

# A INFLUÊNCIA POSITIVA DA MUSCULAÇÃO E NATAÇÃO EM TRIPULAÇÕES DE HELICÓPTERO DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO<sup>1</sup>

## THE POSITIVE INFLUENCE OF WEIGHTLIFTING AND SWIMMING ON HELICOPTER CREWS OF THE ARMY AVIATION

Marcos Vinicius Botelho Vianna<sup>2</sup>

### RESUMO

O treinamento físico é essencial na preparação e aprimoramento dos militares de carreira, oferecendo benefícios que vão além do condicionamento físico. Além de cultivar a resistência cardiovascular e a força muscular necessárias para as demandas operacionais, desempenha um papel crucial na prevenção de lesões na coluna vertebral, garantindo a saúde e a longevidade das carreiras militares. A natação e a musculação são modalidades amplamente empregadas para fortalecer o corpo e manter a saúde, especialmente para tripulações de helicóptero expostas à vibração e estresse na coluna. Esta pesquisa exploratória investigou a relação entre a prevenção de lesões na coluna e exercícios físicos específicos, ampliando o conhecimento e gerando hipóteses para futuras pesquisas. Utilizou uma abordagem quali-quantitativa com raciocínio lógico indutivo e envolveu revisão bibliográfica de fontes científicas. A pesquisa teve natureza básica e abordou as causas da lombalgia, o uso do exercício físico e seus efeitos conhecidos. Concluiu que o treinamento específico pode evitar lesões nas colunas lombar e cervical, além de reverter quadros de lombalgia e disfunções similares já existentes.

**Palavras-chave:** Treinamento militar, saúde da coluna, natação, musculação, lombalgia.

### ABSTRACT

Physical training plays a vital role in the preparation and improvement of career military personnel, offering benefits that go beyond mere physical conditioning. In addition to cultivating the cardiovascular endurance and muscular strength required for operational demands, it plays a crucial role in preventing spinal column injuries, a fundamental aspect in ensuring the health and longevity of military careers. Swimming and weightlifting stand out as widely employed modalities to strengthen the body and maintain health, especially for helicopter crews constantly exposed to vibration and spinal stressors. This exploratory research aimed to investigate the relationship between spinal injury prevention and specific physical exercises, expanding knowledge and generating hypotheses for future research. It used a qualitative-quantitative approach with inductive logical reasoning and involved a literature review of scientific sources. The research had a purely basic nature and addressed the causes of low back pain, the use of physical exercise, and the known effects of such practices. Finally, this work concluded that specific training can be employed to prevent injuries to the lumbar and cervical spine, as well as to reverse existing cases of low back pain and similar dysfunctions.

**Keywords:** Physical training, spinal health, swimming, weightlifting, low back pain.

---

<sup>1</sup> Artigo apresentado em 15 de setembro de 2023 ao Centro de Instrução de Aviação do Exército como requisito parcial para obtenção do Grau Tecnólogo em Sistemas Mecânicos de Aeronaves.

<sup>2</sup> Aluno do Curso de Formação e Graduação de Sargentos – Av Mnt. Centro de Instrução de Aviação do Exército.

## 1 INTRODUÇÃO

No âmbito aeronáutico, os pilotos de helicóptero enfrentam desafios relacionados à saúde e segurança devido às posturas e vibrações durante suas atividades, levando a problemas funcionais que afetam sua saúde e segurança no voo. Estudos mostram que a postura sentada durante os voos de helicóptero pode resultar em dores na coluna lombar e cervical, especialmente após longas horas de voo. Essas dores são agravadas pelas vibrações características das aeronaves de asas rotativas, contribuindo para o desenvolvimento de doenças ocupacionais, como a lombalgia.

A ergonomia dos assentos e as vibrações são apontadas como principais causas desses distúrbios. Diante disso, é importante identificar medidas para melhorar essa situação e mitigar os impactos negativos na saúde e desempenho das tripulações de helicóptero, principalmente no contexto militar.

O tema central deste estudo é: como se pode relacionar o emprego da musculação e da natação com a prevenção de lesões nas colunas lombar e cervical em tripulações de helicóptero? O problema abordado é a ocorrência comum de lesões na coluna vertebral nesse grupo profissional e a necessidade de investigar como a musculação e a natação podem ser eficazes na prevenção dessas lesões.

Os objetivos do estudo incluíram: identificar as origens das lesões mais comuns na coluna cervical e lombar em tripulações de helicóptero; avaliar a eficácia da musculação e da natação na prevenção dessas lesões; relacionar o treinamento físico com a redução do risco de lesões na coluna; e identificar estudos já existentes para a aplicação do treinamento físico como medida preventiva.

