

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE UM PAINEL DE ATIVIDADES PARA ESTIMULAR MOVIMENTAÇÃO DE MEMBROS SUPERIORES EM CRIANÇAS NO LEITO DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA

Jéssica Batista Nobre¹
Mestre do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC)
E-mail: jessicabn22@gmail.com

Silvia Cristina Martini²
Professora do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde e Políticas Públicas da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC)
E-mail: silviac@umc.br

Tatiana Ribeiro de Campos Mello³
Coordenadora de Pesquisa e Pós-graduação Stricto Sensu da Universidade de Mogi das Cruzes
E-mail: tatianar@umc.br

Yasmim Fernandes Moniz⁴
Estudante de doutorado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC)
E-mail: yasmimfernandes08@hotmail.com

Silvia Regina Matos da Silva Boschi⁵
Professora do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde e Engenharia Biomédica da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC)
E-mail: boschi@umc.br

Resumo

A mobilização precoce como estratégia terapêutica deve ser iniciada o mais rápido possível, com objetivo de preservar o estado funcional dos pacientes que apresentam necessidade de longo período de internação e repouso no leito de UTIs. O objetivo deste estudo é o desenvolvimento do protótipo de um painel de atividades para estimulação de movimentação ativa de MMSS de pacientes pediátricos em UTIs. Para a elaboração da concepção do modelo 3D do painel, componentes e base de apoio, foi utilizado a ferramenta *TinkerCad*. O material escolhido para sua produção será o filamento de Ácido polilático (PLA), para impressão em impressora 3D. Seus 5 componentes foram desenvolvidos para estimular os movimentos realizados pelos membros superiores, flexão-extensão, abdução-adução e rotações que possibilitam a capacidade de alcance, manipulação e preensão permitindo habilidades de interagir com o ambiente e executar diversas tarefas. Como ferramenta para complementar possíveis protocolos de mobilização e suprir a escassez de dispositivos para mobilização de MMSS, propõem-se o desenvolvimento do protótipo de painel de atividades com base de apoio para ser utilizado no leito de UTIs.

Palavras-chave: mobilização precoce, reabilitação, unidade de terapia intensiva.

Abstract

Early mobilization, as a therapeutic strategy, should be implemented at the earliest possible stage, aiming to preserve the functional capacity of patients requiring prolonged hospitalization and bed rest in intensive care units (ICUs). This study aims to develop a prototype activity panel designed to stimulate active upper limb (UL) movements in pediatric ICU patients. The panel, its components, and supporting base were modeled using the TinkerCad software. Polylactic acid (PLA) filament was selected as the material for 3D printing. Five distinct components were designed to promote upper limb movements—flexion-extension, abduction-adduction, and rotational actions—facilitating reaching, manipulation, and grasping skills, thereby enabling interaction with the environment and the execution of daily tasks. As an adjunct to existing mobilization protocols and to address the limited availability of devices for upper limb mobilization, this study proposes the development of a prototype activity panel with a support base suitable for ICU beds.

Keywords: early mobilization, rehabilitation, intensive care unit.

Introdução

Pacientes são admitidos em unidades de terapia intensiva (UTIs) para realizar intervenções, monitorar e estabilizar diversos tipos de doenças e/ou lesões traumáticas, nos casos em que é necessário longo período de internação e repouso no leito, por uso de sedação, ventilação mecânica (VM) ou necessidade de imobilização devido a uma doença crítica, maiores são as possibilidades de desenvolver sequelas secundárias ao quadro inicial, que resultam em alterações funcionais e redução na qualidade de vida pós alta hospitalar (ZHANG *et al.*, 2019).

A imobilidade associada a tempo prolongado no leito, onde o paciente realiza pouca ou nenhuma movimentação, está relacionada com a causa de diversas sequelas secundárias, como alterações nos sistemas cardiovasculares, respiratório e urinário. Incluindo taquicardia, diminuição no volume ventilatório, hipotensão postural, úlceras de pressão, *delirium* e trombose venosa. No sistema musculoesquelético as consequências mais comuns estão relacionadas com a diminuição de massa muscular que tende a progredir de modo gradual podendo atingir de 10% a 15% por semana (GUEDES; OLIVEIRA; CARVALHO, 2018; GATTY *et al.*, 2020).

A ausência de movimentação leva à diminuição da síntese muscular e ao aumento da degradação de proteínas, resultando na fraqueza e atrofia dos músculos. A perda de massa muscular pode causar redução de até 40% na força muscular já na primeira semana de imobilização. Os músculos antigravitacionais são os mais afetados com a perda de força, pois sem movimentação também perdem tônus muscular. Tendões, ligamentos, cartilagem articular e músculos que são mantidos em posição de encurtamento ficam mais propensos a contraturas ou deformidades (GUEDES; OLIVEIRA; CARVALHO, 2018).

