



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

JOSEANE DA CONCEIÇÃO SOUZA

CAROLINA MELO DE FIGUEIREDO

**CONFEÇÃO DE ÓRTESE 3D PARA TRATAMENTO FISIOTERAPÊUTICO DE
LOMBALGIA AGUDA**

BRASÍLIA

2023



JOSEANE DA CONCEIÇÃO SOUZA

CAROLINA MELO DE FIGUEIREDO

**CONFECÇÃO DE ÓRTESE 3D PARA TRATAMENTO FISIOTERAPÊUTICO DE
LOMBALGIA AGUDA**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e Pesquisa.

Orientação: Maria Beatriz Silva e Borges

BRASÍLIA

2023

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus e a Nossa Senhora por ter nos ajudado a conseguir mais uma conquista.

Agradecemos a nossa tão amada orientadora Maria Beatriz Silva e Borges por ter se dedicado tão fielmente ao nosso trabalho, com seu apoio e dedicação o projeto nunca teria saído, muito obrigada professora por não ter sido apenas uma orientadora, mas sim uma companheira de projeto, vamos levar a amizade que construímos para a vida.

Um muito obrigada aos professores da engenharia que toparam o projeto e um super agradecimento ao aluno Matheus Lucas Alves que sem sua ajuda o projeto não teria acontecido.

Do fundo do nosso coração agradecemos a todas as pessoas que estiveram presente de alguma forma e nos ajudaram, nossas mães Maria de Fátima da Conceição e Rivea Regina de Melo Barros Bispo, e nossos pais Jackson Rodrigues Souza e Marcos Antonio de Figueiredo, amamos muito vocês. Aos nossos amigos e namorado; Lucas Yuri Marques da Silva Bezerra, muito obrigada pelo apoio.

Por fim, queremos agradecer aos professores do nosso curso de Fisioterapia que de alguma forma contribuíram com o projeto, lendo, indicando artigos ou sanando dúvidas, muito obrigada, Flávia Ladeira, Felipe Machado e Allan Keyser.

RESUMO

A lombalgia é uma condição no corpo que impacta a vida social do indivíduo, podendo gerar incapacidades, buscas incessantes na área da saúde e custos elevados ao paciente. É descrita como dor localizada abaixo da margem costal e acima das linhas glúteas inferiores, podendo ter ou não irradiação para os membros inferiores. Há diversos fatores de risco que podem favorecer o surgimento, entre eles os mais comuns são as desarmonias e sobrecargas, que são tratadas de diversas formas. As órteses são uma possibilidade de tratamento concomitante ao fisioterapêutico, podendo ser produzida em diferentes materiais, porém com o mesmo objetivo; melhorar a funcionalidade. Dessa forma, esse estudo trata-se da confecção de uma órtese impressa em 3D, objetivando ganho funcional, consciência corporal e estabilidade para pessoas com lombalgia aguda. Projetada para ser utilizada durante as atividades laborais ou de vida diária, por curto período de tempo, a órtese foi confeccionada com a colaboração do Curso de Engenharia do CEUB em Brasília/DF, usando um microfilamento de ácido polilático (PLA). A partir da impressão em 3D, foram analisados os resultados, como a personalização com ajuste mais precisos e eficazes, conforto por ser um material leve, eficiência do tratamento, agilidade na produção visto que a órtese fica pronta em poucas horas, redução de custos tornando a acessível à população e por fim uma inovação tecnológica em Tecnologia assistiva, pioneira nesta instituição com parceria dos cursos de Engenharia e Fisioterapia. Entretanto, apesar dos benefícios iminentes, se faz necessário maiores estudos com o uso do colete projetado, em uma população selecionada, com o objetivo de verificar as evidências do seu uso.

