



Órteses: Conforto e funcionalidade em um novo conceito

Vicente Castilho Rozado Siqueira¹ , Simone Pereira Taguchi Borges²

Resumo: O desenvolvimento de órteses personalizadas, mais acessíveis, higiênicas e fabricadas com materiais sustentáveis, tem sido um desafio contínuo. Neste sentido, o desenvolvimento de órteses por meio da impressão 3D, utilizando a técnica de modelagem por fusão e deposição de material (FDM) se mostra uma técnica viável, com potencial de expansão, sendo uma alternativa inovadora às órteses tradicionais feitas com gesso ou talas. O objetivo deste trabalho foi disseminar o conhecimento sobre órteses obtidas por FDM promovendo a inserção desse novo conceito de produto. A integração entre a universidade, as escolas e a comunidade é o fundamental meio de retorno sobre o alcance das órteses às necessidades dos usuários. Para tal, as órteses foram produzidas por impressão 3D utilizando filamento de Polilático, e criados materiais didáticos em redes sociais abordando temas como: o uso responsável de recursos naturais, design/impressão 3D, órteses sustentáveis e biomateriais. Realizou-se a divulgação na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT-UFRRJ), por meio da Mostra Científica e apresentação de sessão coordenada, além da participação na Feira de Ciência em escola de ensino fundamental e médio de Seropédica-RJ. A intersecção dos trabalhos realizados na universidade com a comunidade tem trazido um estímulo aos alunos participantes (tanto para os apresentadores como os visitantes) para novos desafios, empreendedorismo e valorização à inovação tecnológica, favorecendo a capacitação de professores e articulação de trabalhos futuros.

Palavras-chave: Impressão 3D; Oficina experimental; Comunidade; Tecnologia

Orthoses: comfort and functionality in a new concept

Abstract: The development of customized orthoses that are more accessible, hygienic, and made with sustainable materials has been an ongoing challenge. In this sense, the development of orthoses through 3D printing, utilizing the fused deposition modeling (FDM) technique, has proven to be a viable approach with potential for expansion, serving as an innovative alternative to traditional orthoses made from plaster or splints. The objective of this work was to disseminate knowledge about orthoses produced using FDM, promoting the adoption of this new product concept. Integration between the university, schools, and the community is an essential means of feedback on the scope of orthoses to the user's needs. To this end, orthoses were produced using 3D printing with Polylactic Acid filament, and teaching materials were created on social networks addressing topics such as the responsible use of natural resources, 3D design/printing, sustainable orthoses, and biomaterials. The dissemination was carried out during the National Science and Technology Week (SNCT-UFRRJ), through the Scientific Exhibition and the presentation of a coordinated session, as well as participation in the Science Fair at elementary and high schools in Seropédica, Rio de Janeiro State, Brazil. The intersection of the work carried out at the university with the community has encouraged the participating students (both presenters and visitors) to take on new challenges, including entrepreneurship and the valorization of technological innovation, thereby favoring the training of teachers and the articulation of future work.

Keywords: 3D printing; Experimental workshop; Community; Technology

*Originais recebidos em
01 de outubro de 2024*

*Aceito para publicação em
31 de julho de 2025*

1

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica-RJ, Brasil

(autor para correspondência)

vicentecastilho@live.com

2

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica-RJ, Brasil

simoneptb@hotmail.com.br

Introdução

A integração da sociedade com a tecnologia e a inovação é fundamental para ampliar os horizontes da pesquisa científica e da extensão universitária. Essa integração não apenas visa impulsionar o avanço do conhecimento acadêmico, como também inspirar os alunos a buscar soluções para os problemas enfrentados dentro da universidade ou na comunidade em que estão inseridos. A importância da extensão universitária para divulgação e interação com a comunidade assume um papel crucial, especialmente durante a graduação, pois proporciona aos alunos a oportunidade de desenvolver e aprimorar suas habilidades específicas, além de ajudá-los a definir sua trajetória profissional (Matos et al., 2022).

A engenharia de materiais desempenha um papel crucial na resolução dos desafios ambientais contemporâneos, impulsionando à inovação e à sustentabilidade em diversas áreas, contribuindo para a engenharia sustentável. Esses desafios abrangem a redução de resíduos, o armazenamento seguro de substâncias tóxicas, e a utilização mais eficiente dos recursos naturais. Além disso, o desenvolvimento de novos materiais pode ser orientado para fabricação de produtos que venham a melhorar a qualidade de vida da sociedade, reduzir as despesas com equipamentos médicos, minimizar complicações hospitalares e tempo de internação hospitalar, sem comprometer o desempenho do produto (Hahn, 1994).

As órteses tradicionalmente utilizadas hoje são do tipo gesso ou talas, que possuem algumas desvantagens em comparação às órteses feitas por impressão 3D. Uma das principais limitações é a higiene pessoal, pois ambos os materiais podem dificultar a limpeza da área imobilizada, devido a impossibilidade de lavar ou secar o local em que foi fraturado, podendo causar maus odores na região. As complicações dermatológicas também são vistas, principalmente com o uso prolongado desse tipo de material em contato com a pele, podendo levar a coceira, irritações ou até mesmo infecções. As órteses feitas por impressão 3D podem ser lavadas e secas facilmente, evitando problemas dermatológicos.

A anatomia complexa de uma mão confere características singulares do ponto de vista de uma vida funcional, diferenciando-se de outras partes do corpo humano. A distinção de percepção sensorial e a constância estrutural são atributos que estão diretamente relacionados com a diversidade de funções que a mão desempenha, fazendo com que seja um órgão motor de excelência (Flanagan, 2002; Browner 2009; Marques, 2016).

