

Revisão dos Designs de Suporte de Cabeça: Desenvolvimento de modelo por meio de impressão 3D

Badauy, Maria Eduarda^{*1}; Gonçalves, Pedro Henrique^{*2}

1 – Graduanda em Design de Produto, UFG, mariabadauy@discente.ufg.br

2 – Doutor em Construção Civil, Docente do curso de Design de Produto, UFG, pedrogoncalves@ufg.br

* - Correspondência: Av. Esperança, s/n, FAV UFG - Campus Samambaia, Goiânia, Goiás, Brasil, 74690-900.

DOI 10.52050/9788579177163-05

RESUMO

A impressão 3D aplicada à produção de suportes de cabeça se mostra como promissora solução para o método de produção do dispositivo a baixo custo. Este trabalho objetiva o desenvolvimento de um protótipo de suporte de cabeça produzido por intermédio de impressão 3D e uma modelagem 3D otimizada da peça de junção, do arco do dispositivo com as cintas nele presentes. O trabalho conclui a possibilidade da utilização da manufatura avançada como método viável para a produção do dispositivo, como os Headpods ao público infantil com hipotonia muscular, abarcando suas necessidades a baixo custo em relação aos padrões do mercado.

Palavras-chave: Suporte de cabeça, Manufatura Avançada, Tecnologia Assistiva.

ABSTRACT

3D print applied to the production of head supports to be a promising solution for the production method of the device at a low cost. This work aims to develop a prototype of a head support produced by means of 3D printing and an optimized 3D model of the junction piece, the device arch and the straps present in it. The work concludes the possibility of using advanced manufacturing as a viable method for the production of the device, such as Headpods for children with muscular hypotonia, covering their needs at low cost in relation to market standards.

Keywords: Head support, Advanced Manufacturing, Assistive Technology.

1. INTRODUÇÃO

A hipotonia muscular infantil é um quadro clínico com diferentes causas. Apesar das causas díspares, as crianças afetadas pela hipotonia perdem seu tônus muscular, tendo ausência da capacidade de tensionar os nervos e a força muscular, sobretudo para a execução de movimentos de extensão em repouso, acarretando na dificuldade motora e na desestabilidade do tronco (Duarte, 2018, p.41-43).

O desenvolvimento de suportes de cabeça despontam com intuito de auxiliar crianças com esse quadro a realizarem suas atividades da vida diária (AVDs) de uma melhor forma: ajudando na alimentação, interação visual com seu ambiente, alongamento de músculos, tendões e nervos do pescoço, descompressão das vértebras cervicais, evitando assim deformidades por ficarem muito tempo em uma inalterada posição (Browm, 2018, p.142-143).

O suporte de cabeça se caracteriza como um dispositivo de tecnologia assistiva, que balanceia a cabeça do usuário em relação ao peso e centro de gravidade, executando o movimento de extensão cervical para posicionar a cabeça da criança em uma posição neutra, no caso dos Headpods sem a perda de outros movimentos cervicais. Sendo uma tecnologia voltada para adequação postural, tal aspecto que carece no âmbito de cadeiras de rodas e parapodium fabricados em escala industrial, é fundamentada pelo método de confecção de Design Centrado no Usuário (CDU), se adequando às demandas de adaptações específicas diante do problema de saúde apresentado. (Medola; Paschoarelli, 2018, p.11-12, tabela 01 p.15).

Os modelos que emergiram no mercado de suportes, tem seu valor de comercialização e dificuldade em sua utilização como intensos fatores para a não adesão ao dispositivo (Browm, 2018, p.143-146), evidenciando aspectos que requerem revisão nos designs desenvolvidos, com desígnio de proporcionar uma maior liberdade motora e conforto às crianças com esse quadro clínico a um custo reduzido, buscando assim, maior adesão ao tratamento utilizando o equipamento.