Palavras-chave: órtese em 3D; lombalgia aguda; tecnologia assistiva.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
OBJETIVOS	8
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
3. MÉTODO	10
Figura 1. Imagem recortadas para impressão em 3D.	11
Figura 2. Impressora 3D.	12
Figura 3. Colete para Lombalgia em 3D.	12
Figura 4. Colete pronto.	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
Figura 5. Desenho para impressão	15
Figura 6. Estruturas de sustentação de PLA em 3D.	16
Figura 7. Estruturas de sustentação alinhadas conforme posicionadas no tranco.	17
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

A coluna vertebral é composta por 33 vértebras, separadas em cinco regiões: cervical, torácica, lombar, sacro e cóccix. Sua função principal é estabilidade postural dada pela relação direta entre a força da gravidade na função necessária e sua forma estática ou dinâmica. Apesar de ser estável, a coluna vertebral precisa ser móvel para permitir a movimentação do tronco e, conseqüentemente, ser resistente para proteger a medula espinhal e suportar o peso corporal (Souza, 2008).

A desarmonia das funções da coluna pode levar à sobrecarga ou estiramento excessivo das estruturas articulares internas durante os movimentos do corpo, sendo assim, aumenta os riscos de afecções ocupacionais e ocorrência de distúrbios osteomusculares. A principal alteração é a lombalgia, que acomete de adultos a idosos e segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), as morbidades musculoesqueléticas são as condições mais incapacitantes (Hoy; March; Brooks, 2014).

Em muitos casos a lombalgia aguda está relacionada à inflamação de alguma das estruturas da região lombar, sendo causada por um traumatismo nas estruturas ósseas, ligamentares ou nos discos intervertebrais ou causada por esforço excessivo. (Joaquim, 2016) Segundo os mesmos autores, a procura por profissionais na área da saúde costuma acontecer após essa dor persistir por mais de 2 semanas, quando na maioria dos casos a dor apresenta irradiação para membros inferiores e falta de força.

Para o tratamento de lombalgia aguda existem diferentes técnicas que podem ser usadas separadas ou em conjunto, como exercícios para relaxamento e alongamento muscular, terapias manuais, eletroterapia e o uso de órtese (Garcia, 2014); cuja função é estabilizar, imobilizar, aliviar o corpo ou membros afetados ou fornecer orientação fisiológica correta.

Órteses são produzidas em diferentes materiais e com diversos processos, como por exemplo: couro, viscoelástico e ligas metálicas (Araújo Júnior, 2021). Sua fabricação pode ser sob medida ou padronizada, o que peca porque não leva em consideração a diferença corporal de cada indivíduo.

Na década de 1990, a impressão 3D começou a ser usada para a produção de órteses

personalizadas, com o objetivo de melhorar a funcionalidade e o conforto para os pacientes. A tecnologia permitiu a produção de próteses e órteses sob medida, levando em consideração as necessidades específicas de cada paciente. O seu grande diferencial consiste na confecção de objetos a partir da base de dados digitais. Isso ocorre através de uma tecnologia que é capaz de criar objetos sólidos tridimensionais por sucessivas camadas de material que será utilizado. Esses objetos podem ser confeccionados a partir de plásticos, resinas, titânio, polímeros, ouro, prata, cimento e, até mesmo, alimentos. (Carreira, Manso e Moreira, 2022).

Segundo os mesmos autores, tal tecnologia é utilizada em diversos ramos da produção, como indústrias automotivas, aviação, joelheiras, calçados, arquitetura, design de produto, indústria de alimentos, construção civil, bem como na área da educação/ensino e indústrias de desenvolvimento médico. Com a redução dos preços e o aprimoramento tecnológico, a impressão 3D tem ampliado os campos de ações, merecendo um destaque para a medicina, em que podemos observar uma acentuada utilização, principalmente nas especialidades médicas, odontológicas e fisioterápicas.