A metodologia da pesquisa envolveu uma abordagem quali-quantitativa, com revisão bibliográfica como método principal, visando a produção de conhecimento científico sem foco imediato na aplicação prática dos resultados. A pesquisa é justificada pela alta prevalência de lesões na coluna entre as tripulações de helicóptero e a necessidade de encontrar estratégias preventivas eficazes para melhorar a qualidade de vida e o desempenho desses profissionais.

## **2 A ORIGEM DAS DORES LOMBARES EM TRIPULAÇÕES DE HELICÓPTERO**

As dores observadas em tripulações de helicóptero podem ter origens diversas e multifatoriais. Estas dores podem ser resultado de condições ergonômicas desfavoráveis nas cabines, como posturas inadequadas durante o voo, movimentos repetitivos, vibrações intensas transmitidas ao corpo durante a operação da aeronave, exposição a forças g, esforços físicos envolvidos no manuseio dos controles, bem como fatores individuais, como a saúde geral e condicionamento físico dos tripulantes. (NICOLINI, 2019). Além disso, o uso prolongado de equipamentos pesados de proteção e operação, como capacetes e óculos de visão noturna, pode contribuir para o desconforto musculoesquelético.

A vibração é uma sequência de oscilações que envolvem velocidade, implicando movimento e aceleração. A vibração no contexto humano pode ser descrita como qualquer movimento transmitido ao corpo por uma fonte externa, como, por exemplo, quando o corpo está em contato com uma superfície vibrante. Para Iida (2005), a vibração é definida como o deslocamento de um corpo em torno de um ponto fixo. É importante notar que esse movimento pode apresentar uma regularidade, assumindo uma forma senoidal, ou ser imprevisível, não se conformando a nenhum padrão específico.

Diversos cenários expõem as pessoas a vibrações prejudiciais ao corpo, sendo o ambiente de trabalho um destaque, como na operação de máquinas e ferramentas (como motosserras e britadeiras), na direção de veículos terrestres e na pilotagem de aeronaves, particularmente aquelas com motor a hélice e helicópteros. Uma visão prática define vibração como uma onda mecânica que se propaga pela estrutura que toca.

Conforme Braga (2012), o campo de pesquisa que examina os impactos da vibração no corpo humano se divide em duas vertentes, considerando o ponto de entrada da onda vibratória: vibração transmitida pelas mãos e braços (Hand-Transmitted Vibration - HTV) e aquela que atravessa todo o corpo (Whole-Body Vibration - WBV). A WBV é a variante aplicada aos estudos com pilotos de helicóptero, considerando os elementos físicos de frequência, intensidade, direção e duração da exposição.

Braga levanta, em sua pesquisa, que o incidente que envolveu o Boeing 737-400 da British Midland Airways em 1989 representou um marco fundamental na história das vibrações

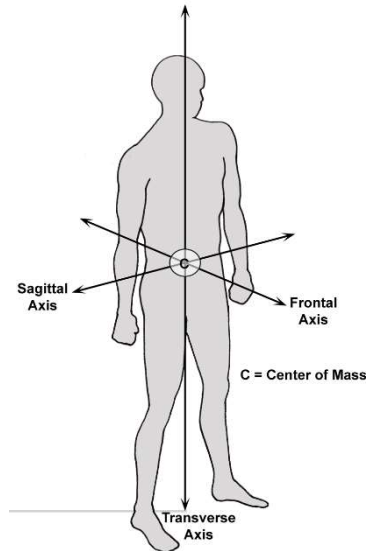
na aviação. Este episódio culminou com a aeronave colidindo com a pista, resultando na perda de 47 vidas. Conforme apontado no relatório conclusivo da investigação do acidente, o problema inicial consistiu em um nível de vibração atípico que ocorreu em um dos motores, somado à hesitação do copiloto em relatar qual dos motores, o direito ou o esquerdo, estava experimentando essa condição. De acordo com a mesma análise, essa circunstância poderia ter sido originada por dificuldades na interpretação dos instrumentos devido à intensa vibração na cabine.

