

MOVIMENTOS PARA VIDA - DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO PARA O TRATAMENTO DE SEQUELAS MOTORAS DEVIDO À COVID-19, A PARTIR DA MANUFATURA ADITIVA E AUTOMAÇÃO

*Movements for life – Prototype development for the treatment of motor
sequels Dueto COVID-19, based on additive manufacturing and automation*

Roberto Mendonça¹²
Lucas Alcantara de Souza¹³
Aline de Lima Bragança¹⁴
Luemy Ávila Santos Silva¹⁵
Rafael de Luna Gonçalves¹⁶

Resumo: A proposta do presente trabalho é apoiar, elaborar e/ou promover ações de fomento a projetos nas áreas de robótica, automação e saúde, estabelecendo técnicas inovadoras para a construção de órtese articulada, motorizada e de baixo custo que apoia o tratamento da sequela motora devido à COVID-19. Tal enfermidade, denominada síndrome do pé caído, também conhecida como pé equino, com o desenvolvimento e prototipagem a partir da manufatura aditiva. A ideia é contribuir no tratamento em fisioterapia aos pacientes recuperados com o auxílio da robótica e automação. Esperamos que as ações propostas à comunidade incentivem o desenvolvimento de soluções tecnológicas, impulsionando assim o ecossistema de inovação do município.

Palavra-chave: Robótica; Automação; Pé-caído; Saúde.

¹² Possui graduação em Física (Bacharelado e Licenciatura) pela Universidade Federal Fluminense - UFF, mestrado em Radioproteção e Dosimetria com ênfase em Metrologia pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD/CNEN e doutorado em Ciências, Engenharia Nuclear pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ. Atualmente é Metrologista vinculado à Secretaria Adjunta de Ensino Superior da Prefeitura Municipal de Macaé - PMM e Professor Docente I da Secretaria de Estado de planejamento e Gestão - SEPLAG (RJ).

¹³ Engenharia Mecânica - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Campus Macaé - UFRJ 21 96963-8152
alcantaralucas01@hotmail.com

¹⁴ Programa #inovareaprender - Secretaria Municipal Adjunta de Ensino Superior - PMM (22) 99819-0505
alinelbraganca@gmail.com

¹⁵ Programa #inovareaprender - Secretaria Municipal Adjunta de Ensino Básico - PMM (22) 98118-5945
luemyeducinovar@gmail.com

¹⁶ Programa #inovareaprender - Secretaria Municipal Adjunta de Ensino Superior - PMM (22) 21 97165-4900
rafael.lgoncalves@gmail.com

Abstract: The purpose of the present work is to support, elaborate and/or promote actions to promote projects in the áreas of robotics, automation and health, establishing innovative techniques for the construction of articulated, motorized and low-cost orthosis that supports the treatment of motor sequelae due to to COVID-19. That Illness Called Dropped Foot Syndrome, also known as equine foot, with development and prototyping from additive manufacturing. The idea is to contribute to the physiotherapy treatment of recovered patients with the help of robotics and automation. Wehopethattheactionsproposedtothecommunity Will encourage thedevelopment of technological solutions, thus boosting the municipality's innovation ecosystem.

Keywords: Robotics; Automation; Footdrop; Health.

Introdução

A Síndrome do Pé Caído:

A síndrome do pé caído (SPC), também conhecida como pé equino, consiste na incapacidade do indivíduo em realizar a dorsiflexão do pé, no qual os dedos do pé são movidos em direção à perna.

O período prolongado de imobilização no leito hospitalar, durante o tratamento da COVID-19, pode acarretar algumas sequelas no sistema musculoesquelético do paciente, tais como atrofia, encurtamento e perda de força muscular, redução de mobilidade e rigidez articular. Essas sequelas podem levar à síndrome do pé caído.