O desenvolvimento de produtos por intermédio de impressão 3D vem progressivamente possibilitando a execução e adaptação de tecnologias assistivas, as tornando mais acessíveis e passíveis de personalização. A aplicação da impressão 3D para a confecção de um modelo de suporte de cabeça gera a possibilidade de utilização de vários materiais e uma maior liberdade no design, eliminando etapas de produção e proporcionando assim soluções de baixo custo, abrangendo um público de recursos limitados (Prado; Sogabe, 2022, p. 16-17; 19-20), visto que, os suportes comercializados costumam ser de alto custo em sua cadeia produtiva.

Este artigo tem a finalidade de descrever a implementação da manufatura avançada e como o método de fabricação se aplica aos suportes de cabeça e quais serão os efeitos para o público infantil com deficiência motora cervical.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo é relacionado às bases conceituais do Design Thinking, empatia, experimentação e prototipação, configurando-se em forma de artigo original, elaborado a partir da revisão do design de suporte de cabeça Headpod e revisão de literatura, a qual demonstram a eficácia na utilização do modelo de suporte trabalhado no tratamento terapêutico de crianças com hipotonia muscular (Browm, 2018, p.142-148); (Tello.; Escacho, 2014, p.96-100).

Com base na literatura o mecanismo trabalhado precisa seguir aspectos de biomecânica e física para que haja um balanceamento do centro de gravidade da cabeça do usuário, tirando a sobrecarga de peso da cabeça ante o pescoço e coluna cervical; conseguindo executar os outros movimentos, em que os músculos e tendões responsáveis estão incapacitados de realizá-los sem uma ajuda.

Em vista disso, os quatro movimentos cervicais que o pescoço apresenta são: flexão cervical, extensão cervical, rotação cervical, lateralização cervical. Dentre esses movimentos, as crianças com hipotonia tendem a ficar em flexão cervical com lateralização para algum dos lados, ou seja, quanto maior o grau de flexão do pescoço, mais peso está sendo colocado sobre as vértebras cervicais dessa criança.

Posto isso, houve uma busca no mercado por quais eram os tipos de suportes já desenvolvidos, sua eficácia e procura pelo usuário. Como alternativa para crianças com hipotonia, os responsáveis optam por motivo do preço pela aquisição dos apoios de cabeças, sendo eles suportes de fixação da mesma, em sua maioria para carros, deixando-a de forma fixa ao encosto por uma faixa acolchoada na testa, representados pela Figura 1 - A.

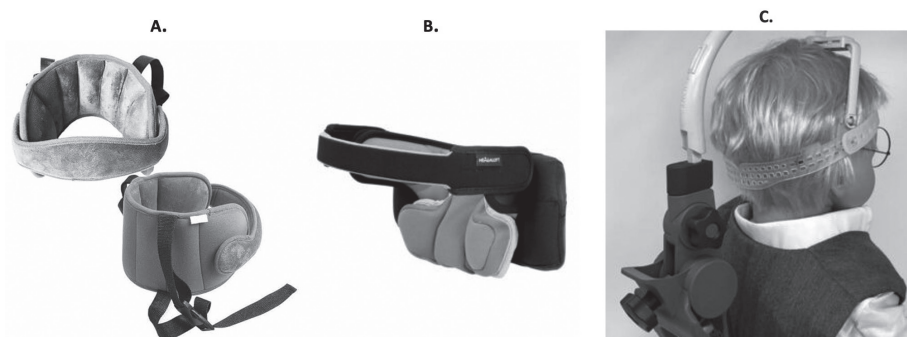
O objetivo desses tipos de suportes é deixar a cabeça estável durante o sono, esses modelos não se aplicam necessariamente para crianças com hipotonia muscular, mas são utilizados de forma alternativa adaptada para esse fim, devido ao seu custo não ser tão elevado, variando assim, de cinquenta reais a cento e cinquenta reais.

Já os suportes como o Headloft (Figura 1 - B); o HeadPod; o HeadActive; o HeadPod Active (Figura 1 - C), são voltados especificamente para o público afetado com hipotonia muscular infantil. O Headloft (Figura 1 - B) segue o mesmo princípio de funcionamento que os suportes para assento de carro, já os outros designs possuem um mecanismo que suspende a cabeça do usuário balanceando

seu centro de gravidade e permitindo que a criança fique em uma posição de extensão de pescoço neutra (Figura 1 - C).

