



Sistema Antigravitacional de Sustentação de Cabeça, órtese cefálica com implementação robótica, para indivíduos com deficiências neuromotoras graves

Alex Sander Almeida Viana^[0000-0001-5306-7979], Departamento de engenharia mecânica, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Avenida Dom José Gaspar, 500 – Coração Eucarístico, Belo Horizonte – MG, 30535-901, Brasil, alexvianaeng@gmail.com

Anísio Aguilar Cirqueira^[0000-0002-4965-5230], Departamento de engenharia mecânica, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Avenida Dom José Gaspar, 500 – Coração Eucarístico, Belo Horizonte – MG, 30535-901, Brasil, anisio_ac@hotmail.com

Arthur Leonardo Pereira Lisboa^[0000-0001-5604-2080], Departamento de engenharia mecânica, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Avenida Dom José Gaspar, 500 – Coração Eucarístico, Belo Horizonte – MG, 30535-901, Brasil, arthurlisboa@hotmail.com

Gisleine Martin Philot^[0000-0003-3702-6231], Departamento de engenharia mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Cidade Universitária Zeferino Vaz - Barão Geraldo, Campinas - SP, 13083-970, Brasil, gismartin@gmail.com

Lucas Ubiratan Fernandes Lima^[0000-0002-9623-2417], Departamento de engenharia mecânica, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Avenida Dom José Gaspar, 500 – Coração Eucarístico, Belo Horizonte – MG, 30535-901, Brasil, lucasflima.ll@gmail.com

Claysson Bruno Santos Vimieiro^[0000-0003-1916-0517], Departamento de engenharia mecânica, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Avenida Dom José Gaspar, 500 – Coração Eucarístico, Belo Horizonte – MG, 30535-901, Brasil - Departamento de engenharia mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha – MG, 31270-901, Brasil., claysson@pucminas.br

Resumo. O presente estudo tem por objetivo, relatar os principais passos no desenvolvimento de uma órtese cefálica, destinada a crianças com paralisia cerebral, com comprometimento motor, níveis IV e V. O sistema desenvolvido será capaz de sustentar a cabeça da criança, facilitando tarefas básicas do dia a dia. Serão desenvolvidas configurações para a órtese, que englobe, dimensionais mecânicos adequados e atrativos ao usuário, juntamente com implementação robótica, proporcionando funcionalidades essenciais para tratamentos envolvendo equipamentos de reabilitação. Espera-se que o equipamento proporcione ao usuário, melhor qualidade de vida, além de possibilitar ao profissional da saúde responsável, melhores condições de avaliação de resultados, ajustes pontuais e proposições de inovação nos tratamentos, atendendo às necessidades individuais antes não percebidas.

Palavras chave: Ortese cefálica. Biomecânica. Mecatrônica. Paralisia Cerebral

1. INTRODUÇÃO

A deficiência neuromotora se apresenta por diversas vezes como um dos principais agentes de exclusão da criança do ambiente comum em sociedade. E sabe-se que a maior causa de deficiências motoras em crianças é a Paralisia Cerebral Patel et al. (2020), sendo estimado que mais de 17 milhões de pessoas no mundo apresentem algum grau de Paralisia Cerebral World Cerebral Palsy Day (2022).

De modo a definir as principais características da Paralisia Cerebral (PC), pode-se considerar a definição dada por Geralis (2007); Schwartzman (2004), que diz que a Paralisia Cerebral é uma doença capaz de provocar distúrbios nos músculos, postura e movimentação voluntária da pessoa.

Destaca-se também que a paralisia cerebral provoca diferentes níveis de comprometimento motor no indivíduo, sendo esses níveis delimitados através de escalas, sendo a principal delas GMFCS (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa), a eficácia desse sistema é comprovado por diversos autores tais como Silva et al. (2016); Chagas et al. (2008); Farias et al. (2020).