OBJETIVOS

Diante do exposto, esse estudo tem como objetivo a criação de uma órtese lombar em 3D para tratamento de lombalgia aguda, confeccionado em material resistente para evitar movimentos bruscos da coluna e projetado para que a sua rigidez aconteça em alguns músculos estabilizadores de tronco, a fim de que pessoas que sofrem de tal afecção possam utilizar durante sua rotina.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A dor lombar pode ser classificada em decorrência ao tempo da duração dos sintomas. Sendo elas classificadas como: aguda (quando inferior a 6 semanas), subaguda (entre 6 semanas e 12 semanas) e crônica (após 3 meses) (Malfliet, 2018).

A dor lombar é uma condição no corpo que impacta a vida social do indivíduo, podendo gerar incapacidades, tendo muitas buscas na área da saúde e com custos elevados. A dor lombar (DL) consiste em um dos maiores problemas mundiais de saúde, visto que,

aproximadamente 70 a 80% da população irá apresentar dor lombar em algum momento da vida (Sant'anna *et al*, 2021). Seus impactos são negativos na qualidade de vida da população, principalmente no trabalho, na vida social e no lazer, além de gerar gastos diretos para o Estado, decorrente do auxílio invalidez ou aposentadoria precoce. Ademais, essa patologia é vista como um problema de saúde trivial quando comparada à outras patologias, contudo, a frequência em que a população procura por atendimento profissional devido à perda funcional, sobe consideravelmente todo ano. (Lunkes, 2021)

Uma revisão narrativa publicada em 2022, descreve a lombalgia como dor localizada abaixo da margem costal e acima das linhas glúteas inferiores, podendo ter ou não dores nos membros inferiores. Há diversos fatores de riscos que podem favorecer o surgimento das lombalgias (Câmara-gomes,2022), o surgimento da dor acontece principalmente em trabalhadores que apresentam uma atividade laboral com excesso de sobrecargas musculoesqueléticas. Ademais, quando essa sintomatologia é apresentada mediante a ações do trabalhador a lombalgia entra como uma doença osteomuscular relacionada ao trabalho (DORT), em virtude ao que se refere a um distúrbio que afeta o aparelho locomotor (Guimarães, 2022).

Um estudo realizado em Guarulhos, em 2016, descreve a qualidade de vida de trabalhadores com lesões por esforço repetitivos e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT). O estudo demonstrou que a pontuação na qualidade de vida das pessoas que possuem lombalgia é menor que nas demais afecções. Pode ser explicado devido a sintomatologia e dificuldades de realizar tarefas impostas por causa do comprometimento dos segmentos vertebrais. Assim como acontece com trabalhadores que precisam ser afastados do seu trabalho por interferência direta na qualidade de vida (Paula, 2016).

A diretriz de atualização para prática clínica Academy of Orthopaedic Physical Therapy (AOPT) de 2021, sistematizou novas evidências e objetivos para fisioterapeutas durante a traçada de tratamento para lombalgias aguda e crônica. O recrutamento de pacientes com lombalgia aguda foi específico para aqueles com sintomas menores ou igual a 6 semanas. A atualização em tratamento foi mais estudos com evidência positivas para exercícios com ativação muscular específica do tronco, tanto fortalecimento como resistência com o objetivo de reduzir a dor e a incapacidade. Outros achados que foram benéficos para dor

lombar aguda foram; mobilização articular, mobilização de tecidos moles e massagem para aliviar a dor a curto prazo. Ademais, o estudo mostra eficiência em educar o paciente sobre sua dor. Existem estratégias passivas, contudo, o artigo mostra que estratégias ativas com a ajuda de materiais podem contribuir na educação biopsicossocial do paciente. São estratégias para o paciente continuar ativo, promover estimulação da musculatura e proteção lombar. (George, 2021)