Recomendava-se anteriormente o repouso no leito para pacientes críticos, no entanto, com o tempo, observou-se os seus efeitos prejudiciais, e ao incorporar no processo de reabilitação terapêutica a prática de mobilização precoce, notou-se mudanças no tempo de internação e no processo de recuperação dos pacientes em UTIs. Considerada uma estratégia terapêutica, a mobilização precoce tem como objetivo principal preservar o estado funcional do paciente, sendo ideal para melhorar seus resultados o início nos primeiros dias de internação. Utiliza exercícios para promoção de mobilidade, força muscular, mudança de posturas, equilíbrio e deambulação (ALAPARTHI *et al.*, 2020).

Ao considerar as limitações, a gravidade e a estabilidade do quadro clínico do paciente, pode-se realizar diferentes protocolos de mobilização precoce com variações e progressão de exercícios convencionais, realizados de forma ativa, ativo assistida ou passiva incluindo exercícios de mobilidade no leito, exercícios de amplitude de movimento, transferências de posturas, exercícios com resistência e treino de marcha.

Estudos anteriores demonstram que a prática da mobilização precoce em UTI é viável, segura e pode diminuir a mortalidade, o tempo de internação e a duração na VM. Também promove um retorno mais rápido ao estado funcional após recuperação da lesão primária e pós alta hospitalar (HIGGINS *et al.*, 2019).

Associado aos exercícios convencionais existe a possibilidade de incorporar dispositivos facilitadores, nos protocolos de mobilização precoce. Esses facilitadores são ferramentas que podem complementar e enriquecer o processo de reabilitação, podem ser simples ou com algum tipo de tecnologia. Permite incorporar mais intensidade e treinos com tarefas mais específicas na reabilitação, otimizando os processos de neuroplasticidade e recuperação geral do desempenho sensório-motor (AQUIM *et al.*, 2019).

Exemplo disso é o cicloergômetro que permite movimentos de rotações cíclicas tanto dos membros superiores como dos inferiores e a estimulação elétrica neuromuscular que produz contração muscular de acordo com parâmetros estabelecidos, podem ser utilizadas de forma passiva ou ativa. Também é possível incorporar o uso de realidade virtual no ambiente hospitalar, que permite exercícios baseados na realidade, simulando situações já conhecidas pelo paciente ou jogos com simulação de gestos esportivos que pode fornecer estímulos multissensoriais (áudio, visual, motor, proprioceptivo) com a possibilidade de serem realizados no leito (CASTELLI *et al.*, 2023).

As UTIs concentram-se no tratamento da causa que motivou a internação do paciente, mas devido ao repouso prolongado no leito, muitos desenvolvem distúrbios musculares generalizados, incapacidade funcional e redução da qualidade de vida após alta hospitalar. Evidências já sugerem que a prática de mobilização precoce, com exercícios iniciados logo após a estabilização hemodinâmica diminuem complicações geradas pelo imobilismo e promove um melhor processo de reabilitação. Assim o objetivo desse estudo foi elaborar o protótipo de um painel de atividades com base de apoio para estimular movimentação ativa de membros superiores de pacientes pediátricos no leito de Unidades de Terapia Intensiva.

Metodologia

Para o planejamento da arquitetura e estética do painel, inicialmente, foi realizada uma pesquisa quanto a identificação dos tamanhos e modelos de camas hospitalares disponível no mercado, além dos materiais que possam ser higienizados com facilidade no ambiente hospitalar.

A norma ABNT NBR IEC 60601-2-52:2013 define os requisitos quanto à segurança e desempenho que as camas hospitalares precisam seguir, mas em relação as medidas de comprimento e largura não estabelece nenhuma padronização. Em relação aos tamanhos das camas para UTIPs as mesmas apresentam uma variação de tamanho de acordo com cada fabricante, sendo a menor de 150 cm de comprimento e 0,65 cm de largura e a maior de 160 cm de comprimento e 0,90 cm de largura. A largura do protótipo foi definida em 55 centímetros para possibilitar a utilização do painel de atividades em camas de diferentes medidas.

A utilização da impressora 3D é uma ferramenta em constante evolução no desenvolvimento de projetos na área da saúde, com capacidade para criar objetos em uma ampla variedade de modelos e tamanhos, incluindo objetos complexos e personalizados, utilizando materiais de baixo custo. O processo de criação começa com um modelo 3D, que é uma réplica gerada por computador e pode ser criada "do zero" usando software de desenho assistido por computador. O arquivo do modelo é importado para um programa de controle/corte da impressora, que permite ajustar a orientação da impressão e as configurações das características. A impressão ocorre com base em um sistema de camadas sobrepostas para produzir modelos tridimensionais, desempenhando um papel fundamental na eficiência do processo, simplificando-o e facilitando a prototipagem rápida e os processos

de produção (JANSON *et al.*, 2020).

Para a produção do painel de atividades, sua base de apoio e seus componentes, será utilizado o material de filamento de Ácido polilático (PLA), para impressora 3D, visando uma produção rápida e de baixo custo. Além disso, busca-se atender exigências de higienização e desinfecção no ambiente hospitalar, com o objetivo de e prevenir infecções cruzadas.