Os níveis de comprometimento motor são distribuídos em (I, II, III, IV, V), sendo o nível V, aquele que apresenta o maior nível de comprometimento motor do indivíduo Farias et al. (2020). Os níveis de comprometimento avaliam, a capacidade de realizar tarefas manuais, andar sem auxílio, postura, controle dos membros superiores, entre outros.

É mais comum que se observe dificuldades de sustentação da cabeça em indivíduos dos nível IV e sobretudo nível V, sendo portanto esses pacientes, os mais atendidos por equipamentos que busquem auxiliar em tais demandas.

A Fig. (1) exemplifica a manifestação da deficiência motora grave em uma paciente, pode-se perceber que a mesma não apresenta controle sobre a cabeça e demais membros do corpo.



Figura 1. Criança com dificuldade de estabilização da cabeça e movimentação de braços e pernas, Comitê paralímpico Brasileiro (2018)

Atentando-se às demandas que possam vir a incorrer em decorrência da Paralisia Cerebral, é altamente recomendado que todas as propostas de tratamentos sejam supervisionadas por profissionais multidisciplinares, Patel et al. (2020).

A área do conhecimento ligada ao desenvolvimento de soluções para paralisia e diversas outras deficiências, é a Tecnologia Assistiva (TA).

O conceito da TA é muito amplo e abrange uma série de tecnologias ligadas à produtos, serviços, metodologias e estratégias, que tem como objetivo final, oferecer à pessoa com deficiência, condições de restaurar uma condição de convivência em sociedade, através da recuperação de movimentos, acessibilidade e consequente maior autonomia e independência, gerando maior qualidade de vida, Comitê de Ajudas Técnicas – CAT (2007).

Um exemplo de equipamento proposto para crianças com PC, de acordo com os conceitos da TA, está mostrado na Fig. (2), onde tem-se uma criança com dificuldade de estabilização da cabeça, utilizando o equipamento Levitar com Apontador.



Figura 2. Criança utilizando Levitar com Apontador para sustentação da cabeça, Loja Inclusiva (2021)

O Levitar com Apontador trata-se de uma órtese cefálica totalmente mecânica, utilizado para a estabilização da cabeça em crianças com PC, e que apresentem grau de deficiência motora, níveis IV e V.

O dispositivo denominado Levitar, foi desenvolvido na década de 1980, é semelhante à um capacete ergonômico, e tem como princípio mecânico a sustentação do peso da cabeça da criança, reduzindo a força gravitacional e então permitindo movimentos de rotação, flexão, torção, que antes eram impossíveis de serem realizados pela criança, Philot (2015).

Apesar de muito eficiente naquilo que propõe, o Levitar, ao longo dos anos mostrou a necessidade de se incrementar à sua estrutura mecânica princípios eletrônicos, que facilitariam o trabalho dos profissionais responsáveis pela criança e também contribuiriam para a melhor evolução do tratamento.

O presente estudo tem por objetivo, o desenvolvimento de um equipamento assistivo, direcionado a solucionar o problema de estabilização da cabeça de crianças com PC, tal como faz o Levitar, porém implementando conceitos eletrônicos e atualizando a estética do mesmo, buscando trazer maior aceitação da criança que utilizará o dispositivo.

As principais atualizações serão direcionadas ao mecanismo de sustentação da cabeça, o Levitar utiliza uma mola para prover a força de sustentação, será proposto a utilização de um motor elétrico, possibilitando maior controle da força exercida sobre a cabeça e também a aferição desta através de células de carga.

Ao possibilitar maior controle dos esforços envolvidos na sustentação, espera-se que os profissionais responsáveis, possam ter dados suficientes para a análise individualizada dos casos, podendo-se assim propor melhores abordagens, e atualizações em tempo real no tratamento

2. METODOLOGIA

O presente estudo apresenta uma estrutura metodologica que visa o melhor desenvolvimento do projeto, de acordo com os objetivos pré-estabelecidos.

Portanto, seguir-se-á etapas comuns de projetos eletromecânicos, iniciando com estudos de modelos semelhantes de órteses presentes no mercado e também relatadas em estudos científicos.