Os exercícios de controle de tronco foram descritos como restaurador da coordenação, controle e capacidade dos músculos do tronco (Ye, 2021). Tem como objetivo a contração isolada dos músculos profundos do tronco e a ativação dessa musculatura durante as tarefas estáticas, dinâmicas e funcionais. A terapia de controle motor para lombalgia aguda e subaguda foi descrita por Macedo *et al*, 2016, onde foram analisados 177 artigos e evidenciado que os músculos que apresentam mais fraqueza são profundos do tronco, como multífidos e transversos do abdômen e por isso é necessário a estabilização deles. Além de apresentarem um controle prejudicado dos músculos superficiais do tronco -reto abdominal, grande dorsal, oblíquos externos e internos. Essa fraqueza pode gerar uma falha durante tarefas que precisam de controle do tronco, nas quais pacientes com lombalgia demonstraram aumento da cocontração de flexores e extensores do tronco, atraso no deslocamento de agonistas e atraso no início dos antagonistas. Sabe-se que esse atraso pode levar a piora do quadro clínico, nesse caso a uma lombalgia crônica. Os mesmos autores pontuam que o controle motor em conjunto com as demais condutas podem trazer resultados positivos em mais de 60%. Porém, como conciliar os dois tratamentos? Pensando nisso, é de grande valia que o controle motor ou treino de estabilidade pode ser descrito de ambas as formas, seja administrado de forma conjunta com o tratamento médico e fisioterapêutico; isso seria possível se o paciente conseguisse controlar sua musculatura de forma constante durante horas no seu dia. Sendo assim, o uso de algum dispositivo para fazer esse controle e proporcionar a estabilidade de forma proprioceptiva poderia ser indicado. (Macedo, 2016)

3. MÉTODO

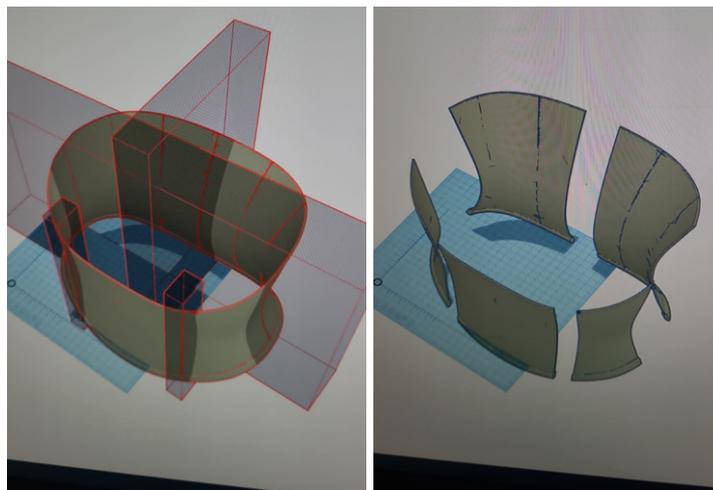
O presente estudo trata-se de uma confecção de órtese em 3D, com intuito de

atender a indivíduos com lombalgia aguda, principalmente os que a possuem devido a atividades laborais. Para o processo da confecção, foi necessário uma parceria com o Curso de Engenharia do Centro Universitário de Brasília (CEUB), campus da Asa Norte (Brasília-DF), onde foi possível esclarecer sobre a impressora 3D, os tipos de materiais que poderiam ser utilizados, o tempo de confecção, o formato que poderia ser impresso e os objetivos que esta órtese busca alcançar.

Para a realização do trabalho de confecção da órtese os seguintes passos foram seguidos:

- a. Reuniões com os professores e estagiários do Curso de Engenharia do CEUB para alinhamento de ideias e discussão de melhores possibilidades de materiais, de estrutura do colete, os pontos importantes e imprescindíveis como conforto, leveza e estabilidade.
- b. Confecção de molde em gesso da região lombar, que posteriormente não foi utilizado pela impossibilidade de escanear a imagem.
- c. Foi adquirido uma imagem em 3D da empresa CGtrader (www.cgtrader.com) que a princípio nos serviria de base para a impressão que necessitamos. (Figura 1).

Figura 1. Imagem recortadas para impressão em 3D.