A partir desse ponto, surgiu uma preocupação em crescimento em relação à administração das vibrações na aviação, com uma atenção especial voltada para os elementos de natureza humana inseridos nesse contexto. Segundo Smith *et al.* (2007), desde 1971, a aviação naval e a força aérea dos Estados Unidos têm realizado extensas pesquisas com o objetivo de abordar a exposição dos pilotos às vibrações e os efeitos resultantes dessa exposição na saúde física e mental, especialmente no que diz respeito aos pilotos de aeronaves de asa fixa que são equipadas com motores a hélice. Esses pilotos podem estar sujeitos a níveis mais intensos de vibração durante períodos prolongados. As magnitudes das vibrações, provenientes do aumento da potência do motor e da duração da exposição, têm sido associadas a diversas manifestações, incluindo desconforto, irritação, fadiga e, em casos extremos, o desenvolvimento de problemas lombares. Diante desse cenário, a comunidade científica tem incentivado a realização de pesquisas voltadas para a eficaz gestão e controle dessas oscilações.

Braga (*op cit*) abarca tanto as vibrações de natureza translacional quanto as rotacionais, englobando a faixa de frequência que varia de 0,5 a 80 Hz. A avaliação, em seu estudo, se baseia na medida da maior componente translacional da aceleração ponderada, conforme estipulado na norma ISO 2631-1, publicada em 1997. Apontou, assim, que os impactos resultantes da vibração de todo o corpo podem variar dependendo da aceleração, deslocamento, velocidade e frequência da estimulação. As frequências predominantes de estimulação às quais o corpo humano é submetido estão dentro do intervalo de até 100 Hz.

As frequências de excitação das vibrações transmitidas através dos assentos de veículos, em algumas circunstâncias, como em tratores, aeronaves e helicópteros, ultrapassam os 20 Hz. Além disso, é pertinente considerar a magnitude e a orientação pela qual a onda vibratória se propaga em relação ao corpo humano. Nesse contexto, a orientação é analisada em relação aos três principais eixos anatômicos do corpo humano para a vibração de corpo inteiro de natureza translacional: o eixo z (Transverso), o eixo x (Frontal) e o eixo y (Sagital), como ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Eixos anatômicos do corpo humano para a vibração de corpo inteiro de natureza translacional.



Fonte: CROSSFIT, 2019

As vibrações que afetam todo o corpo são caracterizadas por terem uma frequência baixa e um alcance significativo de movimento. Elas geralmente ocorrem na faixa de 1 a 80 Hz, com maior destaque entre 1 e 20 Hz. Essas oscilações, que ocorrem principalmente na direção vertical ao longo da coluna (eixo z), podem ser transmitidas ao corpo quando alguém está sentado ou em pé em superfícies que vibram. Esse tipo de exposição pode, em muitos casos, resultar em sintomas relacionados ao desgaste da coluna vertebral (BRAGA, *op cit*).

De acordo com o rotor principal de um helicóptero emite oscilações na faixa de 3-12 Hz, cujas características variam conforme o número de pás e a velocidade de rotação do rotor. Por outro lado, o rotor de cauda gera vibrações de alta frequência, situadas entre 20-25 Hz. Quanto às frequências mais baixas suportadas pelo organismo humano, elas se encontram na faixa de 4 a 8 Hz, devido à amplificação dessas vibrações por meio da ressonância natural do corpo humano. A transmissão das vibrações ocorre principalmente através dos pés e dos assentos, sendo a magnitude e a frequência influenciadas pelo tipo de helicóptero e pelos sistemas de absorção implementados (NICOLINI, *op cit*).

Sob uma perspectiva mecânica, o corpo humano revela-se como uma entidade complexa, composta de tecidos viscoelásticos, encaixados em uma estrutura óssea. Pode-se conceber o corpo humano como um sistema composto por massas interconectadas, separadas por elementos de amortecimento. Quando estimulado por frequências específicas, o corpo

humano pode entrar em ressonância, resultando em deformações ou deslocamentos de órgãos internos. Dada a considerável massa muscular que sustenta, a coluna vertebral enfrenta o desafio de absorver essas vibrações, tornando-se, conseqüentemente, suscetível ao desenvolvimento rápido de dor. De maneira geral, as vibrações observadas em helicópteros Airbus AS 350 Esquilo se encontram dentro dos parâmetros estabelecidos pelas normas de regulamentação de qualidade e emprego.