Com base nos movimentos que os membros superiores (MMSS) realizam e nas atividades funcionais que executam, propõem-se o desenvolvimento do protótipo de um painel de atividades. O objetivo é estimular a movimentação ativa dos MMSS de pacientes pediátricos no leito de UTI, auxiliando no processo de prevenção de déficits motores relacionados com a diminuição de força muscular e função, causados pela imobilização. Os desenhos do modelo inicial do painel de atividades, base de apoio e seus componentes, foram desenvolvidos de forma livre e elaborados no programa *CorelDraw*.

O painel de atividades é composto por cinco componentes de formas e posições distintas, que dentro da proposta terapêutica, podem ser utilizados em sequências variadas, possibilitando quantas repetições forem necessárias e em diferentes níveis de dificuldades, sempre com o objetivo de estimular a movimentação ativa dos MMSS.

O painel terá uma base de apoio, projetada com 10 cm de largura e 40 cm de comprimento, contendo em sua parte superior dois níveis diferentes para o encaixe do painel: o primeiro com 10 cm e o segundo com 20 cm. Isso permite que o painel seja ajustado e utilizado em duas diferentes alturas, possibilitando o uso por pacientes de diferentes estaturas e faixas etárias, possibilitando diferentes graus de dificuldade ao alcançar e manusear cada componente do painel, ampliando ou reduzindo a amplitude de movimento dos MMSS.

Os movimentos dos MMSS podem ser estimulados no painel iniciando por qualquer um dos componentes, sem seguir uma ordem específica e repetir cada um de acordo com o que for proposto na terapia ou de acordo com o interesse e nível de fadiga que o paciente apresentar. Na Tabela 1 estão relacionados os componentes inseridos no painel com os movimentos que podem ser estimulados, sendo que todos estimulam o movimento funcional de alcance.

Tabela 1 - Relação de componentes do painel com movimentos estimulados

COMPONENTE	MOVIMENTOS
1 Zig zag	Flexão e extensão de ombro e cotovelo combinados com abdução e adução horizontal de ombro e pinça polpa-lado
2 Manivela	Movimentos combinados de ombro e preensão palmar
3 Bola sensorial	Flexão e extensão de ombro, cotovelo e punho
4 Vai e volta	Abdução e adução horizontal de ombro e pinça polpa-lado

O primeiro componente inserido na parte superior do painel nomeado de “zig zag” é composto por uma peça que propõem que o paciente o segure e realize um deslizamento no trajeto aproximado de 30 cm na horizontal com a necessidade de realizar pequenos movimentos na diagonal. Estimula os movimentos de pinça polpa-lado, flexão e extensão de ombro e cotovelo combinados com abdução e adução horizontal. O segundo componente é uma “manivela” para estimular movimentos circulares, exigindo que o paciente realize movimentos de preensão palmar. O terceiro componente será inserido no centro do painel,

composto por uma “esfera” com textura macia diferente dos demais componentes, utilizado para estímulo sensorial, necessita dos movimentos de flexão e extensão de ombro, cotovelo e punho. O quarto e último componente nomeado “vai e volta” está inserido na parte inferior do painel semelhante ao primeiro componente, mas os movimentos a serem estimulados são lineares. Também necessita de movimento de pinça polpa-lado e estimula o movimento de flexão e extensão horizontal de ombro.

Para a elaboração da elaboração do modelo final foi utilizado a ferramenta *TinkerCad*, que possibilita a criação facilitada e dinâmica de projetos que exigem linguagem de programação, circuitos eletrônicos e projeção em 3D. Além das vantagens no desenvolvimento intuitivo, a ferramenta é gratuita e não necessita de licenças para sua distribuição.

Foi utilizada a ferramenta de projeto 3D para desenhar, redimensionar e aprimorar as peças do modelo. O processo de criação foi realizado de forma segmentada, após definir as medidas do modelo e tendo desenhado de forma livre a elaboração inicial, ocorreu o processo de simplificação de formas. Neste processo a imagem modelo é reduzida a formas geométricas, e são estabelecidos quais componentes serão acoplados, independentes e vazados (ocos). A seguir, foi realizado o processo de prototipagem, no *TinkerCad* são desenhadas as formas e implementadas as dimensões previstas. E ao final deste, ocorreu o aprimoramento do modelo, onde são acrescentados os detalhes, encaixes e agrupamentos entre peças (Figura 1).