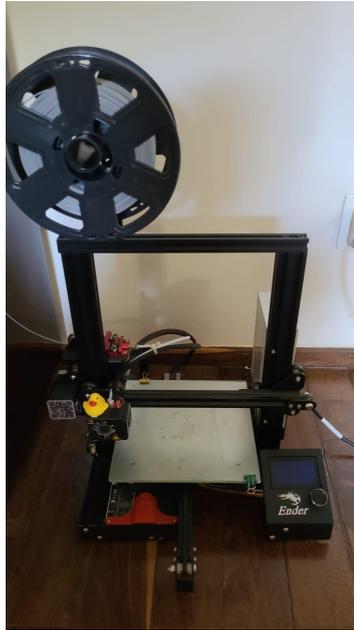


Fonte: As autoras.

- d. Foi comprado o material a ser utilizado chamado *PLA Easyfill*, na cor prata na empresa (www.3dfila.com.br) que é um filamento utilizado para este tipo de órtese.
- e. A imagem foi recortada e posteriormente passou a ser impresso o colete em 5 partes

conforme mostra a imagem anterior.

Figura 2. Impressora 3D.



Fonte: As autoras.

f. O colete após a impressão em partes separadas.

Figura 3. Colete para Lombalgia em 3D.



Fonte: As autoras.

- g. O colete pronto sendo experimentado por uma paciente.

Figura 4. Colete pronto.



Fonte: As autoras.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após uma longa etapa de discussões, erros e acertos, o colete em 3D foi finalmente materializado. Possui diversos defeitos ainda, mas, foi o primeiro a ser produzido nesta Instituição e toda a equipe aprendeu muito; desde a moldagem até a impressão final.

Podemos portanto, listar algumas vantagens dessa produção que são:

- a. Personalização: A impressão 3D permite a criação de coletes personalizados, adaptados às características anatômicas únicas de cada paciente. Isso resulta em um ajuste mais preciso e eficaz, garantindo suporte adequado para a coluna lombar e maior eficácia do tratamento.
- b. Conforto: A utilização de materiais flexíveis e leves na impressão 3D proporciona maior conforto ao usar o colete. Esses materiais podem ser projetados para se ajustarem ao corpo de forma ergonômica, reduzindo o desconforto e facilitando a mobilidade.
- c. Eficiência do tratamento: O colete impresso em 3D fornece o suporte necessário para a coluna lombar, ajudando a estabilizar a região afetada. Isso pode ser especialmente benéfico ao tratar lesões, fraturas ou condições que exijam imobilização ou suporte

- adicional. A estabilização adequada da coluna lombar pode ajudar no processo de recuperação e prevenir complicações.
- d. Agilidade na produção: a impressão 3D permite uma produção mais rápida e eficiente de coletes, em comparação com os métodos de fabricação tradicionais. Isso significa que os pacientes podem ter acesso mais rápido a dispositivos personalizados, reduzindo o tempo de espera e permitindo um tratamento mais oportuno.
 - e. Redução de custos: Embora os custos iniciais de investimentos em impressoras 3D possam ser consideráveis, a produção em escala e a personalização de coletes podem levar a economias de custo a longo prazo. Além disso, a menor necessidade de retrabalho e ajustes frequentes devido à precisão do processo de impressão 3D pode levar a economias adicionais. Para a confecção de um colete foi gasto de PLA R\$12,41, enquanto o custo médio de um colete tradicional chega a R\$200,00.
 - f. Inovação e avanço tecnológico: A utilização da impressão 3D na confecção de coletes para coluna lombar representa um avanço significativo na área da saúde e da ortopedia. Essa metodologia demonstra o potencial da tecnologia para oferecer soluções personalizadas e eficientes para os pacientes, contribuindo para o desenvolvimento de abordagens mais avançadas e individualizadas no tratamento das afecções da coluna lombar.