A mão humana é composta por 27 ossos, sendo eles ossos carpais, ossos metacarpais e as falanges em cada dedo (proximal, média e distal), salvo o primeiro dedo que apresenta apenas a proximal e distal (Lopez et al., 2022). No caso de uma fratura, não só o tecido ósseo é afetado, como os ligamentos, cartilagem e fáscia, gerando impacto diretamente na qualidade de vida do paciente (Hardy, 2004; Lopes et al., 2021; Lopez et al., 2022). Fraturas em ossos das mãos são comuns na população masculina em uma faixa etária entre 20 e 30 anos, especialmente em atletas de esportes de contato e trabalhadores manuais (Bernstein et al., 2006; Popova, et al., 2020; Lopez et al., 2022). Essas lesões correspondem a 30% dos acidentes que envolvem algum tipo de incidente com as mãos (Tosmann, 2018), no qual de 3 a 9% desses incidentes correspondem às lesões em esportes que envolvam os punhos e as mãos (Bisneto et al., 2020). Portanto, é necessário a utilização de um instrumento para realizar a imobilização dessa parte que sofreu lesão, atuando como um método de recuperação do paciente sem o mesmo passar por cirurgia. Esse instrumento de imobilização é chamado de órtese (Carvalho, 2013).

Neste trabalho o enfoque foi para imobilização de fraturas de falanges distais, onde acontece o rompimento do tendão extensor (Figura 1). O tratamento desse tipo de fratura pode ser realizado com o uso de uma tala ou órtese imobilizando a área, onde o dispositivo se estende até a interfalangeana proximal do dedo. Em um tratamento completo, o paciente deve utilizar a órtese por um período de seis a oito semanas, evitando fazer movimentos bruscos e o dobramento do dedo na área lesionada (Paulos, 22022).

A fabricação de produtos biodegradáveis e o aproveitamento de resíduos sólidos, são ações que reduzem numerosos problemas econômicos, sociais e ambientais. Termos como sustentabilidade e economia circular vem sendo estudados como modo de aproveitamento de resíduos, trazendo uma nova perspectiva de inovações tecnológicas (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas [Sebrae], 2023). Para tal, consumidor participativo tem papel fundamental no desenvolvimento sustentável, por meio da educação e de escolhas conscientes de seus produtos. Nesse contexto, a informação e a interação da comunidade com a universidade, especificamente à engenharia ambientalmente amigável é fundamental.

Os materiais utilizados para fabricação de órteses podem variar de acordo com: tipos de paciente, gravidade da lesão, condição clínica e a adaptação do usuário com relação àquele dispositivo. Os materiais mais utilizados para confecção das órteses de membros superiores são polímeros, especialmente termoplásticos e elastômeros, devido ao alongamento e manutenção da posição anatômica, maior leveza e fácil modelagem (Gradim & Paiva, 2018). A demanda por produtos caracterizados por uma produção com reduzido impacto ambiental, custos acessíveis e eficiência na fabricação tem estimulado o progresso da tecnologia de impressão 3D. O método de impressão conhecido como FDM é frequentemente empregado, utilizando filamentos poliméricos como PLA (poliácido láctico), ABS (acrilonitrila-butadieno-estireno), PA 6 e PA 6.6 (poliamida), PP (polipropileno), entre outros, para criar peças de variados formatos e dimensões (Fernandes, 2022). Nesse processo o protótipo é elaborado através da aplicação de camadas sucessivas de um filamento específico, previamente aquecido, sobre uma superfície também aquecida, resultando na solidificação do material no formato desejado.

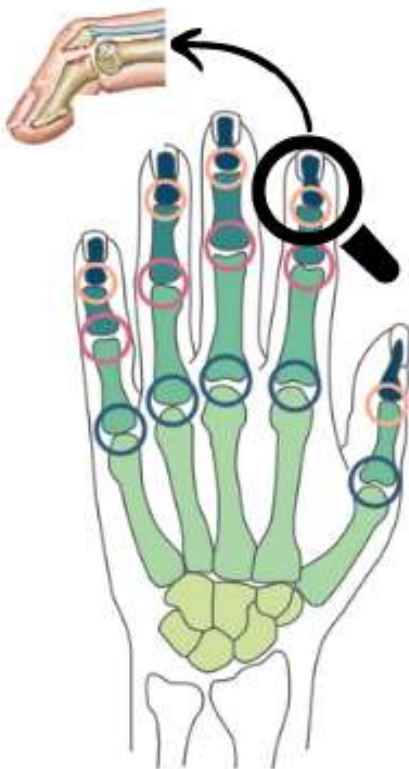


Figura 1. Fratura no tendão extensor. Adaptada de Yoshio (2013), Ferrari (2016) e Liqcreat (2023).

Embora a impressão 3D não seja a solução para todos os problemas, ela pode reduzir significativamente o número de etapas na cadeia de suprimentos, permitindo a produção personalizada sob demanda de uma ampla variedade de componentes. A utilização da impressão 3D pode minimizar, ou até mesmo eliminar, diversas desvantagens ambientais associadas à fabricação convencional (manufatura subtrativa como usinagem, fresagem, dentre outras).

Um dos filamentos mais comuns na impressão 3D é o PLA, por ser um polímero semicristalino ou amorfo, sendo sintetizado a partir de fontes de energia renováveis, principalmente o amido de milho. Além de sua característica biodegradável, o PLA oferece boas propriedades mecânicas, biocompatibilidade, estabilidade térmica e um impacto ambiental reduzido (Santana et al., 2018). O polímero é recomendado para a impressão 3D devido à sua alta fluidez e baixa contração durante a extrusão, além de proporcionar a facilidade de impressão e a flexibilidade de ser projetado em uma variedade de cores.