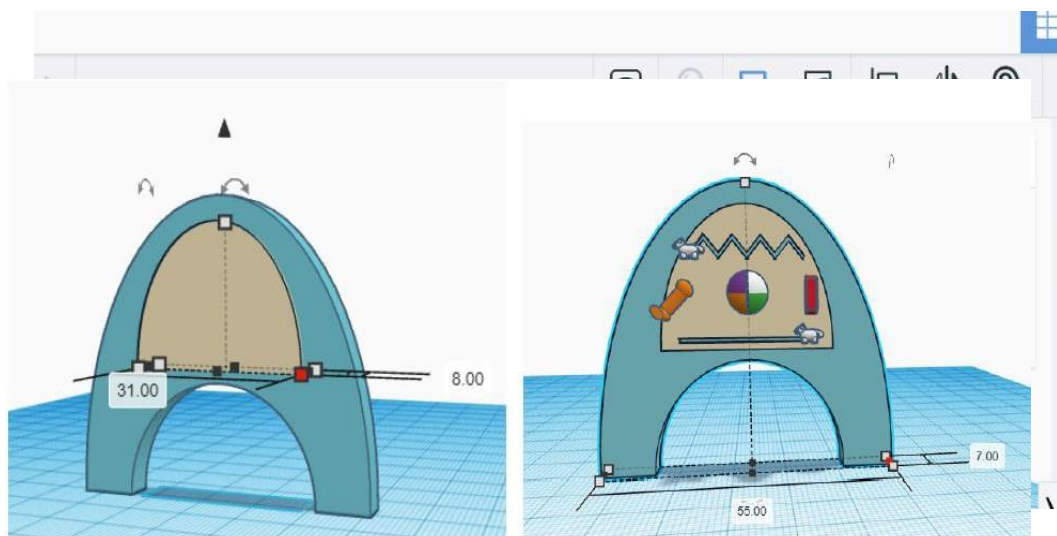


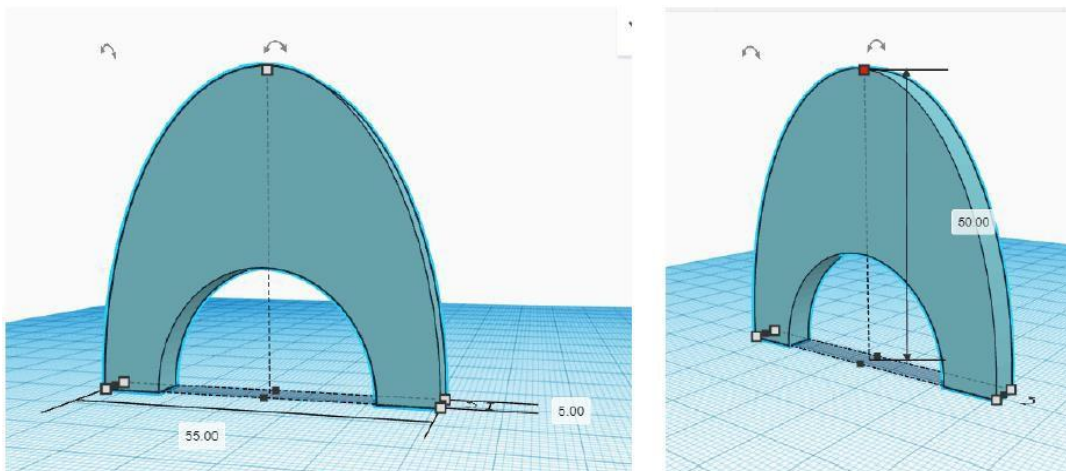
Figura 1: Demonstração do processo de agrupamento de formas no *TinkerCad*

Após a realização da modelagem de cada peça do painel foi realizado o teste de elementos finitos para verificar a resistência de todo o conjunto elaborado. Para isso foi utilizado o software *Autodesk® Inventor Professional* onde foram realizadas simulações com diferentes cargas aplicadas sobre o painel desenvolvido. Primeiramente foram inseridas as condições de contorno, informando ao software os locais fixos e como é realizada a fixação, o sentido da força de gravidade e as cargas aplicadas em cada local.

Resultados

Na Figura 2 encontra-se a imagem do painel onde serão inseridos os 4 componentes numa vista anterior e lateral com suas respectivas medidas, ou seja, comprimento de 55 cm, altura de 50 cm e 5 cm de espessura

Figura 2: Imagem da placa do painel com medidas.



A Figura 3 apresenta as medidas da parte central do painel onde serão inseridos os componentes de estimulação com 31 cm de comprimento e uma espessura de 8 cm ficando em alto-relevo quando comparado com a parte externa

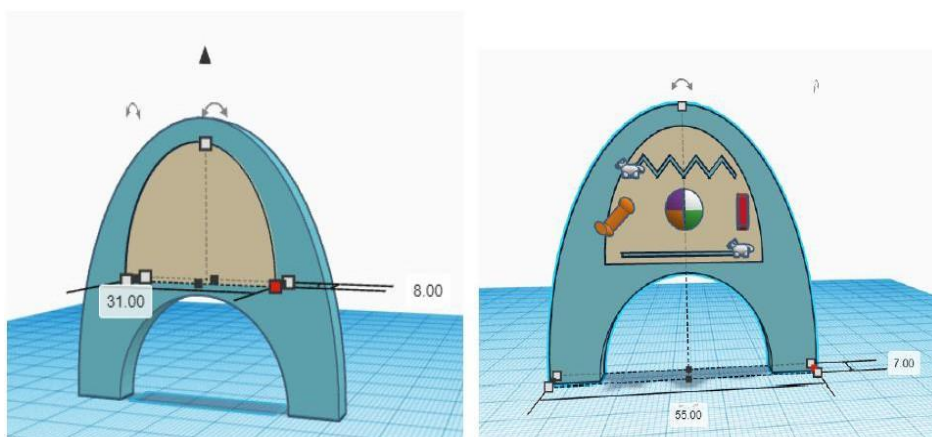


Figura 3: Imagem do painel com medidas da parte central para inserção dos componentes

Na Figura 4 encontram-se a imagem da base de apoio para encaixe do painel numa vista anterior e lateral, em sua parte superior contém dois diferentes níveis, o primeiro com 10 cm e o segundo com 20 cm de altura, 40 cm de comprimento e 6 cm de espessura. Isso permite que o painel seja ajustado e utilizado em duas diferentes alturas, possibilitando o uso por pacientes de diferentes alturas e faixas etária.