Contudo, mesmo quando essas vibrações estão em conformidade com as normas, isso não implica que elas não possam gerar impactos ao longo do tempo na saúde da tripulação. De forma geral, os problemas mais frequentemente registrados estão associados às frequências de 1 a 10 Hz, incluindo alterações no labirinto que podem resultar em enjoo e desorientação espacial, aumento dos erros de julgamento, elevação dos níveis de estresse, redução da concentração e perda de sensibilidade. Nas frequências situadas entre 8 e 15 Hz, sintomas como dores de cabeça, dores nas costas, fadiga muscular, diminuição da capacidade auditiva e lesões articulares tornam-se mais recorrentes. Já na faixa de frequência de 15 a 40 Hz, observa-se uma diminuição da acuidade visual, bem como uma redução na atenção e na capacidade de raciocínio. É relevante destacar que esses distúrbios, dependendo da intensidade e da duração da exposição, têm o potencial de contribuir significativamente para a fadiga dos pilotos, o que, por sua vez, pode aumentar o risco de incidentes e acidentes aeronáuticos. Assim, mesmo que os padrões estabelecidos em norma sejam respeitados, a exposição diária e intensa à vibração de corpo todo pode trazer danos aos tecidos do organismo.

Para Braga (*op cit*), é importante salientar que as regiões da coluna vertebral com maior mobilidade compreendem a coluna cervical e lombar, enquanto as regiões torácica e pélvica apresentam uma maior rigidez. A coluna cervical desempenha um papel crucial nos movimentos de flexão-extensão e rotação do pescoço, ao passo que a coluna lombar é primariamente responsável pela flexão e extensão do tronco. Essa distinção anatômica evidencia uma notável diferença entre essas duas áreas da coluna vertebral humana em comparação à coluna torácica, que possui uma mobilidade mais limitada. Devido a essa variação anatômica, é comum que problemas relacionados a desordens funcionais ocorram com maior frequência nas regiões cervical e lombar.

No contexto das disfunções da coluna, para Silva *et al* (2005), a dor lombar é uma das condições de saúde mais comuns na sociedade ocidental, afetando aproximadamente 80 a 85% da população em algum momento de suas vidas. Ela representa a segunda razão mais frequente pela qual as pessoas procuram assistência médica, respondendo por cerca de 30% das consultas

ortopédicas e até metade dos pacientes que buscam tratamento fisioterapêutico. A lombalgia é o segundo desafio médico mais significativo nas sociedades industriais contemporâneas, levando a um considerável absenteísmo no trabalho e uma notável queda na produtividade laboral. Seu impacto socioeconômico é de grande alcance, sendo uma das principais causas de faltas ao trabalho e, em alguns casos, levando à aposentadoria precoce. A incapacidade associada à dor lombar supera qualquer outra razão subjacente à restrição das atividades profissionais, especialmente em adultos com menos de 45 anos, e é a segunda principal causa de desenvolvimento de osteoartrite em indivíduos com idades entre 45 e 65 anos.

Dantas *et al* (2015) explora a ideia de que as dores e desconfortos enfrentados pelos pilotos podem também ser atribuídos à posição ligeiramente inclinada para a esquerda que eles mantêm durante os voos. Essa inclinação ocorre devido à disposição dos controles e à vibração do rotor, a qual é amplamente absorvida pela coluna dos pilotos e tripulantes. A duração dessas dores varia consideravelmente, com a maioria dos casos apresentando sintomas que perduram por minutos a horas

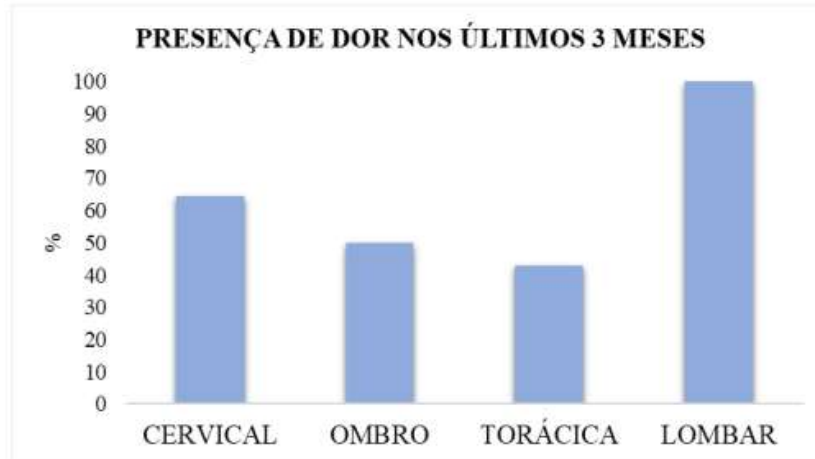
Em consonância, Silva *et al* (*op cit*) levanta a observação de uma fraqueza muscular nos extensores da coluna em pacientes que sofrem de lombalgia crônica. Cerca de 80% das questões relacionadas à dor lombar têm origem muscular, e aponta que frequentemente pacientes com lombalgia crônica apresentem fraqueza na musculatura lombar.