Quanto ao material escolhido para a confecção do colete, por sugestão dos engenheiros, foi o ácido polilático (PLA), um material com densidade de 1210 kg/m^3 (Almeida, 2017), feito com matéria derivada do açúcar, por isso, são biodegradáveis, caso em condições industriais favoráveis para esse processo. (Fletcher; Grose, 2011 apud Bem *et al*, 2022). Por ser um elemento orgânico, é mais sustentável, acessível e atualmente está sendo utilizado e cumpre o papel para projetos com impressora 3D; além de ter um preço acessível(apenas 100g de PLA foi utilizado para um colete) conforme mostra o quadro 1. Quanto ao tempo de impressão foi de um pouco mais de 31h, sendo que cada peça foi impressa separadamente. Pelo valor que foi adquirido o material em Kg, a peça custou apenas R\$12,41 centavos por ter apenas 100g.

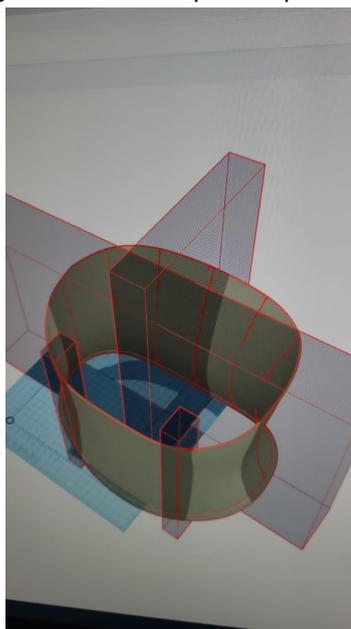
Quadro 1. Parâmetros da impressão.

Item	Parâmetro
Tempo de impressão	31 h e 11 min
Material	Ácido polilático - PLA R\$ 124,11 (1000g)
Quantidade de material (grama)	100g
Valor da impressão	12,41 centavos

Fonte: As autores.

Biomecanicamente, a órtese foi produzida em cinco partes que se unem através de velcros, para que desta forma, seja mais confortável, econômica e adaptável a cada pessoa de forma mais simples, sem perder a funcionalidade e eficácia para que foi proposta. Como cada órtese será feita sob medida para cada paciente, é importante que seja ajustável, devido às mudanças corporais que a pessoa pode ter ao longo do uso, sem que seja necessário a compra de uma nova órtese em curto período de tempo. Sendo assim, o desenho da órtese foi pensado além da estabilização da coluna lombar, como na produção consciente e na economia.

Figura 5. Desenho para impressão



Fonte: As autores.

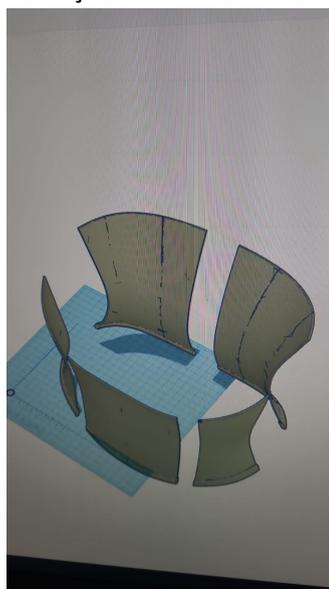
Conforme mencionado anteriormente, o colete é composto por cinco partes que se dispõem de acordo com os músculos estabilizadores da coluna vertebral, que são eles: reto abdominal, oblíquo interno e externo, transverso abdominal, quadrado lombar, multífidos, iliopsoas e eretor dos músculos espinhais, mas com enfoque nos estabilizadores lombar: reto abdominal, oblíquo externo e iliocostal lombar. Conforme pode ser visualizado nas figuras 5 e 6, cada parte é composta por uma placa de PLA, onde são colocadas duas placas anteriormente, auxiliando o reto abdominal, nas laterais do tronco são posicionadas uma placa de cada lado, auxiliando o oblíquo externo e na parte posterior são posicionadas duas placas, auxiliando o iliocostal lombar. (Kisner, 2013 apud Araújo, 2022)

Figura 6. Estruturas de sustentação de PLA em 3D.



Fonte: As autoras.

Figura 7. Estruturas de sustentação alinhadas conforme posicionadas no tronco.



Fonte: As autoras.