As órteses feitas por Manufatura Aditiva poderiam ser utilizadas mais de uma vez por pacientes com mesma estatura e tipo de fratura, podendo reduzir o desperdício de recursos naturais, energéticos e tempo de atendimento médico. As órteses de pacientes já curados poderiam compor um banco de peças para o Sistema Único de Saúde (SUS), garantindo inclusão social, proporcionando acessibilidade especialmente para populações de baixa renda. A disponibilidade dessas órteses feitas por impressão 3D pode ajudar na conscientização sobre a importância do tratamento correto de uma fratura, para garantir uma reabilitação adequada, podendo ter impacto positivo na saúde pública a longo prazo, e a produção racional de matérias primas.

O objetivo da atividade de extensão é ampliar a visibilidade e o conhecimento sobre órteses feitas por impressão 3D, mediante a realização de atividades colaborativas com a comunidade e escolas no município de Seropédica-RJ e região, além de material didático para as mídias sociais.

Metodologia

As atividades de extensão foram organizadas em etapas (Figura 2). A primeira etapa do trabalho foi a imersão no tema do projeto, por meio de pesquisa bibliográfica sobre órteses, filamentos biodegradáveis e de fontes renováveis para impressão 3D, princípio de funcionamento de impressora FDM, design de produto e biomateriais.

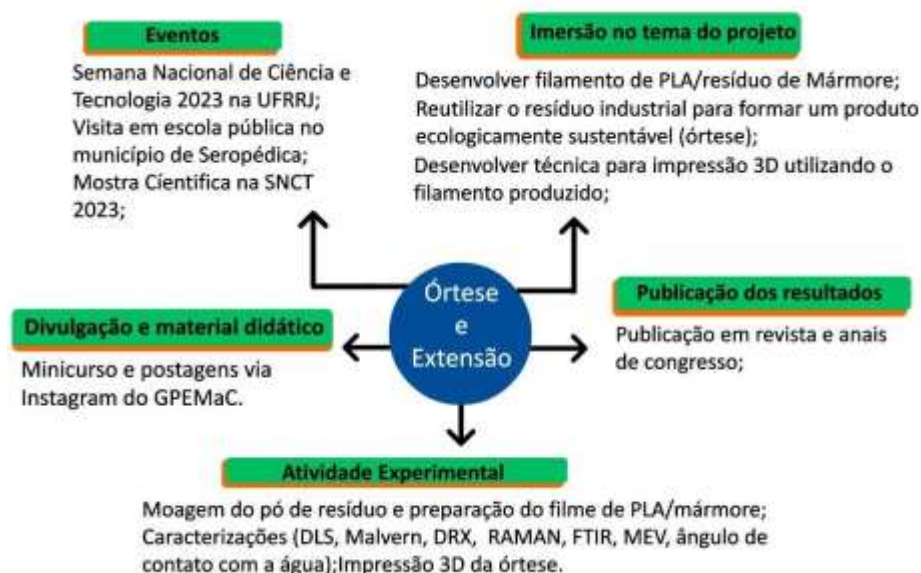


Figura 2. Fluxograma das atividades de extensão.

A modelagem de órteses foi realizada para fratura de falange distal, com ajustes de parâmetros para impressão 3D. A concepção do desenho foi realizada utilizando software Autodesk, tendo a estrutura da órtese composta por uma base plana ligadas a três anéis posicionados estrategicamente para máxima estabilidade do dedo. Para otimizar a relação entre leveza e rigidez, a base da órtese foi desenhada com uma estrutura interna tipo colmeia "honeycomb" enquanto os anéis foram maciços para oferecer resistência mecânica.

A impressão 3D foi gerenciada pelo software Simplify3D, utilizando diferentes parâmetros de impressão: velocidade de 4500 - 9000 mm/min, tempo de impressão de 40 – 155 min, consumo de PLA de 5,18 - 9,93g. Qualidade de impressão foi avaliada pela observação da superfície da peça, rugosidade e quantidade de *stringing* formado entre os anéis, também conhecido como "teia de aranha".

Foi elaborado material didático online e vídeo aula, disponibilizado através da rede social Instagram, com diversos temas referentes ao desenvolvimento de órteses como: Biomateriais, Desenvolvimento de Órteses, Impressão 3D, uso do PLA como insumo de impressão 3D. Tradicionalmente a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro promove a realização da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) e o desenvolvimento de projetos de extensão. Nosso grupo de trabalho teve participação na SNCT-UFRRJ desde 2023, realizando mostras científicas e tecnológicas de experimentos, envolvendo oficinas lúdicas sobre propriedades físicas e químicas como densidade, granulometria, plasticidade, até atividades mais tecnológicas como cimento e concreto, piso intertravado, tijolo solo-cimento, manufatura aditiva, análise de tensões em peças feitas por impressão 3D, extrusão de filamentos para impressão 3D e desenvolvimento de órteses metaestruturadas.

A divulgação do projeto foi realizada na forma de apresentação oral na sessão coordenada da SCNT, intitulado "Desenvolvimento de órteses metaestruturadas sustentáveis feitas por impressão 3D utilizando PLA/resíduo de mármore", e outros temas correlatos foram apresentados na forma de poster ou palestras em outros eventos.