Bem como em asas rotativas, Furtado (2022) apresenta um estudo realizado com 73 pilotos de caça a jato no início de suas carreiras - em que analisou a relação entre os resultados de ressonância magnética da coluna, o desempenho físico e o desenvolvimento de possíveis problemas musculoesqueléticos nessa região após os primeiros anos de voo. O estudo revelou uma alta incidência de anomalias nos discos da região cervical (82%) e lombar (92%), porém, não se identificou uma correlação entre esses achados radiológicos e as queixas de dor. Como resultado, os autores concluíram que descobertas menores em exames de ressonância magnética não têm valor preditivo no início da carreira dos pilotos. Além disso, não foi observada uma relação preditiva entre o desempenho físico e a presença de dor.

Da mesma maneira, Gomes (2020) revela uma incidência considerável de dores lombares entre os pilotos de caça da aviação, com 64% deles classificando a dor como moderada em intensidade. Essa condição de lombalgia está correlacionada com a presença de dor nas regiões torácica e cervical, além de estar associada ao número de horas de voo semanais. Ademais, foi observado um alto índice de edema ligamentar devido à sobrecarga mecânica no

ligamento Inter espinhoso na coluna lombar, indicando a ocorrência de alterações tanto agudas quanto crônicas no complexo vertebral posterior. No mesmo estudo, Gomes levantou a porcentagem de aviadores que apresentaram episódios de dor lombar nos três meses que antecederam sua pesquisa, conforme apresentado em tabela a seguir.

Figura 2: Porcentagem de aviadores com presença de dor cervical, ombro, torácica e lombar nos últimos 3 meses



Fonte: Gomes (2020)

Para os pilotos de caça, o estudo de Gomes também destaca a importância do tempo de voo durante uma missão típica, que tem uma média de duração de 60 minutos. Nesse contexto, a resistência muscular à fadiga torna-se um fator crítico, uma vez que, durante o voo, as fibras musculares resistentes à fadiga prevalecem sobre as fibras responsáveis pela produção de força. Portanto, pilotos de caça com menores resistências à fadiga podem estar sujeitos, durante o voo, a uma menor estabilidade do tronco, o que, por consequência, aumenta as forças compressivas exercidas sobre as estruturas articulares da coluna vertebral.

Consonante a isso, a pesquisa Dantas *et al* (*op cit*) apresenta conclusões obtidas por meio de um questionário, que se relacionam com o impacto da atividade aérea, especificamente na aviação de asas rotativas, sobre a saúde da coluna dos pilotos. Em última análise, a pesquisa evidencia que as dores crônicas na coluna cervical e lombar são uma constante na vida dos pilotos de helicóptero, e é inegável que essas dores têm o potencial de afetar adversamente o desempenho desses aviadores em suas missões aéreas.

Os estudos abordados revelam uma preocupação significativa relacionada às vibrações e tensões a que os pilotos de helicóptero estão sujeitos, o que pode resultar em uma série de efeitos adversos para sua saúde. Esses efeitos abrangem desde sintomas transitórios, como enjoo e desorientação espacial, até problemas crônicos, como dores de cabeça, dores nas costas e fadiga muscular. Além disso, a alta incidência de anomalias nos discos da coluna vertebral



entre os pilotos destaca a importância de investigar e abordar questões musculoesqueléticas nessa população.

É evidente que a saúde da coluna vertebral é um fator crítico para a capacidade dos pilotos de executar suas tarefas com segurança e eficácia. Portanto, estratégias de prevenção e intervenção, incluindo programas de exercícios específicos e medidas de ergonomia, são essenciais para mitigar os riscos associados às vibrações e demandas físicas da aviação de helicóptero. Em adição, é fundamental considerar as diferenças anatômicas e funcionais entre as regiões cervical e lombar da coluna ao desenvolver estratégias de cuidados de saúde direcionadas a essa população.