Estudos ainda apontam sobre sequelas neurológicas que o vírus da COVID-19 pode causar, como alterações periféricas (mialgias e perda de sensibilidade) e desmielinização tanto periférica quanto do SNC (Sistema Nervoso Central), o que pode limitar a resposta quando o sistema nervoso dá o comando para a realização do movimento (PEBMED, 2021).

Manufatura aditiva é o conjunto de tecnologias de impressão 3D que permite a criação de objetos sólidos tridimensionais a partir do zero utilizando modelos digitais. É uma abordagem transformadora da produção industrial, pois permite a construção de peças de complexidade maior, possibilitando a produção tanto de protótipos quanto de peças finais (Rosenmann, G. C., 2017).

Metodologia

Pesquisas relativas à robótica aplicada na área da saúde: órteses para fisioterapia automatizada provenientes da manufatura aditiva; autômatos representativos e ilustrativos nos movimentos de flexão plantar e dorsiflexão (PEBMED, 2021); modelagens realizadas para máquina de corte a laser tipo CNC e para impressora 3D.

- Pesquisas para o aprofundamento do tema em relação às sequelas oriundas do período prolongado de imobilidade no leito durante o processo de tratamento e recuperação da COVID-19 (Coordenadora da Pós em Fisioterapia... 2021; COVID-19, 2021).
- Criação do site intitulado de “Movimento para a Vida” através da plataforma *WordPress* (wordpress.com), para acompanhamento e divulgação do desenvolvimento das ações propostas para o projeto (<<https://inovareaprender.com.br/movimentos-para-a-vida/>>).
- Gravações de palestras com o Professor Docente Allan Martins, da Engenharia de Produção - Campus Macaé - UFRJ, sobre o tema "A Importância da Inovação para o Desenvolvimento de Macaé" (figura 1); com o Professor Substituto Vinícius de Castro Ecard, da Engenharia Mecânica - *Campus Macaé - UFRJ*, sobre o tema “Robótica”

(figura 2); e com a Fisioterapeuta Silvia de Lima Filo Lins da Clínica Reabilitar - Centro de Reabilitação Vertebral em Rio das Ostras - RJ, sobre o tema “Os efeitos deletérios da imobilidade prolongada no leito em pacientes com COVID-19” (figura 3). As palestras foram gravadas através das plataformas *StreamYard*(streamyard.com) e *YouTube* (youtube.com) e estão disponibilizadas no site do projeto “movimento para a vida” <<https://inovareaprender.com.br/movimentos-para-a-vida/>>

Figura 1 - Apresentação do professor Allan sobre o tema “A Importância da Inovação para o desenvolvimento de Macaé”, com a participação da Designer Educacional Luemy Ávila Silva Santos.



Fonte: Acervo pessoal

Figura 2. Apresentação do professor Vinícius sobre o tema “Robótica”.



Fonte: Acervo pessoal

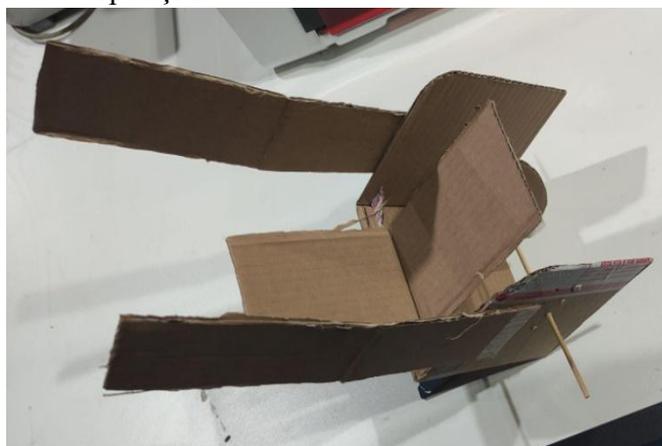
Figura 3. Apresentação da fisioterapeuta Silvia sobre o tema “Os efeitos deletérios da imobilidade prolongada no leito em pacientes com COVID-19”, com a participação da fisioterapeuta e Engenheira de Produção Aline de Lima Bragança.