Diferentemente dos suportes/apoios de cabeças voltados para assentos de carros, os HeadPods possuem um preço de comercialização de mercado bem elevado, variando de novecentos e cinquenta reais até cinco mil reais, a depender do site e do kit escolhido, não sendo acessível para um público com recursos financeiros limitados.

Figura 1 - Exemplos de suportes de cabeça



Fontes: <https://portaldobebe.com.br/melhores-apoios-de-cabeca-infantis/> ;
<https://maismovimento.com.br/product-category/suporte-de-cabeca/>

Após a pesquisa sobre os tipos de suporte de cabeça existentes nota-se uma variedade de apoio para cabeça que são de fixação, não sendo interessante para crianças com hipotonia muscular, visto que, a cabeça da criança ficará na vertical de forma fixa ao encosto (Figura 1 - A; B) de uma cadeira ou parapodium o que impedirá sua interação física e visual com o meio e perda do movimento de rotação cervical. Devido a isso, o suporte de cabeça com mais eficiência e procura no mercado tem sido o headpod/headactive (Figura 1 - C). As marcas desenvolveram um suporte que dá liberdade motora à criança por seu sistema de suspensão sem impossibilitar as outras movimentações do pescoço.

O Kit Básico do Headpod é composto por: uma cinta frontal de silicone, uma cinta occipital de silicone, um arco regulável de plástico e uma cinta escalonada de silicone para prender ao braço de suspensão. (MAIS MOVIMENTO. Suporte de Cabeça. Site de vendas de equipamentos para crianças e adolescentes atípicos. Disponível em: < <https://maismovimento.com.br/product-category/suporte-de-cabeca/> >. Acesso em: 09 abr. 2025.)

Dentre os modelos analisados de suportes, os problemas encontrados referentes ao suporte melhor avaliado pelos profissionais da saúde destacam-se: a durabilidade do material das cintas, custo de aquisição, desconforto

interferindo na adesão do usuário ao tratamento utilizando o dispositivo, o design da peça de junção das cintas com o arco, por não ser prático na hora de colocar o suporte na criança.

Baseado na pesquisa realizada dos modelos de suporte de cabeça vigentes no mercado, foram realizados testes a fim de, reproduzir o modelo do Headpod por meio de impressão 3D, com viés do estudo do mecanismo e a possibilidade de sua produção pelo método escolhido, além da otimização das peças presentes no modelo. Para tal finalidade o trabalho se seguiu da seguinte forma:

2.1 Levantamento dos requisitos de design e funcionalidade do suporte melhor avaliado no mercado, a partir da análise do Kit Básico do Headpod.

Sendo eles:

2.1.1 A presença da cinta occipital, que dará apoio a cabeça da criança por meio da sustentação do peso da cabeça pela sua nuca;

2.1.2 Uma cinta frontal que será posicionada na testa atuando no balanceamento da cabeça que será projetada para frente pela cinta occipital;

2.1.3 A queixeira que no Kit Básico do Headpod se apresenta como acessório, adquirido para casos específicos;

2.1.4 Uma peça de junção das cintas com o arco, para juntar as cintas occipitais, frontais e queixeira;

2.1.5 O arco, que poderá ser fixo ou regulável, que irá centralizar o peso balanceado pelas cintas, balanceando o peso da cabeça e seu centro de gravidade;

2.1.6 Uma cinta escalonada que se prenderá ao arco para regular a altura do suporte e prendê-lo ao braço de suspensão.

2.2 Seleção de software de modelagem 3D para criação do protótipo:

Sendo escolhido para a execução do projeto 3D o Autodesk Fusion 360, devido ao programa salvar os arquivos em nuvem, possibilitando assim, o trabalho colaborativo em equipe, tendo acesso ao projeto de qualquer lugar e computador e trabalhar de forma simultânea por mais de uma pessoa da equipe no mesmo arquivo de projeto.