## **2. COMPOSIÇÃO ESTRUTURAL E AVALIAÇÃO DO EMPREGO DO TREINAMENTO PARA A PREVENÇÃO DE LESÕES NA COLUNA**

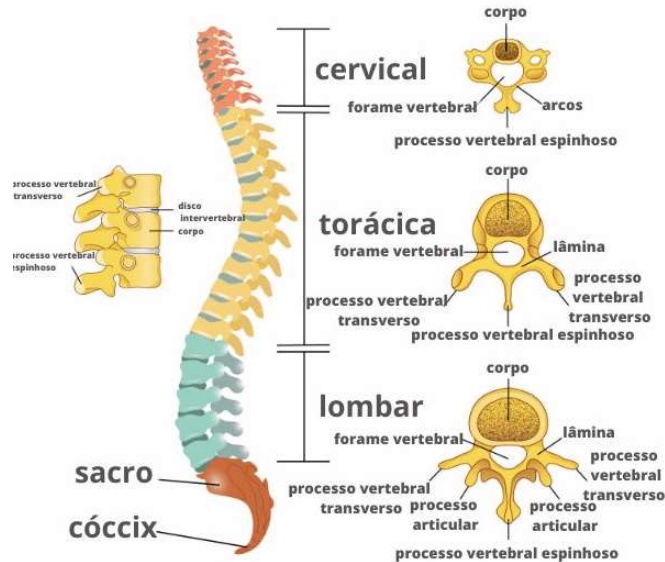
A estrutura da coluna vertebral é composta por um conjunto de 33 vértebras, que são classificadas em cinco regiões distintas: cervical (7 vértebras), torácica (12 vértebras), lombar (5 vértebras), sacral (5 vértebras) e cóccix (4 vértebras). Entre essas vértebras e ao seu redor, encontram-se componentes não ósseos, como discos intervertebrais, ligamentos e músculos intrínsecos. A coluna vertebral estende-se desde a base do crânio até a região do quadril, servindo como o eixo vertical do tronco humano.

Essa estrutura apresenta curvaturas naturais resultantes de pequenas diferenças angulares entre as vértebras. Essas curvaturas são flexíveis e ocorrem no plano sagital, consistindo em duas curvas côncavas na parte posterior, denominadas lordoses (uma na região cervical e outra na região lombar), e duas curvas convexas na parte anterior, chamadas cifoses (uma na região torácica e outra na região sacral). Vale ressaltar que a cifose sacral é considerada fixa, uma vez que os ossos nessa região se fundem durante o crescimento. As áreas onde ocorrem pequenos movimentos intervertebrais são conhecidas como articulações apofisárias e estão situadas na parte posterior da coluna.

Entre os corpos vertebrais, na porção anterior, estão localizados os discos intervertebrais, que consistem em estruturas gelatinosas compostas principalmente de colágeno e água. Esses discos desempenham a função de amortecedores, conferindo à coluna vertebral a capacidade de absorver impactos aplicados sobre ela. Por outro lado, os músculos

desempenham um papel ativo na estabilização da coluna, tanto durante os movimentos da coluna quanto na manutenção de suas curvaturas naturais (UNSER, 2022).

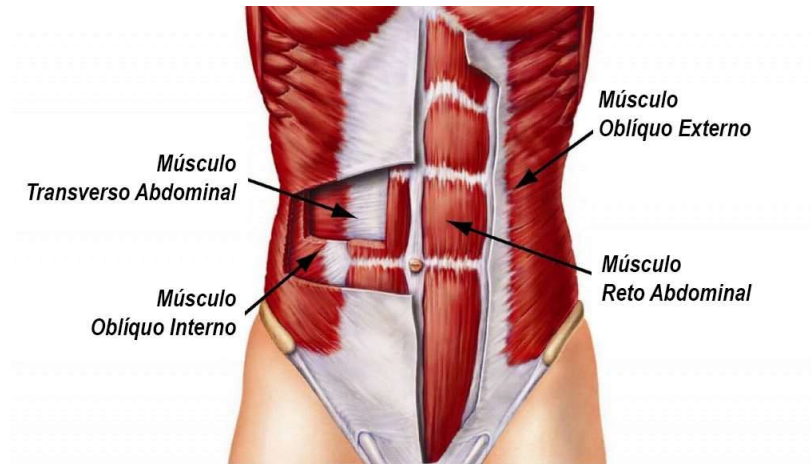
Figura 3: Esquema da coluna vertical em perfil, ressaltando suas segmentações e curvaturas naturais.