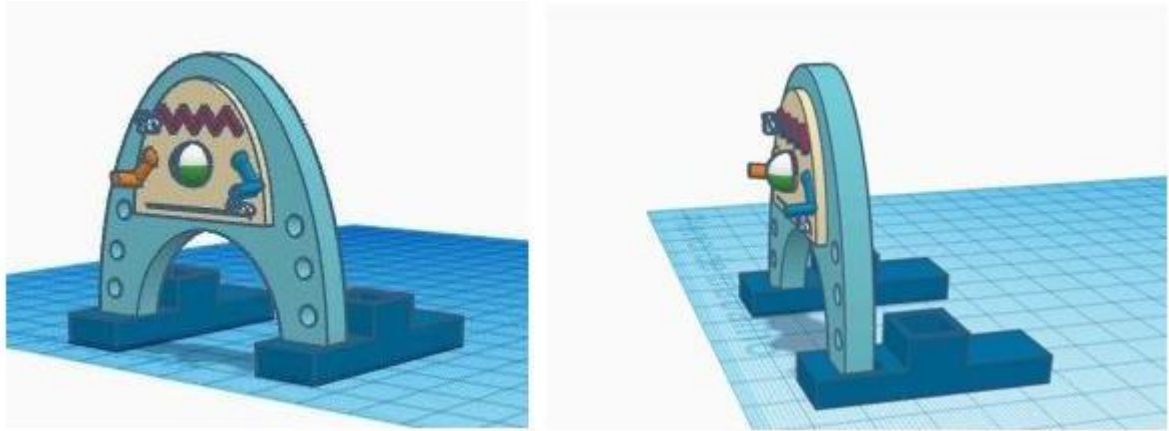


Figura 4: Imagem do painel apoiado no primeiro nível da base de apoio

A Figura 5 apresenta as medidas dos componentes finais do painel de atividades que serão utilizados para estimulação dos movimentos dos MMSS.

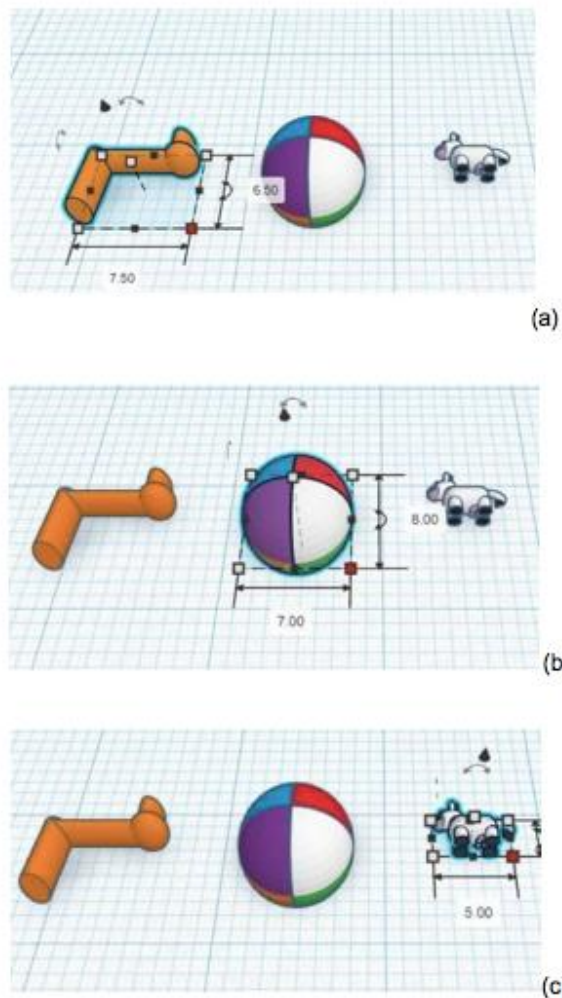


Figura 5: a) Medidas do componente manivela; b) Medidas do componente bola; c) Medidas do componente que será utilizado para estimular o movimento de zig-zag e linear no painel.

A Figura 6 apresenta o componente 4 que possibilitará a movimentação de deslizamento linear em um percurso de 25 cm.