Posteriormente, será elaborado o pré-projeto. Este será responsável por guiar os proximos passos do projeto, a partir de uma visão inicial acerca do design, dimensões e expectativas observadas. Nesta etapa serão também elaborados, desenhos e simulações em elementos finitos, de modo a atestar a capacidade mecânica da órtese, antes mesmo de submetê-la à fabricação.

O pré - projeto abrangerá principalmente, componentes mecânicos da órtese. A etapa seguinte será responsável por especificar componetes eletrônicos tais como: Atuadores, drivers e sensores. Além de demais componentes necessários ao funcionamento do conjunto mecatrônico.

Definidos todos os parâmetros iniciais de fabricação, e, também, especificados os componentes elétricos, serão adquiridos os materias de fabricação, e demais insumos, de modo a permitir a antecipação de etapas, evitando complicações no decorrer do projeto.

O tratamento de dados será abordado em seguida, sendo neste momento definidos, protocolos de comunicação, entrada, saída e processamento de dados, além dos protocolos de elaboração da comunicação com o usuário, priorizando nesta etapa a experiência dos médicos responsáveis, pais e criança.

Por fim, após todas as definições, será iniciada a montagem final, buscando a interligação, entre, estrutura mecânica e eletrônica, e tratamento de dados voltado à experiência dos usuários.

3. RESULTADOS

A seguir, serão relatados os avanços observados no decorrer do projeto, seguindo as etapas relatadas no tópico de metodologia.

3.1. Pré-projeto

Considerado crítico para o andamento do estudo, o pré-projeto foi definido e iniciou seu desenvolvimento nos primeiros momentos de trabalho. Abaixo pode-se observar nas Fig. (3) e Fig. (4) o primeiro modelo desenvolvido no Software SolidWorks, que servirá como base para as demais etapas do projeto.

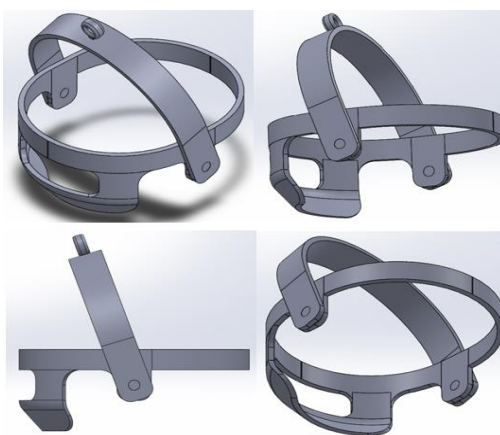


Figura 3. Pré-projeto da órtese cefálica elaborado no Software SolidWorks, Elaborado pelos autores (2021)

Na Fig. (3), pode-se ver o modelo inicial, pensado para a parte principal da órtese, que será onde estará alocada a cabeça da criança, usuária do dispositivo.

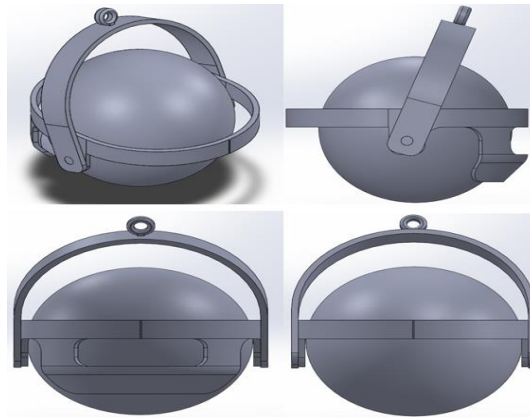


Figura 4. Simulação de uso da órtese cefálica realizada em Software SolidWorks, Elaborado pelos autores (2021)

Observando-se a Fig. (4), pode-se ver de que maneira a órtese estará alocada na cabeça do usuário. Figura (5), logo a baixo, mostra a indicação dos principais componentes observados no pré-projeto.