Fonte: Acervo pessoal

→ Prototipagem das primeiras ideias de órteses (autômatos) para provocação, inspiração, ilustração e criação de um modelo, com material de baixo custo e reciclagem: papelão, rolha, arame, cola-quente, muita diversão etc.

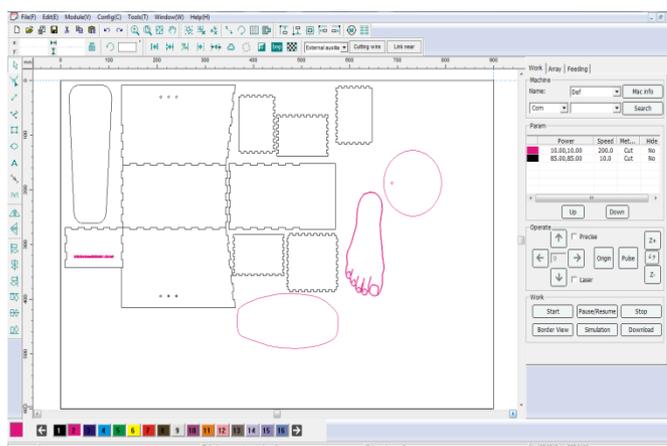
Figura 4 - Primeiros protótipos autômatos de órteses de papelão para estudo e inspiração.



Fonte: Acervo pessoal

→ Modelagem e prototipagem em 2D, através do software *Autolaser* <<http://www.topwisdom.com.cn/>>, para a máquina de corte e gravação em MDF, tipo CNC (*Computer Numeric Control*), da marca Visutec, modelo SK 9060.

Figura 5 - Primeira modelagem e protótipo de órtese de madeira em MDF.



Fonte: Acervo pessoal

→ Modelagem e Impressão de um protótipo fixo de órtese na impressora 3D, da marca Creality, modelo Ender 3 pelo bolsista Lucas de Alcântara de Souza, para estudo da viabilidade e otimização, objetivando a redução de tempo e, conseqüentemente, o custo na produção.

Figura 6 - Órtese fixa feita em 40 horas, aproximadamente, na impressora 3D.



Fonte: Acervo pessoal

Apresentação na “1ª Mostra de Pesquisa, Produtos e Soluções para a Sociedade”, realizada no dia 15/12/2021, na Cidade Universitária - Campus Macaé, promovida pela Secretaria Adjunta de Ensino Superior da Prefeitura Municipal de Macaé.

Figura 7 - Apresentação na 1ª Mostra de Pesquisa, Produtos e Soluções para a Sociedade, na Cidade Universitária - Campus Macaé.