Fonte: Anatomia e Fisiologia Animal: Coluna Vertebral (2023)

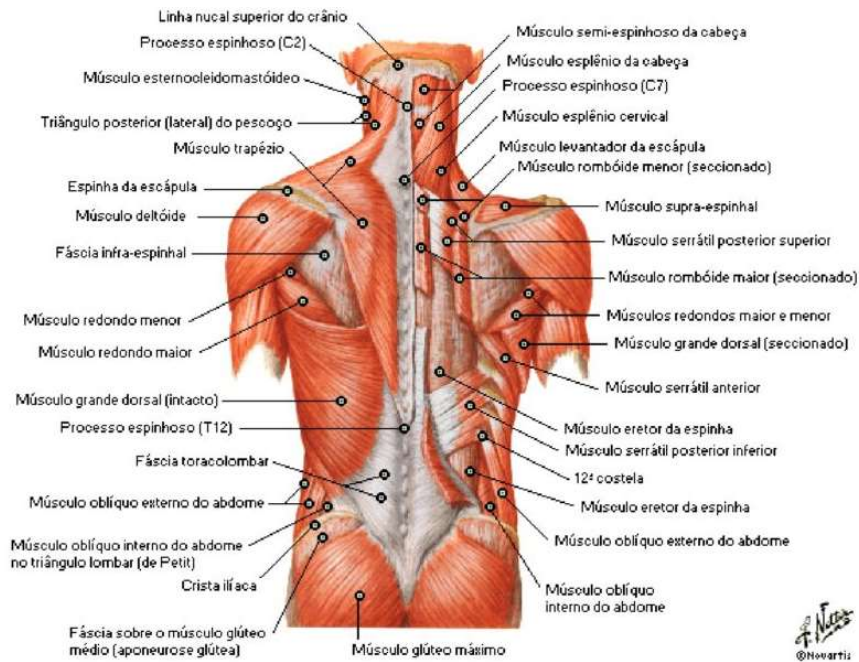
Os músculos responsáveis pela estabilização da coluna podem ser categorizados da seguinte forma: a) o grupo superficial ou músculos globais, que inclui grandes músculos bilaterais, como o trapézio, o reto abdominal, os oblíquos abdominais e o latíssimo do dorso, os quais desempenham funções na rotação e na flexão-extensão do tronco, mas não agem diretamente sobre as vértebras; b) o grupo intermediário, cuja principal função é a ventilação; e c) o grupo profundo ou músculos locais, que atuam especificamente nas articulações apofisárias, movimentando-as e proporcionando estabilidade. No grupo profundo, destaca-se especialmente os músculos multífidos lombares (ML), que se caracterizam por sua capacidade de realizar movimentos lombares com agilidade e por sua resistência à fadiga, tornando-os elementos essenciais na estabilização da região lombar.

Figura 4: Composição frontal dos músculos estabilizadores da coluna.



Fonte: Baracho

Figura 5 Composição dorsal dos músculos estabilizadores da coluna.



Fonte: Netter, 2011.

Silva *et al*, (*op cit*), apresenta um estudo em que uma diminuição na força e uma inibição local em um nível segmentar do músculo multifido lombar em todos os pacientes que apresentaram conexão direta com o primeiro episódio de lombalgia aguda/subaguda. Em um estudo subsequente ao apresentado, esses pesquisadores constataram que, na ausência de intervenção terapêutica, o multifido não recuperava seu tamanho ou função originais, e a taxa de recorrência de lombalgia ao longo de um período de oito meses era significativamente alta. Entretanto, foi também observado que essa deficiência poderia ser revertida por meio de um programa adequado de exercícios físicos.

Em um estudo do impacto do sedentarismo na qualidade de vida, Mancin *et al* (2008) realizou uma avaliação aleatória envolvendo 30 voluntárias, das quais 15 eram sedentárias e 15 praticavam atividades físicas, com idades variando entre 20 e 50 anos. Os resultados evidenciaram diferenças significativas na qualidade de vida das participantes ativas, que apresentaram uma resposta mais positiva à dor em comparação com as sedentárias. A pesquisa concluiu que as pacientes envolvidas em alguma forma de atividade física tendem a desfrutar de uma melhor qualidade de vida, abrangendo aspectos funcionais, relacionados à dor e emocionais. Foi constatado que o exercício físico tende a reduzir e melhorar a função em adultos com dor lombar crônica. Os cientistas levantaram também que os exercícios para a prevenção da lombalgia devem ser incorporados à rotina diária, desde que a prescrição leve em consideração as condições de saúde e o nível de condicionamento físico de cada indivíduo para garantir atividades adequadas e seguras. Os pesquisadores levantaram que o exercício físico pode atuar como parte do tratamento para dor lombar crônica, embora tenham enfatizado que não deve ser a única forma de tratamento. Eles também destacaram que diferentes atividades físicas podem trazer benefícios diversos aos pacientes.