2.3 Desenvolvimento do Modelo 3D: (Figura 2)

A modelagem do suporte de cabeça em 3D, foi dividido e modelado em peças de modo separadas, possuindo assim 9 modelagens. Sendo elas:

2.3.1 As cintas: occipital, frontal, escalonada e queixeira;

Para a modelagem das cintas dentro do Fusion as ferramentas utilizadas foram o esboço, no qual é desenhado o modelo em 2D, utilizando as ferramentas de linha, simetria, arco, círculo e spline. Em seguida, é feita a extrusão para dar espessura de 1mm às cintas. Após a extrusão são realizados arredondamentos que não foram desenhados no esboço dando acabamento às peças.

2.3.2 A peça de junção, dividida em três partes;

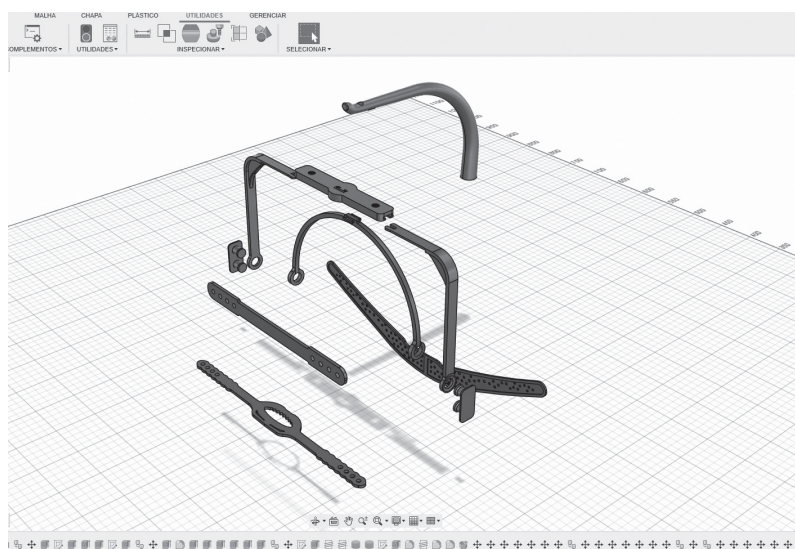
Modelada mantendo os mesmos passos citados para a confecção das cintas, adicionando a utilização da ferramenta de criação de modelagem de rosca na peça já extrusada.

2.3.4 O arco regulável que é modelado separadamente em três partes;

2.3.5 O braço de suspensão;

A modelagem do arco e do braço de suspensão seguem o mesmo processo.

Figura 2 - Print da modelagem 3D das peças do Headpod no Fusion 360



2.4 Escolha da impressora 3D:

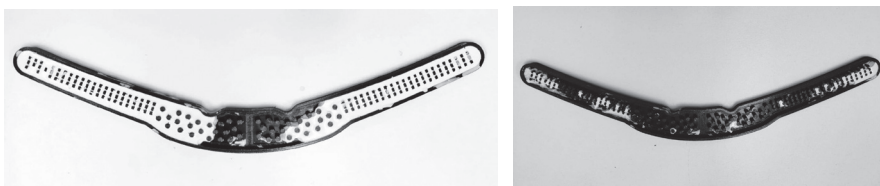
A impressora escolhida para confecção das peças do suporte é do tipo Modelagem por Deposição Fundida (FDM), que trabalha por sobreposição de material, tendo o filamento do material escolhido aquecido a uma determinada temperatura, a depender do material, sendo ele depositado em camada sobre camada.

2.5 Experimentações e produção:

Os primeiros testes foram para os modelos para cinta occipital, buscando por um modelo cuja o design seja mais resistente.

2.5.1 Após a modelagem no Fusion, foi impresso em 3D em filamento TPU (Poliuretano Termoplástico) o molde para teste do modelo da cinta desenvolvida. Teste inicial para utilização de látex, aplicando o látex para máscaras da marca DIMCLAY e posteriormente o silicone, smooth silicone dragonskin B da marca Redelease, para produção da cinta occipital. No entanto, o resultado não avançou bem, pois os materiais na hora do desmolde da peça rachavam; Figuras 03; 04.