Foi buscado a articulação com a secretaria de educação de Seropédica no intuito de abranger as escolas municipais. Contudo, a abertura se deu no Colégio Estadual Presidente Dutra, no qual fomos convidados a participar da Feira de Ciências, tendo oficinas conduzidas abordando temas similares ao apresentado na SNCT (densidade, impressão 3D, extrusão de filamento para impressora 3D, dentre outros), para alunos do ensino médio e do ensino fundamental II, bem como para os professores e comunidade. A iniciativa buscou proporcionar uma ampla disseminação de conhecimento e práticas científicas, estabelecendo uma interação significativa entre a universidade e a comunidade local.

Resultados

A elaboração de material didático online, disponibilizado através da rede social Instagram, contou com os temas voltados para assunto de desenvolvimento de órteses. A escolha da plataforma Instagram para a divulgação de conteúdo relacionado ao Grupo de Pesquisa e Extensão em Material Cerâmico - GPemac foi motivada pelo perfil institucional, abrangendo assuntos relacionados a diversas áreas do saber. A temática do desenvolvimento de órteses emergiu como uma novidade para a produção de novos conteúdos. A decisão de realizar postagens regulares foi tomada em conjunto pelo coordenador e os membros do projeto, estabelecendo as terças e quintas-feiras no período da tarde como os momentos de maior acesso. O público-alvo esperado é composto por adolescentes, cursando o ensino fundamental ou médio, além do círculo da universidade e seus multiplicadores.

O primeiro conteúdo postado abordou o tema de biomateriais, discutindo brevemente sobre a produção, aplicação e sustentabilidade desses materiais. A postagem subsequente introduziu o assunto de órteses, destacando a diferença entre órteses e próteses, sua importância e o processo de fabricação. Essas duas

primeiras postagens alcançaram, na época, diretamente 221 contas no Instagram, principalmente de alunos da universidade, e receberam 48 curtidas. As duas postagens seguintes abordaram a produção de órteses por meio da impressão 3D, e o uso de PLA com resíduo de mármore no processo. Essas publicações também discutiram aspectos relacionados à produção, características e importância das órteses, alcançando 228 contas no Instagram, obtendo 29 curtidas. Cabe ressaltar que todos esses dados foram obtidos diretamente da plataforma, sem considerar os direcionamentos de postagem.

Foi realizado um vídeo aula no Youtube com o tema “Mármore, seus resíduos e aplicações” e não obteve um alcance esperado. Isto é um indicativo que o conteúdo no Instagram tem tido maior alcance que o material didático no Youtube, e desta forma, o GPEMaC tem dado continuidade às postagens de conteúdos curtos para que tenha maior abrangência.

A sessão coordenada na SCNT 2023, apresentada pelo aluno bolsista de extensão, foi exibida no pavilhão central da UFRRJ, com um público médio de aproximadamente 100 pessoas, abrangendo uma faixa etária diversificada, desde adolescentes até adultos. Essa apresentação rendeu a premiação de melhor trabalho na área de Tecnologia e Produção da SNCT-UFRRJ 2023. Isto teve e tem um efeito curricular muito importante para o aluno premiado, e impulsionou significativamente os outros alunos do grupo a participarem de outras atividades, não só pela premiação, mas pela visibilidade, e por acreditarem que estão desenvolvendo um trabalho de qualidade. Isto significa que além do público-alvo direto, existe a repercussão do trabalho, influenciando familiares e arredores.

A Mostra Científica realizada nos Laboratórios do curso de Engenharia de Materiais durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) de 2022 e 2023, trouxe a oportunidade de além de apresentar os experimentos, mostrar as instalações e infraestrutura da universidade. Alguns visitantes ficaram interessados em fazer uma graduação, independente da área, só pelo fato de ter sido acolhido e de sentirem que é possível dar continuidade aos estudos. Os stands apresentaram diversas abordagens, impactando diretamente mais de 300 participantes:

- Densidade: os alunos apresentaram explicações detalhadas sobre as propriedades físicas e químicas dos materiais, de forma expositiva e sensorial. Os participantes fizeram parte dos experimentos, medindo e misturando materiais. Foram utilizados corantes e outros artifícios visuais para chamar atenção, e exemplos do cotidiano, prendendo atenção e despertando curiosidade para esse tema tão usual, mas que as vezes passa despercebido no dia a dia.
- Granulometria: os participantes receberam informações sobre o tamanho das partículas desde escala nanométrica até macroscópica, e sobre os métodos de medição. A utilização de equipamentos barulhentos não espantou o visitante, muito pelo contrário, despertou interesse de visualizar como ficou o material final após o ensaio de granulometria.
- Plasticidade do solo: Os participantes foram convidados a manipular argila, solo, dentre outros materiais, com adição de água para verificar a diferença de plasticidade de forma sensorial. Na sequência, foi mostrado o ensaio de forma técnica utilizando o Aparelho de Casa Grande. O ato de amassar a argila deu a sensação de saciedade, sem se importar com a sujeira das mãos. Os visitantes aprenderam um pouco sobre a teoria de plasticidade misturado com satisfação.
- Cimento, argamassa e concreto: Os visitantes aprenderam de onde vem o cimento, a diferença entre argamassa e concreto, tendo a oportunidade de preparar um traço de massa. Ficaram muito curiosos com as propriedades e os aditivos ecológicos que podem ser adicionados ao concreto, discutindo alternativas para a construção civil de forma consciente.
- Piso intertravado: Curiosos pelos brindes que estavam sendo distribuídos no stand, os participantes aproveitavam para moldar corpos de prova, pegar peças de piso intertravado para verificar peso,

textura e acabamento. Foi discutido o tipo de fabricação e também a forma de pavimentação, destacando as vantagens e limitações do uso nas vias de tráfego leve e pesado.