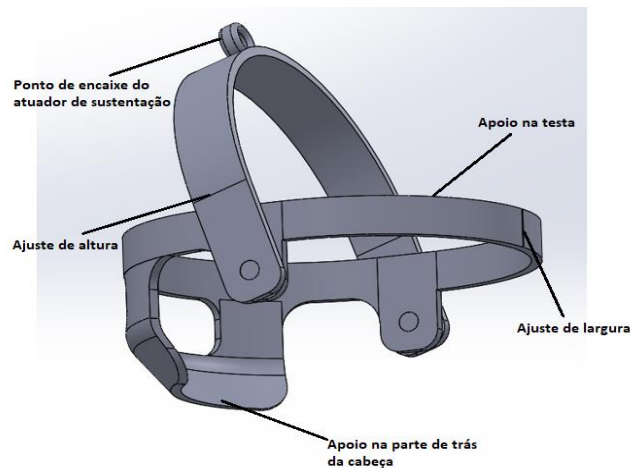


Figura 5. Indicação dos principais componentes da órtese cefálica, elaborado pelos autores (2021)

Observado-se a Fig. (5), tem-se 5 principais componentes indicados. Percebe-se dois pontos de ajustes, um relacionado à altura da cabeça, e outro direcionado à largura da cabeça, não objetiva-se com estes ajustes, um range muito grande de variação, porém permitirá maior conforto e durabilidade à órtese.

Tem-se ainda, dois pontos de apoio, o primeiro na parte de trás da cabeça, e o segundo, na testa do usuário, espera-se que tais apoios consigam suportar o peso da cabeça, evitando também que haja qualquer escorregamento da órtese, prejudicando a sustentação.

Por fim, pode-se ver no topo da órtese, um ponto de apoio, onde será conectado o cabo ligado ao motor, permitindo que ocorra a sustentação.

Demais detalhes relacionados à etapa de sustentação com o auxílio do motor, serão abordados futuramente.

3.2. Atuador

O atuador selecionado para realizar a sustentação, assim como já citado, se trata de um motoredutor, optou-se por este tipo de modelo, pois tem-se a possibilidade de controlá-los com certa facilidade, e também imprimir grande força de sustentação, sem que se necessite de dimensões igualmente grandes.

Para atuar no projeto, optou-se pelos modelos de motoredutores da fabricante Maxon. Estes modelos são conhecidos por serem capazes de imprimir um torque alto e apresentarem robustez considerável mesmo que suas dimensões sejam mínimas.

Pode-se observar na Fig. (6) o modelo selecionado para a aplicação.



Figura 6. Motoredutor Maxon, elaborado pelos autores (2021)

3.3. Driver de controle

Os motores Maxon, possuem como característica, a presença de um driver controlador específico, este permite que sejam programados comandos de funcionamento para o motor. Abaixo, na Fig. (7), pode-se ver este driver.

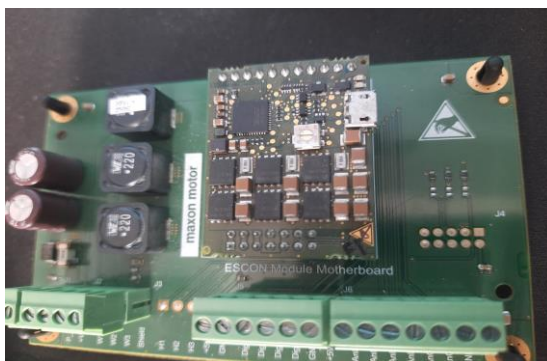


Figura 7. Driver controlador motor maxon, elaborado pelos autores (2021)

3.4. Sensores

Por fim, foram adquiridos os sensores, responsáveis por medir a força exercida sobre a criança e órtese. Tais sensores, são células de carga, vide Fig. (8).



Figura 8. Célula de Carga HBM 50 kg, elaborado pelos autores (2021)

Optou-se por células de carga tipo S, de modo a utiliza-la para medir a força exercida pelo motor através do cabo ligado à este. Permitindo a avaliação e variação de acordo com a necessidade do paciente.