Figura 03; 04 - Fotos do molde da cinta occipital impresso em 3D, preenchidos por látex, representação da falha ao desmoldar



Com a falha na utilização do látex e do silicone para a confecção da cinta occipital, novos testes foram realizados, imprimindo diretamente a cinta em 3D, sendo o TPE (Elastômero Termoplástico) o material escolhido pela resistência ao rasgo e abrasão e pela sua maleabilidade, realizando o teste do design para: resistência, formato, tamanho, espessura e dimensões; Figura 05.

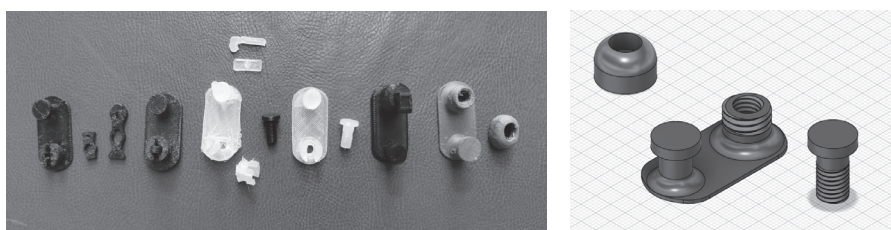
Figura 05; 06 - Foto do modelo de cinta frontal e queixeira em escala reduzida impresso em TPE juntamente dos modelos de cinta occipital em escala real impressos em TPE; Fotos das cintas impressas em TPE, do braço de suspensão impresso em Apex (terpoliéster semiflexível, com carbono) arco ajustável e peça de junção impresso em filamento de fibra de vidro.



A segunda alternativa de material e produção se mostrou satisfatória, com isso foi impressa as outras cintas e a queixeira também em TPE. Se seguiu para a modelagem da peça de encaixe, ajuste da cinta escalonada e impressões das demais peças (Figura 06).

2.5.2 Com a impressão 3D de todas as peças, foi realizado o teste com o dispositivo montado em uma cabeça impressa nas dimensões de uma criança de 8 anos, 1º protótipo (Figura 09). A partir do teste se observou as necessidades de melhorias na peça de junção do arco com as cintas (Figura 07), sendo executado um modelo otimizado em 3D, por meio do Fusion; Figura 08.

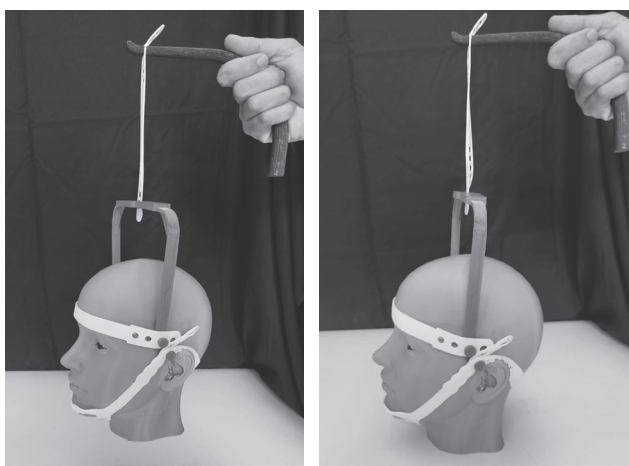
Figura 07; 08 - Foto das impressões de teste das primeiras modelagens 3D da peça de junção antes da versão final; Print da modelagem 3D no Autodesk Fusion 360, versão final da peça de junção do arco com as cintas