Fonte: Acervo pessoal

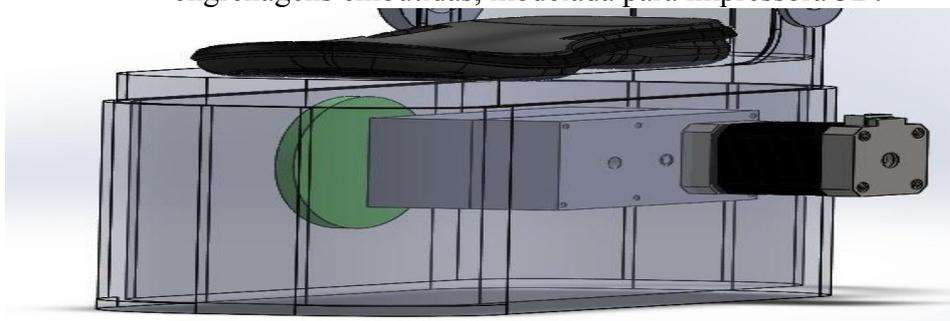
Conclusão e Perspectivas

A construção colaborativa é um dos principais pilares do sucesso na adoção de soluções inovadoras, e é a mola propulsora de ecossistemas de desenvolvimento. A sociedade vem sendo impactada fortemente pelo avanço da tecnologia, pela mudança na economia tradicional, e vem necessitando cada vez mais do coletivo e do colaborativo, pelo entendimento de que a inovação incremental já não se sustenta sozinha. A inovação é disruptiva e mandatária com a demanda relacionada à saúde em tempos desafiadores e o ressignificado digital para um coletivo, por uma educação sustentável e democrática. Assim, concluímos que é fundamental a inserção de ações colaborativas com as tecnologias nas pesquisas e no desenvolvimento municipal, pois é a universidade de pensamento que impulsiona a integração do conhecimento à comunidade, gerando oportunidades criativas de assistência e empreendimento.

Durante o desenvolvimento colaborativo deste trabalho, foi constatado que a prototipagem em papelão, assim como a modelagem e prototipagem feita de madeira em MDF, contribuíram significativamente na construção da modelagem 3D, porém será necessário realizar novas impressões 3D do modelo idealizado, com variações nas dimensões de algumas peças (as engrenagens por exemplo) para estudo da funcionalidade e viabilidade deste primeiro protótipo. Além disso, é fundamental também o aprimoramento da

programação da placa controladora de circuito eletrônico (plataforma open-source de prototipagem eletrônica), responsável pela articulação motorizada da órtese, para possíveis ajustes na velocidade dos movimentos de dorsiflexão e flexão plantar do pé equino. (figura 8).

Figura 8 - Exemplo de órtese motorizada, com placa controladora e engrenagens embutidas, modelada para impressora 3D.



Fonte: Elaborado pelo autor

Portanto, com o amadurecimento de um protótipo funcional, em breve estaremos aptos à realização de ações diretamente com a população, auxiliando na reabilitação das sequelas da SPC, através da Secretaria Municipal de Saúde - Centro de Atendimento e Reabilitação de Pacientes Pós-Covid-19 (CARP).

Referências:

RACU, C. M., DOROFTEY, I. **An Overview of Ankle Rehabilitation Devices**. Article in *Advanced Materials Research*. Vol. 1036 (2014) pp 781-786.

ROSEMANN, G. C. **Avaliação de Sistemas de Digitalização 3D de Baixo Custo Aplicados ao Desenvolvimento de Órteses por Manufatura Aditiva. Dissertação** (Mestrado em Engenharia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Curitiba. Paraná. f. 92-97, 2017.

Síndrome do pé caído: sintomas e diagnóstico. PEBMED, Jan de 2021. Disponível em: <<https://pebmed.com.br/sindrome-do-pe-caido-sintomas-e-diagnostico/>>. Acesso em 15 de set. de 2021.

COVID-19: como é a recuperação de um paciente curado? Hospitais Brasil, Jun de 2020, Disponível em: <<https://portalhospitaisbrasil.com.br/covid-19-como-e-a-recuperacao-de-um-paciente-curado/>>. Acesso em 15 de set. de 2021.

Coordenadora da Pós em Fisioterapia Hospitalar explica como é a recuperação de um paciente curado da COVID-19. Centro Universitário São Camilo. Disponível em: <https://saocamilo-sp.br/noticias/coordenadora_da_ps_em_fisioterapia_hospitalar_explica_como_a_recuperao_de_um_paciente_curado_da_covid_19>. Acesso em 16 de set. de 2021.

Coronavírus Brasil. Painel Coronavirus. Set de 2021. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br>>. Acesso em 17 de set. de 2021.

A Fisioterapia no Pós-Operatório de Videoartroscopia de Tornozelo, Revista Saúde, maio de 2016. <<https://rsaude.com.br/florianopolis/materia/a-fisioterapia-no-pos-operatorio-de-videoartroscopia-de-tornozelo/9870>>. Acessado em 14 de out. de 2021.