Além das células de carga tipo S, serão também adquiridas, células de carga comuns, de modo a aferir os esforços nos pontos de apoio da órtese.



4. CONCLUSÕES

O dispositivo antigravitacional de sustentação da cabeça, se trata de uma órtese cefálica, a qual visa após o término de sua construção, proporcionar à crianças com paralisia cerebral, um auxílio sem precedentes na realização de tarefas básicas de convivência em sociedade. Contribuindo para a melhor inserção dessas pessoas no convívio social, trazendo grandes avanços no quesito qualidade de vida.

Além do incremento da qualidade de vida da criança, a abordagem mecatrônica permitirá a aquisição, de forma simplificada, por parte dos profissionais responsáveis, de dados cruciais para o desenvolvimento de tratamentos mais eficazes e focados no indivíduo.

5. REFERÊNCIAS

- CHAGAS, PSC et al. **Classificação da função motora e do desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral**. Brazilian Journal of Physical Therapy [online]. 2008, v. 12, n. 5 [Acesso 9 August 2021], pp. 409-416. Disponível em: Epub 11 dezembro 2008. ISSN 1809-9246. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552008000500011>.
- COMITÊ DE AJUDAS TÉCNICAS - CAT, 2007. Disponível em: <www.assistiva.com.br>. Acesso em: 19 jan. 2022
- FARIAS, BÁRBARA & PENHA, CAMILLA & MARQUES, PABLO & SOBREIRA, FELIPE & TELES, NASHA & SILVA, GUILHERME & COLARES, PAULO & MAIA, JULYANA. (2020). **Classificação da função motora grossa em crianças com paralisia cerebral assistidas por um centro especializado de reabilitação**. Brazilian Journal of Development. 6. 18385-18392. 10.34117/bjdv6n4-128. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/8612> Acesso em 16 Abril 2022. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-128>
- GERALIS, E. **Crianças com paralisia cerebral: guia para pais e educadores**. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- Jovem Com Paralisia Cerebral Usa Tecnologia Para Jogar Bocha No Centro De Formação, Comitê Paralímpico Brasileiro, 2018. Disponível em: URL: <https://Cpb.Org.Br/Noticia/Detalhe/310/Jovem-comparalisia-cerebral-usa-tecnologia-para-jogar-bocha-no-centro-de-formacao>. Acesso Em 10 abril De 2021.
- LOJA INCLUSIVA. Disponível em: <<https://www.lojainclusiva.com/monte-sua-clinica/lv2-levitar-de-cabeca-com-apontador>> acesso em 19 jan. 2022
- PATEL, D., NEELAKANTAN, M., PANDHER, K., MERRICK, J.. **Cerebral palsy in children: a clinical overview**. **Translational Pediatrics**, North America, 9, fev. 2020. Disponível em: <<https://tp.amegroups.com/article/view/35534>>. Acesso em 16 abril 2022. doi: 10.21037/tp.2020.01.01
- PHILOT, GISLEINE MARTIN. **Implementação de órtese cefálica em crianças com paralisia cerebral**. 2015. 1 recurso online ([19]117 p.). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP.
- SILVA DBR, DIAS LB, PFEIFER LI. **Reliability of the Gross Motor Function Classification System Expanded and Revised (GMFCS E & R) among students and health professionals in Brazil**. Fisioter e Pesqui. 2016;23(2):142-147. doi:10.1590/1809-2950/14396823022016
- SCHWARTZMAN, J. S. **Paralisia cerebral**. **Arquivos Brasileiros de Paralisia Cerebral**, v. 1, n. 1, p. 4-17. 2004.
- WORLD CEREBRAL PALSY DAY. Disponível em: <<https://worldcpday.org/>> acesso em 15/01/2022

6. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Em especial à PUC Minas que por meio da bolsa SECAC, propiciou que este projeto fosse realizado.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

O(s) autor (es) é (são) o (s) único (s) responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.