Durante o planejamento dos posicionamentos das partes projetadas da órtese, foram avaliados quais pontos e objetivos deveriam ser preservados e quais deveriam ser modificados. Um desses pontos, é a estabilidade postural, que é dada pelos músculos multífidos e o transverso abdominal (Urquhart, 2015). O músculo multífido está presente na região lateral da coluna e abrange do pescoço até a coluna lombar. Sua contração unilateral produz flexão lateral e rotação da coluna (Siqueira, 2011). Devido ao seu posicionamento, executa movimentos rápidos e forçados, apresenta resistência à fadiga em grande escala para manutenção postural. O músculo transverso abdominal, onde duas placas da órtese foram posicionadas em cada lateral, tem funções de sustentar vértebras lombares e vísceras e intervindo na mecânica respiratória como antagonista-sinergista do diafragma. Lemos em 2005, demonstrou que o enfraquecimento dessa musculatura pode levar a protusão abdominal e aumento da lordose lombar, uma vez que funciona biomecanicamente como uma cinta, dando sustentação e estabilidade dinâmica a lombar durante a postura e à marcha. Quando o transverso do abdômen não é ativado ou demora ser ativado, a pessoa que possui dor lombar por não ter realizado a estabilização necessária sentirão mais dores em diferentes posições.

É importante ressaltar que o colete não deve ser utilizado para realizar a ação dos músculos estabilizadores, mas sim sensibilizar o corpo a ativar a musculatura correta para

evitar posturas incorretas que estejam causando a lombalgia. A órtese deverá ser utilizada por alguns períodos do dia, em atividades que são realizadas diariamente, para que o corpo ganhe conscientização corporal de como deverá se manter em determinada atividade, evitando que o indivíduo se mantenha em longos períodos em posições onde os músculos não estão ativados, causando uma fraqueza muscular, que geram a lombalgia.

O conceito de tecnologia assistiva só começou a ser importado para o Brasil entre 2006 e 2007, onde o Comitê de Ajudas Técnicas definiu o termo como: “Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social”. (Braga, 2019). Assim, projetar e confeccionar um colete impresso em 3D pode proporcionar um avanço no ensino em fisioterapia/Engenharia, onde os estudantes dos dois cursos envolvidos terão a chance de aprender sob diferentes olhares além de experimentar materiais diferentes, criar novas órteses, adaptações bem como a realização de pesquisas científicas em equipes multidisciplinares.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio desse estudo conclui-se que a impressão do colete lombar em 3D é um avanço para o tratamento de afecções e sintomas na região lombar, devido à agilidade de produção, ao design e o conforto que o colete confeccionado em PLA proporciona, podendo futuramente contribuir para o tratamento de pacientes com lombalgia aguda proporcionando retorno das atividades de forma mais breve e com segurança.

Faz-se necessário maiores estudos em tecnologia assistiva especialmente relacionados à confecção e ao uso de órteses/coletes impressos em PLA associados à lombalgia a fim de evidenciar os resultados obtidos bem como custo-benefício, tempo de uso, ajustes e indicações para outros profissionais.

Ressalta-se ainda que esse estudo é pioneiro nesta universidade e faz parte de um projeto maior que tem por objetivo realizar um ensaio clínico randomizado, com um número grande de trabalhadores com o objetivo de mostrar as evidências do seu uso.