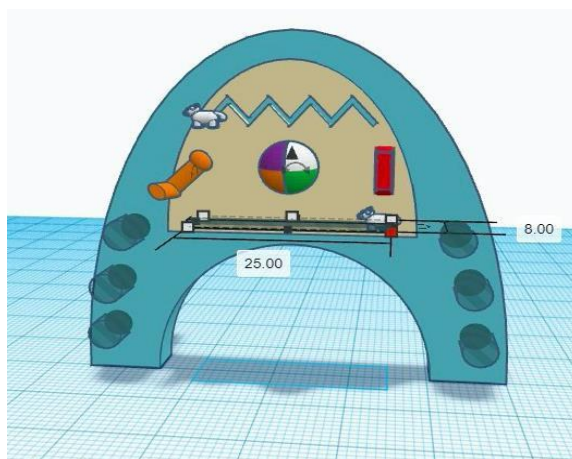


Figura 6: Ilustração com medidas do componente que possibilitará o movimento de deslizamento linear

A modelo final do painel com seus cinco componentes, sendo o primeiro componente, nomeado “*zig zag*” na cor vermelha inserido na parte superior, o segundo a “*manivela*” na cor laranja inserido na lateral direita, o terceiro a “*bola sensorial*” no centro do painel, o quarto que também é uma “*manivela*” na cor azul na lateral esquerda, e o quinto e último componente o “*vai e volta*” inserido na parte inferior. Na imagem também podemos ver 3 orifícios inseridos na lateral direita e esquerda do painel, a fim de inserir um anel para fixação nas grades do leito e possibilitar um melhor manuseio, impedindo que venha a cair ou se deslocar durante o uso (Figura 7).



Figura 7: Ilustração do painel com os orifícios nas laterais para fixação no leito

Na Figura 8 tem-se a ilustração do painel de estimulação ajustado em sua base de apoio e posicionado em um leito hospitalar ao lado das grades de segurança.

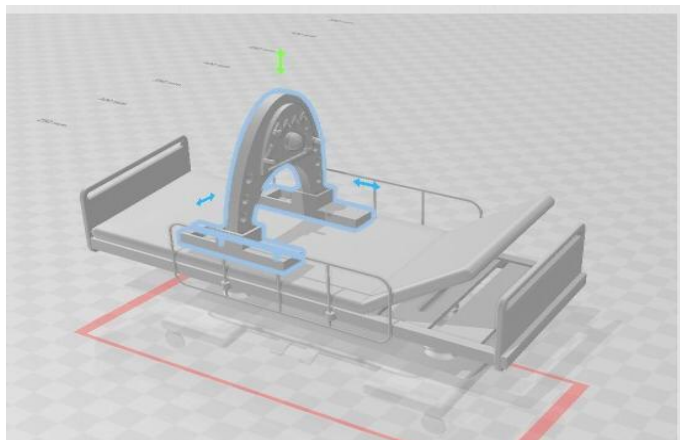


Figura 8: Ilustração do painel de estimulação fixado no leito hospitalar

Para elaboração do projeto, foi realizado a análise de elementos finitos. Para isso primeiramente foi determinado a carga a ser aplicada nas diferentes peças do painel. Depois foi determinado o material no qual foi escolhido o termoplástico acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS). A análise foi realizada para o componente manivela o painel como um todo.

Para a avaliação das manivelas, foi aplicado uma carga de 200N, em duas direções. A direção de número 1 foi simulando como se estivesse puxando a manivela para traz, onde o teste aplicado foi o teste de flexão da manivela, isso está indicado nas imagens. Para o teste nesta direção, foi observado os pontos onde a manivela sofre maior tensão, chamado Tensão de Von Mises (Figura 9A). Seu ponto de maior tensão foi de 9,151 mega pascal (MPa), esse valor não pode ser maior que a tensão de escoamento do material utilizado, no caso o ABS. A tensão de escoamento do ABS é de 14,7MPa sendo maior que o valor que foi analisado não apresentando falha no dispositivo (MAGALHÃES, 2019). Com a análise na mesma direção, também foi observado a deformação máxima da manivela. Com isso sua deformação foi de no máximo 1,49mm (Figura 9B). Por fim foi feita a análise da manivela quanto ao fator de segurança. O seu valor mínimo foi de 2,19, sendo superior a 1, mostrando que a manivela não tem chances de possíveis falhas por ruptura (Figura 9C). A direção de número 2 para análise da manivela foi simulando o sentido de giro, o teste aplicado foi o de torção. Para isso foi realizado a mesma sequência de análises feita da primeira vez. Com isso para o resultado de tensão máxima, a manivela alcançou um valor de 12,33 MPa também não sendo maior que a tensão de escoamento do material utilizado (Figura 9D). Para o teste de deformação máxima o valor alcançado foi de 0,94 mm (Figura 9E). Na análise da manivela o fator de segurança obteve um valor mínimo de 1,62 sendo superior a 1, mostrando que o dispositivo não tem chances de possíveis falhas por ruptura (Figura 9F). A análise também foi feita para a estrutura do painel todo, para isso foram utilizados os mesmos padrões de medida e o mesmo material da análise anterior. Entretanto a análise foi realizada com 500N. Com a análise de tensão máxima o valor alcançado foi de 0,41MPa, sendo muito inferior a tensão de escoamento do material (Figura 9G). A deformação máxima do painel foi de 0,6mm, com a força sendo aplicada simulando o paciente puxando-o para sua direção, sendo também o teste de flexão (Figura 9H). Por fim a última análise foi o fator de segurança, onde todo o painel esteve com um fator máximo de 15 (Figura 9I).