3. RESULTADOS

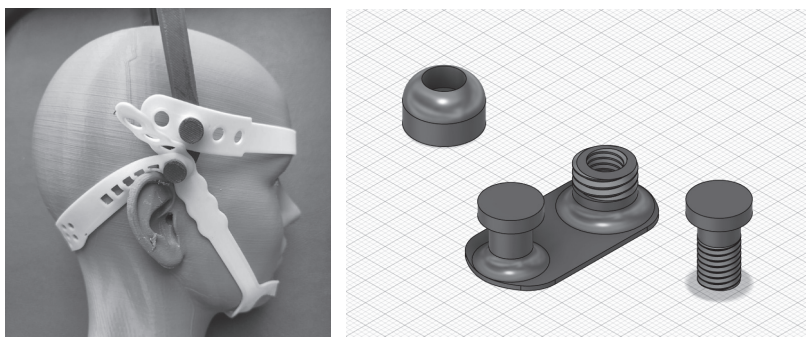
Como resultado obtive, a produção do primeiro protótipo do suporte de cabeça, tendo suas peças impressas em 3D, como indicado na Figuras 09; 10.

Figura 09; 10 - Foto do teste de utilização do suporte em cabeça impressa nas dimensões de uma criança de 8 anos



Com base no teste da utilização do protótipo (Figura 11), houve o redesign da peça de junção do arco com as cintas, desenvolvido em modelagem 3D por intermédio do Autodesk Fusion 360, modelo posteriormente impresso em 3D. Figuras 08.

Figura 08; 11 - Foto ampliada da peça de junção do arco com as cintas; Print do modelo 3D versão final da peça de junção do arco com as cintas



O desenvolvimento do protótipo e do modelo 3D, comprovam a efetividade do uso de impressão 3D como método de confecção do suporte de cabeça para alcance do público infantil de baixa renda, dispondo de um valor de produção em média de quarenta reais.

Além dos resultados alcançados em relação ao valor de produção e comprovação do método de fabricação escolhido, a partir do 1º Protótipo, nota-se de forma prática questões de aprimoramento no design desse modelo de suporte de cabeça, tendo como resultado: a abordagem de novos tipos de materiais, modificação das cintas em relação aos furos de encaixe fazendo eles como círculos, para uma melhor resistência ao rasgo e um novo modelo de peça de junção. Sendo realizadas pequenas otimizações.

4. DISCUSSÃO

Porém, ainda é um dispositivo que carece de pesquisa relacionadas ao seu uso domiciliar e em práticas clínicas devido aos pontos negativos mencionados nas bibliografias (Brown, 2018, p.142-148); (Tello.; Escacho, 2014, p.96-100) somados ao seu alto custo de aquisição no mercado.

Estas bibliografias, fornecem os benefícios do uso prolongado do Headpod, dispositivo analisado por esse artigo, na melhoria do controle ativo da cabeça e pescoço e para a deglutição ativa da criança, além de também apresentarem pontos negativos e de rejeição das crianças perante ao uso do suporte, o que auxiliou para análises de pontos a melhorar no design do suporte.

A partir da análise do artigo “Head Control Changes After Headpod Use in Children With Poor Head Control: A Feasibility Study” (Browm, 2018, p.142-148), é evidente os benefícios do uso do Headpod a longo prazo para o tratamento de crianças com hipotonia muscular por causas díspares, visto que, pelos dados coletados dos pacientes adeptos a pesquisa após 6 meses do uso ativo do dispositivo apresentam melhorias no controle da cabeça, conseguindo assim, mantê-la ereta por mais tempo de forma independente.

Contudo, apesar de resultados positivos, a pesquisa (Browm, 2018, p.142-148), teve dificuldades para achar crianças que se adaptassem ao suporte de cabeça, tendo um total de 14 participantes, tendo 5 crianças que abandonaram o estudo, sendo duas delas por não conseguirem, apesar da tolerância inicial, manter o uso do Headpod como prescrito e outras duas pela perda do acompanhamento, não conseguindo marcar com os pais a avaliação prevista após os 3 meses iniciais de uso.

Ademais, o artigo caracterizado como ensaio clínico aberto, “Eficacia del dispositivo Headpod durante la alimentación en niños con disfagia por patología neuromotriz: un ensayo clínico abierto” (Tello.; Escacho, 2014, p.96-100), também traz resultados positivos quanto a análise do Headpod, a partir da avaliação de 4 casos ativos, sendo inicialmente 5 porém com exclusão de um deles, para os uso do dispositivo durante a alimentação.