- Tijolo solo-cimento: Também conhecido como tijolo ecológico, é um tipo de construção modular, que chamou bastante atenção aos modelos e à facilidade de obtenção. A oficina mostrou uma produção de tijolos mais sustentáveis por meio de métodos inovadores, e na adição de resíduos industriais na composição.

Na SNCT de 2023, a temática evoluiu para aspectos mais tecnológicos, com a participação de mais de 200 pessoas:

- Impressão 3D: Os participantes tiveram a oportunidade de entender os requisitos essenciais para realizar impressões 3D e sua relevância. Observaram de perto o funcionamento da impressora 3D e ficaram encantados, principalmente com a miniatura de heróis que já estavam impressos para demonstração. Isto mostra a importância de criar uma identidade aos visitantes, para que possam aprender fazendo.
- Análise de tensões: Os desenhos tridimensionais de peças foram mostrados em um computador, explicando a praticidade em usar software para visualizar objetos em diferentes ângulos. Foi mostrado pelo programa os pontos mais críticos nas peças quando eram sujeitas a esforços, por meio de gráficos coloridos e intuitivos. Muitos visitantes não compreenderam a utilização do programa, mas puderam entender que é fácil visualizar regiões de possíveis falhas em projeto, por meio da avaliação de tensões em peças, e propor modificações do design para que atenda uma aplicação específica.
- Extrusão de filamentos para impressão 3D: os visitantes acharam divertido o processo de extrusão de filamento polimérico. A extrusora situava ao lado da impressora 3D e os visitantes puderam visualizar a continuidade do processo. Neste stand foi mencionado os trabalhos que a universidade faz em pesquisa e desenvolvimento de novos filamentos, dando aos visitantes a ideia do significado do trabalho de laboratório e a amplitude do desenvolvimento de produto. Os visitantes observaram que o trabalho de pesquisa científica não começa e termina no mesmo dia, e sim depende de conhecimento, dedicação e trabalho em equipe.
- Órteses por impressão 3D: foi mostrado os materiais utilizados para produção da órtese e explicado a importância da engenharia responsável, sustentabilidade e economia circular. Os visitantes puderam experimentar as órteses no dedo, e tirar dúvidas sobre biomateriais. Foi abordado algumas características do PLA, linhas de pesquisa e extensão voltadas para o desenvolvimento de novos materiais aplicáveis à impressão 3D, dentre outros.

Aproximadamente 60 alunos e docentes da universidade atuaram voluntariamente como desenvolvedores e apresentadores de cada evento. As atividades de extensão incluíram premiação de melhor trabalho na área de tecnologia e produção, protótipo de órtese impressa em 3D, *cards* de divulgação postados no *Instagram* no grupo de pesquisa e extensão de materiais cerâmicos, e oficina (Figura 3). A maioria dos participantes continua realizando outros eventos similares e ampliando os tipos de experimentos. Todos apresentadores do evento acharam bastante cansativo a preparação e o agito no dia da atividade, mas certamente o aprendizado não é unilateral. É muito gratificante ver a euforia dos apresentadores e o interesse dos visitantes.



Figura 3. Atividades de extensão desenvolvidas: premiação de melhor trabalho na área de tecnologia e produção, protótipo de órtese impressa em 3D, cards de divulgação postados no Instagram no grupo de pesquisa e extensão de materiais cerâmicos, e oficina

Na Feira de Ciências do Colégio Estadual Presidente Dutra em Seropédica, foram organizados stands com oficinas abordando os temas densidade dos materiais, tijolo solo-cimento, impressão 3D e extrusão, além da apresentação do curso de engenharia de materiais. Esta iniciativa foi praticamente a réplica dos eventos anteriores, utilizando todos os materiais e conteúdos já preparados, e ocorrendo simultaneamente aos experimentos dos alunos da referida escola, atraindo um amplo público composto por adolescentes do ensino médio e do ensino fundamental II, bem como servidores da instituição e familiares. O primeiro contato com o colégio ocorreu alguns meses antes da realização da feira de ciências, na qual foi estabelecida uma parceria com a universidade. Durante esse encontro, os diretores informaram que a escola possuía uma impressora 3D que não estava sendo utilizada, devido à falta de treinamento para operar o equipamento. A parceria incentivou a escola a realizar uma reforma em uma das salas para transformá-la em um laboratório, permitindo a ativação da impressora e a criação de um setor de prototipagem rápida no local. Alunos do GPEMaC estão preparando um curso/treinamento para professores e alunos da escola, para gerar novos desafios e conhecimento.

Foram também impressos protótipos de órteses para fraturas no dedo indicador da mão, utilizando filamento de PLA (Figura 4). Essas órteses foram expostas em todas as oficinas durante a SNCT de 2023, despertando a curiosidade do público. Em termos de recursos humanos, vários alunos de iniciação científica, com ou sem bolsa, contribuíram ativamente na impressão das órteses, assim como nos eventos.

Discussão

A universidade conta com um extenso campus, demonstrando uma tradição em sediar a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia anualmente, em diversas áreas do conhecimento, promovendo transdisciplinaridade. O evento é de grande magnitude e é organizado pela instituição, abrangendo áreas que vão desde a engenharia até medicina veterinária, apresentando trabalhos educacionais, culturais e tecnológicos. Esses trabalhos são organizados por área de saber, com a visita das escolas de Seropédica, Itaguaí e redondezas.