REFERÊNCIAS

- SOUZA, G. Exercício terapêutico: na busca da função. *Anuário da Produção Acadêmica Docente*, v. 2, n. 3, p. 477-481, 2008.
- HOY, D.; MARCH, L.; BROOKS, P. A carga global da dor lombar: estimativas do estudo Global Burden of Disease 2010. *Revista Anais das doenças reumáticas*, v. 73, n. 6, p. 968-974, 2014.
- JOAQUIM, A. Initial approach to patients with acute lower back pain. *Revista Associação Médica Brasileira*, v. 62, n. 3, p. 188-191, 2016.
- GARCIA, J. B. S. *et al.* Prevalence of low back pain in Latin America: a systematic literature review. *Revista Pain Physician*, v. 17, n. 5, p. 379-391, 2014.
- ARAÚJO JÚNIOR, R. *et al.* Sistematização e desenvolvimento de uma órtese customizada impressa em 3D do tipo AFO. *Revista Educação gráfica*, v. 25, n. 2, p. 88-108, 2021.
- CARREIRA, A; MANSO, D; MONTEIRO, G. A utilização e aplicação da impressora 3D na área de saúde. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 8, n. 09, 2022.
- MALFLIET, A. *et al.* Educação em neurociência da dor com aprendizado misto para pessoas com dor crônica na coluna: ensaio multicêntrico randomizado e controlado. *Revista Fisioterapia*, v. 98, n. 5, p. 357-368, 2018.
- SANT'ANNA, P. *et al.* Dor lombar crônica em uma população de mulheres do Sul do Brasil: prevalência e fatores associados. *Revista Fisioterapia e Pesquisa*, v. 28, n. 1, p. 9- 17, 2021.
- LUNKES, L. *et al.* Influência do tipo de locus de controle da saúde nos níveis de incapacidade e cinesiofobia na dor lombar crônica. *Sociedade Brasileira para o Estudo da Dor*, v. 4, n. 4, p. 306-309, 2021.
- CÂMARA-GOMES, LF. *et al.* Mecanismos de exercícios de alongamento muscular para redução de dor lombar: revisão narrativa. *Brazilian Journal of Pain*, v. 5, n. 1, p. 52-55, 2022.
- GUIMARÃES, B. *et al.* Riscos ergonômicos e sintomas musculoesqueléticos em técnicos administrativos do Instituto Federal Catarinense durante o teletrabalho na pandemia da COVID-19. *Revista fisioterapia pesquisa*, v. 29, n. 3, p. 278-283, 2022.
- PAULA, E.A. *et al.* Qualidade de vida do trabalhador com LER/DORT e lombalgia ocupacional atendidos no Cerest de Guarulhos, São Paulo. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 41, 2016.
- GEORGE, S.Z. *et al.* Intervenções para o manejo da dor lombar aguda e crônica: revisão 2021. *Jornal de Fisioterapia Ortopédica e Esportiva*, v. 51, n. 11, 2021.
- YE, L. *et al.* Core training under suspension exercise therapy on treatment of low back pain. *Revista Brasileira de Medicina do esporte*, v. 27, n. 7, 2021.

MACEDO, L. G. *et al.* Exercício de controle motor para dor lombar aguda inespecífica. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, v. 2, 2016.

ALMEIDA, S. B. *et al.* Avaliação da substituição de placas de PMMA por PLA impresso 3D na resposta TL do CaSO₄:Dy. *Revista Brazilian Journal of Radiation Sciences*, p. 1-12, 2017.

BEM, N.A. *et al.* 3D-printed polylactic acid biopolymer and textile fibers: comparing the degradation process. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 2022.

ARAÚJO, W. J. *et al.* Ativação dos músculos estabilizadores da coluna lombar em pessoas com dores crônicas na costas: uma revisão sistemática. *Revista Biomechanics/Rehabilitation*, 2022.

URQUHART, D. *et al.* Regional morphology of the transversus abdominis and obliquus internus and externus abdominis muscles. *Revista Biomecânica Clínica*, v. 20, n. 3, 2005.

SIQUEIRA, G. R.; SILVA, G. A. P. Postural alterations on the spinal column and lumbar instability in obese individuals: a literature review. *Revista Fisioterapia em Movimento*, v. 4, 2011.

LEMOS, A; FEIJÓ, L. A biomecânica do transverso abdominal e suas múltiplas funções. *Revista Fisioterapia Brasil*, v. 5, n. 1, 2005.

BRAGA, Amanda. Tecnologia assistiva e fisioterapia: uma revisão integrativa. *Revista Encontros Universitários da UFC*, Fortaleza, 2019.