Os itens analisados com melhor avaliação durante o ensaio clínico, foram os aspectos postura de cabeça e pescoço e deglutição ativa, durante a utilização do Headpod para a alimentação, contudo conforme os sujeitos da pesquisa foram observados a um prazo prolongado de uso do dispositivo foi notável um número crescente de avaliações positivas em todos os itens analisados.

Portanto, é explícito que um acesso mais abrangente por parte do público de crianças com hipotonia muscular e profissionais da saúde, seria de grande relevância para o tratamento de quadros clínicos voltados para deficiência no controle de movimentos cervicais. Devido a isso, surge o presente artigo, validando a possibilidade do uso da impressão 3D como método de produção de suportes de cabeça como o Headpod, tendo seu preço de confecção pelo processo da manufatura avançada em média de 40 reais o que possibilitará o acesso a essa tecnologia o público com recursos financeiros limitados.

5. CONCLUSÕES

O trabalho realizado teve como propósito, a confirmação da possibilidade da utilização da impressão 3D, sendo ela uma manufatura avançada, como um eficaz método de produção para a tecnologia assistiva trabalhada, os suportes de cabeça, tais como o Headpod. Possibilitando que crianças com hipotonia

muscular tenham a possibilidade de acesso ao tratamento por meio da utilização dessa Tecnologia Assistiva.

Portanto as contribuições do presente trabalho para essa temática se apresentam, por meio do método de produção adotado, que trará a possibilidade para os usuários de recursos financeiros limitados a viabilidade de aquisição do dispositivo a um custo reduzido, além do design aprimorado que foi desenvolvido da peça de junção do arco com as cintas.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi possível graças ao grupo de pesquisa Laboratório de Estudos Inventivos (LabEITA) da Universidade Federal de Goiás (UFG). A pesquisa contou com o financiamento do Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI).

REFERÊNCIAS

BROWN, J. E.; THOMPSON, M.; BRIZZOLARA, K. Head Control Changes After Headpod Use in Children With Poor Head Control: A Feasibility Study. *Pediatric Physical Therapy* 30(2): p. 142-148, Apr. 2018. | DOI: 10.1097/PEP.0000000000000492

DUARTE, R.C.B. Hipotonia na infância. *Resid Pediatr* 8(0 Supl.1): p.40-44, 2018.v8s1-07 | DOI: 10.25060

TELLO, C.L.; ESCACHO, M.C. Eficacia del dispositivo Headpod durante la alimentación en niños con disfagia por patología neuromotriz: un ensayo clínico abierto. *Fisioterapia* 37(2): p 96-100, Jun. 2014. | <http://dx.doi.org/10.1016/j.ft.2014.06.004>

MAIS MOVIMENTO. Suporte de Cabeça. Site de vendas de equipamentos para crianças e adolescentes atípicos. Disponível em: < <https://maismovimento.com.br/product-category/suporte-de-cabeca/> >. Acesso em: 09 abr. 2025.

MEDOLA, F.O. e PASCHOARELLI, L.C. *Tecnologia Assistiva: desenvolvimento e aplicação*. Bauru-SP: Canal6 Editora-1° ed., 2018.

PORTAL DO BEBE. Melhores Apoios de Cabeça Infantis, 2024. Um espaço dedicado a compartilhar dicas, informações e recomendações úteis para outras famílias. Disponível em: <<https://portaldo-bebe.com.br/melhores-apoios-de-cabeca-infantis/>>. Acesso em: 06 mai. 2025.

PRADO, V. M.; SOGABE, M. T. *Impressão 3D no desenvolvimento de produtos de tecnologia assistiva: contribuições do design*. Projética, Londrina, v. 13, n. 1, p. 15-35, 2022. DOI: 10.5433/2236-2207.2022v13n1p15 Submissão: 12 de mar. de 2021 Aceite: 17 mai. 2021.

SEVERINO, A.J. *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Cortez Editora- 1°ed. (livro digital), 2013.

VOLPATO, N. *Manufatura Aditiva tecnologia e aplicação da impressão 3D*. São Paulo: Edgard Blücher Editora Ltda.