A universidade é composta por um prédio central administrativo que normalmente sedia eventos de grande porte, e os diferentes institutos ficam distantes dele. A universidade tem incentivado os desenvolvimentos das oficinas nos diferentes institutos, além do prédio central, para que os visitantes possam ter contato direto com os demais laboratórios e áreas de conhecimento. Essa visão estratégica trouxe mudanças significativas aos longos dos anos, ampliando a quantidade do público alvo. Por outro lado, a equipe organizadora enfrenta um grande desafio com os problemas de mobilidade devido a vasta extensão do campus.

Os cursos tecnológicos que envolvem equipamentos de pequeno e grande porte, embora tenham impacto positivo na atratividade aos visitantes, demandam tempo para visita, segmentação do público para circulação no espaço e um certo risco de danificação. Dessa forma, as áreas que não dependem de infraestrutura especializada recebem mais visitas, enquanto as tecnológicas enfrentam dificuldades em execução de todo planejamento. Essa diferenciação prejudica a diversidade de saberes na universidade, tornando essencial a utilização de materiais didáticos online e uma divulgação mais ampla por meio das redes sociais.

Um aspecto importante da SNCT na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro é a gratuidade do evento, que favorece uma maior adesão de escolas aos eventos promovidos pela instituição.

A organização de eventos de grande porte, que abrangem diversas áreas do conhecimento, é uma prática consolidada, mas vários pontos devem ser considerados para o sucesso das atividades, como espaço adequado, atratividade dos stands, proatividade e entusiasmo dos apresentadores, conectividade para formação de novos eventos, divulgação eficaz, gerenciamento de custos e parceria interinstituições.

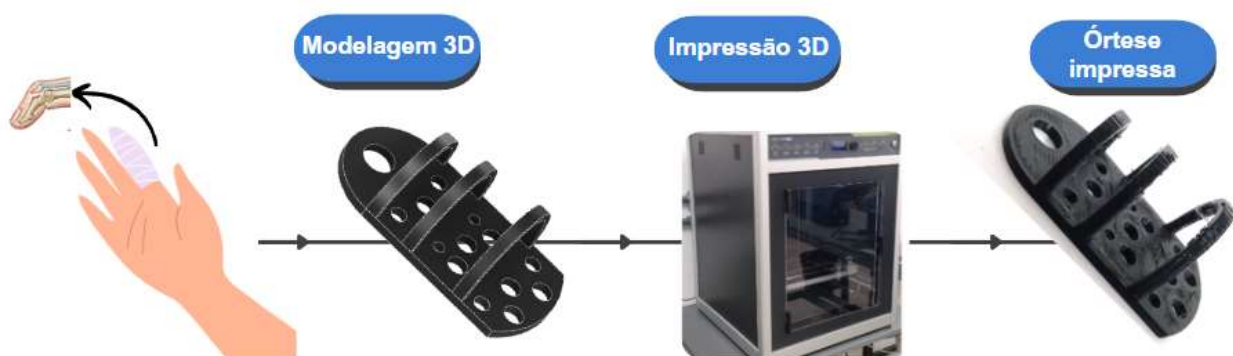


Figura 4. Protótipo da órtese para fraturas no dedo indicador da mão, utilizando filamento de PLA.

A abordagem educativa e transformadora está intimamente relacionada à interseção entre teoria e cotidiano. Embora muitas pessoas compreendam, por exemplo, a densidade como uma fórmula (massa dividida por volume), nem sempre conseguem dimensionar o que isso significa de maneira prática. No stand dedicado à densidade dos materiais, por exemplo, os visitantes receberam explicações sobre a importância de compreender a propriedade dos objetos em situações do dia a dia, como verificar a frescura de um ovo de galinha através de um copo d'água ou compreender por que flutuamos no Mar Morto ou se o combustível está adulterado no posto. O stand sobre densidade apresentava pôster impresso e uma variedade de materiais com diferentes texturas e tamanhos. A análise sensorial permitiu que os jovens sentissem o peso dos objetos em suas mãos, de forma educativa e transformadora.

A mesma estrutura foi adotada para todos os *stands*, com pôster impresso, objetos à exposição, experimentos, diversidade de cores, deixando o ambiente atrativo e instigador. Ao abordar o tema de órteses, a percepção comum foi associar ao gesso ou talas de tecido. Contudo esses materiais não são esteticamente atraentes, nem confortáveis, e nem higiênicos. A órtese de PLA feita por impressão 3D levou a curiosidade do público, desmistificando a concepção dos materiais tradicionais e abrindo a possibilidade de fabricação de novos tipos de filamentos, incorporando inclusive os resíduos sólidos como carga para melhorar as propriedades do produto. Essa abordagem visa criar produtos que não só possam substituir o gesso ou talas por PLA, como agregar resíduos, mitigando impactos ambientais e favorecendo a sustentabilidade do processo.

Hoje a impressão 3D é algo relativamente comum, mas há apenas cinco anos era um nicho fechado e pouco compreendido pela maioria da população. Ainda assim, uma grande parcela dos visitantes nunca tinha visto de perto o equipamento. Algumas empresas já produzem órteses por meio da impressão 3D, mas essa tecnologia ainda é pouco difundida na área da saúde, por ser um produto inovador.

Algumas escolas já possuem impressoras 3D, mas enfrentam o desafio de não possuírem filamento para desenvolver os produtos ou não terem treinamento para compreender plenamente como utilizá-las para enriquecer o aprendizado dos alunos. A funcionalidade de uma impressora 3D em uma escola de ensino fundamental/médio difere do enfoque adotado em uma universidade. Na escola, o uso desse equipamento promove a participação dos alunos, capacidade de aprendizado interdisciplinar, trabalho em equipe e estimula a criatividade. As disciplinas de ciências exatas são particularmente beneficiadas por esse recurso, exigindo que os alunos adquiram conhecimentos gráficos e de proporção, por meio do movimento do eixo da impressora nos planos XYZ, e visão espacial do objeto.