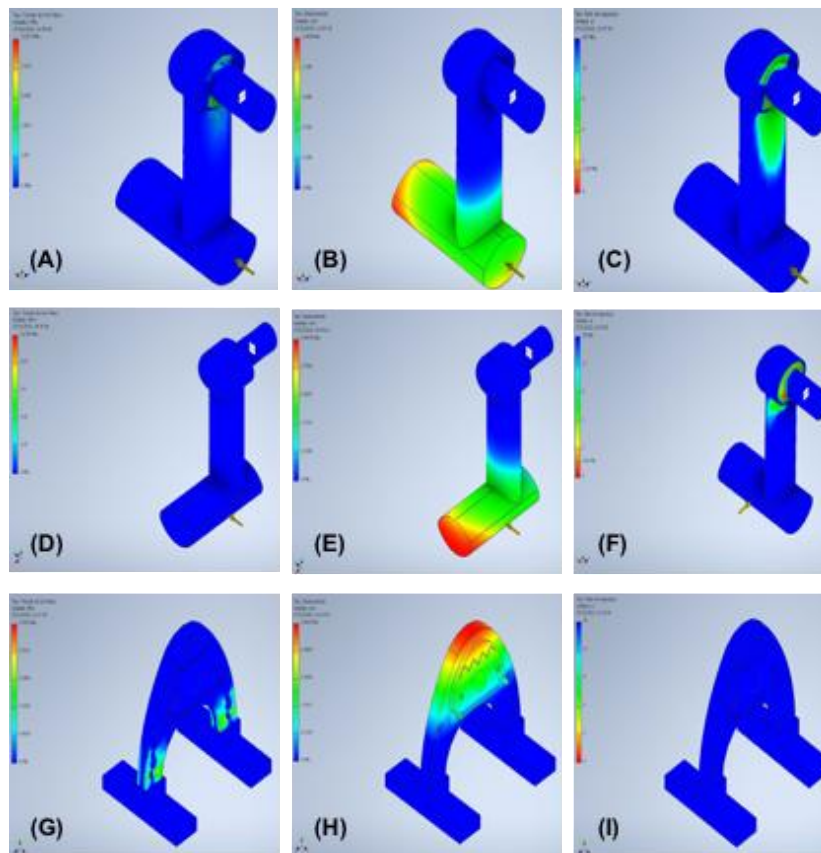


Figura 9: (A) Análise da tensão da manivela; (B) Deformação máxima da manivela; (C) Fator de segurança da manivela; (D) Análise da tensão da manivela para o sentido da rotação; (E) teste de deformação máxima do material; (F) Teste do fator de segurança da manivela; (G) teste de maior estresse para todo o painel; (H) teste de maior deformação de todo o painel; (I) Fator de segurança do painel.

Discussão

O protótipo do painel lúdico desenvolvido representa uma abordagem inovadora para promover a reabilitação de crianças internadas, alinhando-se diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente ao ODS 3, que visa garantir uma vida saudável e promover o bem-estar para todos e a ODS 9 buscando um produto inovador para o setor. Ao incorporar atividades lúdicas e interativas, o painel não apenas torna o processo terapêutico mais atraente, mas também contribui significativamente para o desenvolvimento da coordenação motora, força e amplitude de movimento dos membros superiores das crianças. Dentre os dispositivos utilizados no ambiente hospitalar tem-se o uso do cicloergômetro como facilitador na realização de mobilização precoce para pacientes pediátricos mostrou-se eficaz e viável nos estudos conduzidos por Nardo *et al.*, (2021) e Choong *et al.*, (2017). Essa abordagem pode ser empregada de maneira passiva ou ativa nos membros superiores e inferiores. Choong *et al.*, (2017) utilizou um cicloergômetro adaptado para o tamanho dos pacientes pediátricos, observando que, nos três primeiros dias de internação, 77% dos pacientes conseguiram realizar a mobilização.

O ambiente em que a criança está inserida exerce grande influência no seu desenvolvimento motor, pois pode proporcionar, por meio da interação com o ambiente, a aquisição de diversas habilidades. Quando as crianças necessitam de internação prolongada na UTI e permanecem longos períodos de imobilização, afastadas de um ambiente adequado, como consequência, isso pode resultar em

atrasos no seu desenvolvimento neuropsicomotor. Para minimizar isso, são necessárias intervenções adaptadas para a promoção da mobilidade dessas crianças que necessitam de assistência no ambiente hospitalar (PARCHEM; PECK; TALE, 2018). Existem poucos protocolos de mobilização com a utilização de facilitadores, para promover movimentação adequada e necessária dentro da UTIP, os poucos que existem são muitas vezes planejados para mudanças de posturas no leito ou em poltronas e não para estimular movimentação específicas, como por exemplo, movimentação dos MMSS.

Considerações finais

Como ferramenta para complementar possíveis protocolos para mobilização precoce e suprir a escassez de dispositivos para mobilização de membros superiores, o estudo propôs o desenvolvimento do protótipo de painel de atividades com base de apoio para ser utilizado no leito de UTIs e com componentes para estimular movimentação dos membros superiores em pacientes pediátricos, auxiliando no processo de prevenção de déficits motores relacionados com a diminuição de força muscular e função, causados pela imobilização. Além disso, a introdução desse painel pode contribuir para a humanização do ambiente hospitalar. Um espaço mais acolhedor e estimulante pode melhorar a experiência de internação, refletindo positivamente na percepção de saúde e no processo de cura. Assim, o painel lúdico pode se tornar uma ferramenta essencial não apenas para a reabilitação física, mas também para o bem-estar integral das crianças.

