificar se ambos ou ao menos um deles poderão ser utilizados definitivamente.

4. CONCLUSÕES

A curricularização da extensão foi aplicada na disciplina de Ergonomia do curso de Bacharelado em Expressão Gráfica da UFPR, em parceria com o projeto de extensão LAMPI e tendo como demandante a CETO. A TA desenvolvida neste contexto foi um adaptador para cortador de unhas que permitisse aos usuários cortarem as unhas utilizando apenas uma das mãos funcionalmente. Assim, o objetivo deste relato foi descrever o desenvolvimento de um adaptador para cortador de unha inserido no contexto da curricularização da extensão, sendo este objetivo plenamente atingido.

O desenvolvimento deste projeto permitiu identificar algumas contribuições, que poderão ser aplicadas em outros contextos de curricularização da extensão envolvendo o desenvolvimento de TA. Inicialmente, destaca-se a relação entre o cronograma de uma disciplina no ensino superior e o tempo necessário para o desenvolvimento de uma TA. A disciplina poderá abarcar o início do desenvolvimento, contudo dificilmente o produto chegará à fase de testes com usuários dentro do período da disciplina. Por outro lado, o envolvimento dos estudantes com o desenvolvimento da TA demonstrou ser este um tema eficaz, podendo contribuir com o aprendizado dos conteúdos de Ergonomia. Finalmente, o uso de manufatura aditiva como meio de fabricação mostrou-se pedagogicamente adequado, ainda que seja necessário conhecimento prévio mais aprofundado da tecnologia para otimizar o tempo de desenvolvimento.

A avaliação com pacientes em relação a eficiência e eficácia dos produtos desenvolvidos é fundamental para validar todo o processo de desenvolvimento. Desta forma, é indispensável a contribuição da equipe da CETO com a próxima fase do projeto. Outro aspecto de melhoria para este tipo de desenvolvimento é proporcionar uma maior aproximação entre os estudantes e os futuros usuários dos produtos, de modo que a compreensão da realidade das pessoas com deficiência permeie todo o processo, o que não foi possível na disciplina descrita neste relato.

REFERÊNCIAS

BRASIL. *Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014*. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 151, nº 120-A, p. 1-8, 26 jun. 2014.

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, ano 152, nº 127, p. 2-8, 7 jul. 2015.

GÓES, Anderson R. T. et al. *Projeto Pedagógico do curso de Bacharelado em Expressão Gráfica*. 2023. Disponível em <https://exatas.ufpr.br/cegraf/wp-content/uploads/sites/3/2014/09/PPC-Express%C3%A3oGr%C3%A1fica2023.pdf> Acesso em 8 mai. 2025.

LEE, K.-S.; JUNG, M.-C. Ergonomic evaluation of biomechanical hand function. *Safety and Health at Work*, v. 6, n. 1, p. 9–17, mar. 2015. DOI: 10.1016/j.shaw.2014.09.002.

OPENSHAW, S.; TAYLOR, A. *Ergonomics and Design: A Reference Guide*. Edição. Muscatine: Allsteel Inc., 2006.

PASCHOARELLI, L. C.; SOUSA, B. C.; SILVA, D. C.; SILVA, J. C. P. da. A influência da variedade antropométrica entre mãos de destros e canhotos no design ergonômico de instrumentos manuais: um estudo preliminar. *Estudos em Design*, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2008.

PASCHOARELLI, L. C.; MENIN, M.; SILVA, D. C.; CAMPOS, L. F. A.; SILVA, J. C. P. da. Antropometria da mão humana: influência do gênero no design ergonômico de instrumentos manuais. *Ação Ergonômica*, v. 5, n. 2, p. 1-8, 2009.

SILVA, Arabella N. G.; *Ficha 2 – Plano de Ensino da disciplina de Ergonomia*. 2024. Plano de Ensino. Universidade Federal do Paraná. Não publicado.

VOLPATO, Neri; CARVALHO, Jonas de. Introdução à manufatura aditiva ou impressão 3D. In: VOLPATO, Neri. *Manufatura aditiva; Tecnologias e Aplicações da Impressão 3D*. Disponível em: Minha Biblioteca, Editora Blucher, 2017.

EIXO TEMÁTICO | Cuidados e Proteção Individual

RESUMOS