Nas oficinas desenvolvidas nas escolas, por exemplo, foram explicados os benefícios da estrutura *honeycomb*, que torna a órtese mais leve e forte comparado com a maciça, ou os ajustes dos parâmetros de impressão para tornar o processo mais rápido e barato. Isto desmistifica a tecnologia, traduzindo as informações em benefícios específicos para as órteses como: conforto, agilidade na recuperação e economia.

Além das ciências exatas, a impressora 3D possibilita a criação de mapas e relevos topográficos, contribuindo para disciplinas como geografia e história. A possibilidade de imprimir objetos diversos amplia a utilização para aulas de biologia, física, química, dentre outros.

No ambiente universitário a impressora 3D pode auxiliar não só nas disciplinas como também nas áreas de pesquisas, desenvolvimentos de protótipos e modelos. Neste sentido, os projetos da universidade em parceria com as empresas ganham novas dimensões.

A introdução de ferramentas tecnológicas na sala de aula tem o potencial de promover várias transformações na educação, especialmente quando é feita com metodologias que valorizam o diálogo e não se limitam a uma abordagem unidirecional. A adoção de abordagens pedagógicas não convencionais leva os educadores a perceberem que o processo de ensino e aprendizagem também passa por mudanças significativas (Minozzo et al., 2016).

O uso da impressão 3D requer familiaridade com o funcionamento básico do equipamento, o conhecimento da matéria-prima do filamento empregado, habilidades em modelagem gráfica de objetos tridimensionais, além dos custos com material de consumo e manutenção. A realidade brasileira hoje ainda não apresenta profissionais da educação básica que tenham tido treinamento para atuar nestas áreas tecnológicas. E neste contexto, os projetos de extensão com universidades são fundamentais como multiplicadores dos saberes.

Durante o curso de licenciatura, são poucas disciplinas específicas que abordem a integração de tecnologia em sala de aula. Portanto, é essencial que sejam oferecidos cursos de capacitação para educadores para integrar efetivamente os recursos tecnológicos, incorporando aspectos pedagógicos que os conectem ao seu ambiente de trabalho, além da interação com outras escolas, comunidade e universidade.

O processo de design e otimização transcende o ambiente acadêmico, gerando um impacto direto e tangível para a sociedade. A capacidade de testar e refinar a impressão 3D permite a produção de órteses com o mínimo de material e tempo, o que pode reduzir o custo final da peça. A órtese pode ser uma solução mais acessível para a população, podendo ser implementado pelo sistema de saúde pública, como por exemplo o SUS.

Dessa forma, a engenharia deixa de ser algo distante e se torna uma ferramenta prática para melhorar a qualidade de vida, inspirando jovens e demonstrando que a inovação pode, e deve, estar a serviço de todos.

Conclusão

A integração de novas tecnologias nas escolas enfrenta desafios, principalmente na preparação dos educadores para utilizar esses recursos de maneira eficaz, e a disponibilização de material de consumo de forma contínua. A capacitação dos profissionais de educação é essencial para que possam explorar plenamente o potencial transformador dessas tecnologias, promovendo um ambiente educacional mais inclusivo e dinâmico.

A universidade é um dos caminhos para transdisciplinaridade, e possui recursos humanos que podem ser treinados para dissociar a informação e dar acessibilidade à tecnologia, dentro do ambiente acadêmico e para a sociedade.

A sociedade por sua vez, é o melhor termômetro da aceitabilidade da ciência e tecnologia. É por meio de trabalhos com a sociedade que é possível entender suas necessidades, e interpretar novos serviços e produtos para seu desenvolvimento. Por esse motivo, os estudos sobre órteses impressas 3D usando material sustentável, traz um contexto inovador na área da saúde e engenharia, cuja sociedade tem um papel fundamental, tanto para a ideação do produto como sua beneficiária.

A ciência por si só é responsável pelo desenvolvimento humano e melhoria da qualidade de vida, mas a articulação do ensino, pesquisa e extensão nos diferentes patamares educacionais promove a aproximação da teoria e prática, fortalecendo os setores da saúde, ambientais, sociais, políticos e econômicos.

Agradecimentos

Os autores dirigem agradecimentos ao Colégio Estadual Presidente Dutra pelo convite para participar da Feira de Ciências, à organização da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), à Pró-Reitoria de Extensão da UFRRJ pela concessão da bolsa ao aluno Vicente Castilho, e ao Laboratório de Nanotecnologia, Cerâmica e Compósitos - LNanoC2 e Grupo de Pesquisa e Extensão em Materiais Cerâmicos - GPemac da UFRRJ pela disponibilização do espaço, dos equipamentos, da impressora 3D e dos materiais essenciais para a síntese dos protótipos de órteses apresentados nos eventos.

Contribuição de cada autor

V.C.R.S. e S.P.T.B. realizaram o planejamento do projeto e a redação final, V.C.R.S. conduziu as análises estatísticas do número de participantes de cada evento. V.C.R.S. atuou como bolsista no projeto e S.P.T.B. como orientadora.