Referências

ALAPARTHI, G. K.; GATTY, A.; SAMUEL, S. R.; AMARAVADI, S. K. Effectiveness, Safety, and Barriers to Early Mobilization in the Intensive Care Unit. *Critical Care Research and Practice*, v. 26, p. 7840743, 2020.

AQUIM, E.E.; BERNARDO, W.M.; BUZZINI, R.F.; AZEREDO, N.S.G.; CUNHA, L.S.D.; DAMASCENO, M.C.P.; DEUCHER, R.A.O.; DUARTE, A.C.M.; LIBRELATO, J.T.; MELO-SILVA, C.A.; NEMER, S.N.; SILVA, S.D.F.D.; VERONA, C. Brazilian Guidelines for Early Mobilization in Intensive Care Unit. *Revista Brasileira de terapia intensiva*. v.31, n. 4, p. 434-443, 2019.

CASTELLI, L.; IACOVELLI, C.; FUSCO, A.; AMORUSO, V.; CUCCAGNA, C.; LORETI, C.; SILVIA GIOVANNINI, S.; PADUA, L. The Role of Technological Rehabilitation in Patients with Intensive Care Unit Weakness: A Randomized Controlled Pilot Study. *J. Clin. Med.* v. 12, p. 2612, 2023.

CHOONG, K.; SAIF AWLADTHANI, S.; KHAWAJI, A.; CLARK, H.; ASM BORHAN, A.; CHENG, J.; LASKEY, S.; NEU, C; SARTI, A; THABANE, L; TIMMONS, B. W.; ZHENG, K.; AL-HARBI, S. Early Exercise in Critically Ill Youth and Children, a Preliminary Evaluation: The wEECYCLE Pilot Trial. *Pediatr Crit Care Med.* v. 11, p 546-554, 2017.

GATTY, A.; SAMUEL, S. R.; ALAPARTHI, G. K.; PRABHU, D.; UPADYA, M.; KRISHNAN, S.; AMARAVADI, S. K. Effectiveness of structured early mobilization protocol on mobility status of patients in medical intensive care unit. *Physiotherapy Theory and Practice*, v. 38, n.10, p.1345-1357, 2020.

GUEDES, L. P. C. M.; OLIVEIRA, M. L. C.; CARVALHO, G. A. Deleterious effects of prolonged bed rest on the body systems of the elderly - a review. *Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.* v. 21, n.4, p. 499-506, 2018.

HIGGINS, S. D.; ERDOGAN, M.; COLES, S. J.; GREEN, R. S. Early mobilization of trauma patients admitted to intensive care units: A systematic review and meta- analyses. *Injury*, v. 50, n. 11, p.1809-1815, 2019.

JANSON, R.; BURKHART, K.; FIRCHAU, C.; HICKS, K.; PITTMAN, M.; YOPPS, M.; HATFIELD, S.; GARABRANT, A. Three-dimensional printed assistive devices for addressing occupational performance issues of the hand: A case report. *J Hand Ther.* v. 33, n. 2, p. 164-169, 2020.

MAGALHÃES, A. L. R. Análise de tenacidade à fratura em ABS por impressão 3D. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Aeroespacial) – Faculdade UnB Gama, Universidade de Brasília, 2019. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/24042/1/2019_AndreLeandroDaRosaMagalhaes_tcc.pdf. Acesso em: 28 nov. 2023.

NARDO, M.; BOLDRINI, F.; BROCCATI, F.; CANCANI, F.; SATTA, T.; STOPPA, F.; GENUINI, L.; ZAMPINI, G.; PERDICHIZZI, S.; BOTTARI, G.; FISCHER, M.; GAWRONSKI, O.; BONETTI, A.; PIERMARINI, I.; RECCHIUTI, V.; LEONE, P.; ROSSI, A.; TABARINI, P.; BIASUCCI, D.; VILLANI, A.; RAPONI, M.; CECCHETTI, C.; CHOONG, K. The LiberAction Project: Implementation of a Pediatric Liberation Bundle to Screen Delirium, Reduce Benzodiazepine Sedation, and Provide Early Mobilization in a Human Resource-Limited Pediatric Intensive Care Unit. *Front. Pediatr.* v. 9, n. 788997, 2021.

PARCHEM, K.; PECK, A.; TALES, K. A Multidisciplinary Approach to Equipment Use in Pediatric Patient Mobilization. *Crit Care Nurs Q.* v. 41, N. 3, p. 330–339, 2018.

ZHANG, L.; HU, W.; CAI, Z.; LIU, J.; WU, J.; DENG, Y.; YU, K.; CHEN, X.; ZHU, L.; MA, J.; QIN, Y. Early mobilization of critically ill patients in the intensive care unit: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE.* v. 14, n. 10, p. 0223185, 2019.