Referências

- Bai, H., Xiu, H., Gao, J., Deng, H., Zhang, Q., Yang, M., & Fu, Q. (2012). Tailoring impact toughness of poly(L-lactide)/poly(ε-caprolactone) (PLLA/PCL) blends by controlling crystallization of PLLA matrix. *Applied Materials & Interfaces*, 4(2), 897-905. <https://doi.org/10.1021/am201564f>
- Bernstein, M. L., & Chung, K. C. (2006). Hand fractures and their management: An international view. *Injury*, 37(11), 1043–1048. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2006.07.020>
- Bisneto, E., de Paula, E. J. L., & Junior, R. M. (2020). Artroscopia de punho em atletas. *Revista Brasileira Ortopedia*. 55(1), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.rbo.2017.12.022>
- Browner, B. D. (2009). *Skeletal trauma: Basic science, management and reconstruction*. Philadelphia: Elsevier Health Sciences.
- Carvalho, J. A. (2013). *Órteses – Um Recurso Terapêutico Complementar*. 2. ed. Barueri: Editora Manole.
- Fernandes, J. H. M. (2022). *Semiologia Ortopédica Pericial*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Ferrari, A. (2016). *Ortho: Design de Órteses Corretivas para deformidades nos dedos*. (Trabalho de Conclusão de Curso). Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação Departamento de Design, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, São Paulo. Recuperado de <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/5648aa68-d9d6-4c19-95f1-b82df1eea45b/content>
- Flanagan, J., & Johansson, R. S. (2002). Hand movements. In *Encyclopedia of the Human Brain*. V. 2, 399-414.
- Gradim, L., & Paiva, G. (2018). Modelos de órteses para membros superiores: Uma revisão da literatura. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, 26(2), 479-488. <https://doi.org/10.4322/2526-8910.ctoAR1174>
- Hahn, S. (1994). Os papéis da ciência dos materiais e da engenharia para uma sociedade sustentável. *Estudos Avançados*, 8(20), 36–42.
- Hardy, M. A. (2004). Principles of metacarpal and phalangeal fracture management: A review of rehabilitation concepts. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 34(12), 781–799. <https://doi.org/10.2519/jospt.2004.34.12.781>
- Kumar, M., Mohanty, S., Nayak, S. K., & Parvaiz, M. R. (2010). Effect of glycidyl methacrylate (GMA) on the thermal, mechanical and morphological property of biodegradable PLA/PBAT blend and its nanocomposites, *Bioresource Technology*, 101(21), 8406-8415. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.05.075>
- Liqcreate. (2025). *Forma: Aplicação da impressão 3D no setor de cirurgia da mão*. Recuperado de [Forma: Aplicações da impressão 3D no setor de cirurgia da mão](#)
- Lopes, P. A. C., Monteiro, P. H. M., Correa Lima, A. L. L., Hernandez Júnior, P. R., & Kumschilies, M. C. G. (2021). Tratamento cirúrgico da fratura do boxer com placa minimicro. *Revista Científica Integrada*, 5(1), 1-22.
- Lopez, T. V., Gutzeit, E. M., de Campos, S. C., Barreto, B. D. O. C., Wehbe, C., Vinha, G. H., ... & Ferraz, S. V. . (2022). Perfil clínico-epidemiológico dos pacientes com fraturas em ossos da mão, atendidos em hospital de

- referência da amazônia ocidental. *Research, Society and Development*, 11(4), e44211426596. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.26596>
- Marques, C. F. T da S. (2016). *Fraturas complexas das articulações interfalângicas proximais da mão: revisão bibliográfica a propósito de um caso clínico*. (Dissertação de Mestrado). Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.
- Matos, S., da Silva, F. V. S., Lopes, M. L., de Oliveira, S. A., & Parente, E. P. (2022). Importância da iniciação científica e projetos de extensão para graduação em enfermagem. *Research, Society and Development*, 11(14), e75111435846. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i14.35846>
- Minozzo, L. C., da Cunha, G. F., & Spíndola, M. M. (2016). A importância da capacitação para o uso de tecnologias da informação na prática pedagógica de professores de ciências. *Revista Interdisciplinar Ciência Aplicada*, 1(1), 327-344.
- Paulos, R. (2022). *Dedo em Martelo*. Recuperado de <https://renatapaulos.com.br/dedo-em-martelo/>
- Popova, D., Welman, T., Vamadeva, S. V., & Pahal, G. S. (2020). Management of hand fractures. *British Journal of Hospital Medicine*, 81(11), 1–11. <https://doi.org/10.12968/hmed.2020.0140>
- Santana, L., Alves, J. L., Sabino, A. D. C., & Merlini, C. (2018). Estudo comparativo entre PETG e PLA para Impressão 3D através de caracterização térmica, química e mecânica. *Revista Matéria (Rio de Janeiro)*, 23(4), e12267. <https://doi.org/10.1590/S1517-707620180004.0601>
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - Sebrae. (2023). Aproveitamento de Resíduos Industriais. *E-book*. Recuperado de https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Arquivos/ebook_sebrae_aproveitamento-de-residuos-industriais.pdf
- Tosmann, J. (2018). A importância em manter as mãos sempre protegidas. *Revista Cipa e incêndio*. Recuperado de <https://revistacipa.com.br/importancia-em-manter-as-maos-sempre-protegidas/>
- Yoshio, W. E. (2022). *Qual o tratamento para o Dedo em Martelo?* Hospital Sírio Libanês Bela Vista. Recuperado de <https://drerickyoshio.com.br/qual-o-tratamento-para-o-dedo-em-martelo/>

Como citar este artigo:

Siqueira, V. C. R., & Borges, S. P. T. (2025). Órteses: Conforto e funcionalidade em um novo conceito. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, 16(2), 227-239.