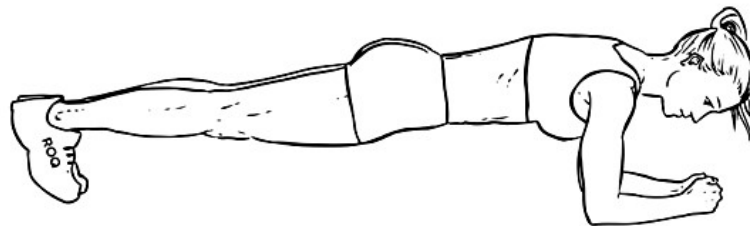
Os estudos mencionados acima destacam a importância do músculo multífido lombar na ocorrência e recorrência da lombalgia aguda/subaguda, enfatizando a necessidade de intervenções terapêuticas, incluindo programas de exercícios adequados, para promover a recuperação da força e da função muscular. Além disso, a pesquisa que avaliou a influência do sedentarismo na qualidade de vida de pacientes com dores lombares crônicas ressalta os benefícios do exercício físico na melhoria da função e no alívio da dor em adultos que enfrentam essa condição. É importante reconhecer que o exercício físico deve ser parte integrante de estratégias de prevenção e tratamento da lombalgia, adaptado às necessidades individuais, mas não deve ser considerado como a única abordagem terapêutica, visto que diferentes atividades físicas podem proporcionar vantagens variadas aos pacientes. Portanto, a combinação de abordagens terapêuticas personalizadas pode ser a chave para melhorar a qualidade de vida e o bem-estar de indivíduos com lombalgia crônica.

Unser (*op cit*) conclui que uma redução significativa nos escores de dor de um grupo experimental indica que um programa de treinamento de força de estabilização segmentar lombar (TFESL) pode ser uma estratégia eficaz no controle da lombalgia em adultos, além dos benefícios gerais do treinamento de força (TF).

No mesmo estudo, um aumento substancial no tempo mantido no teste de resistência de prancha (ilustrado na Figura 6) parece estar diretamente correlacionado com o fortalecimento

da resistência dos músculos do tronco, em particular, o músculo Transverso do abdome e os multífidos lombares, resultando na diminuição da dor lombar. Resultados igualmente notáveis no que se refere à redução de dores lombares são descritos na literatura em estudos que também se concentram no fortalecimento e na ativação desses músculos, sugerindo que, independentemente da natureza do treinamento adotado, a ênfase nesses músculos desempenha um papel fundamental no controle das lombalgias.

Figura 6: Exercício de prancha isométrica.



Fonte: Workout Labs (20--)

Os músculos atuam, assim, como uma proteção contra as pressões excessivas da coluna, mas seu papel ainda não é completamente conhecido. Da mesma maneira, os achados em relação à existência de qualquer diferença na força muscular em pacientes com lombalgia (LBG), quando comparados a sujeitos normais, apresentam variações.

Os resultados obtidos nestes estudos destacam a promissora eficácia do programa de treinamento de força de estabilização segmentar lombar (TFESL) como uma estratégia eficaz no controle da lombalgia em adultos. Além disso, a correlação direta entre o aumento substancial no tempo de resistência no teste de prancha e o fortalecimento dos músculos do tronco, particularmente o músculo Transverso do abdome e os Multífidos lombares, sugere que o foco no fortalecimento desses grupos musculares desempenha um papel fundamental na gestão da lombalgia. Esses achados reforçam a importância de considerar abordagens de treinamento específicas, independentemente do tipo de exercício, que priorizem o fortalecimento e a ativação desses músculos como parte integrante do tratamento e da prevenção da lombalgia em adultos.

Pocovi (2022) busca comparar o impacto da natação sobre a lombalgia em contraste com intervenções alternativas, tais como fármacos, fisioterapias passivas e ativas. Apresentou um ensaio que indicou que a natação foi ligeiramente mais eficaz do que a intervenção mínima/nula na redução da dor a curto e médio prazo. Nesse contexto, as intervenções foram

comparadas a uma variedade de tratamentos alternativos, sendo as abordagens alternativas de exercícios (por exemplo, o protocolo McGill, Pilates e condicionamento do tronco) e a fisioterapia convencional as comparações mais comuns. Para nadadores, foi constatado que um programa adequado de fortalecimento muscular contribuirá para a prevenção das dores lombares.

O trabalho de Miranda e Zanachi (2020) conclui que o treinamento funcional desempenha um papel significativo no manejo da lombalgia, principalmente devido à aplicação de exercícios voltados para fortalecimento muscular, correção postural, aumento de força, flexibilidade, além da estabilização dos músculos do core. Essa abordagem revela-se como um programa de treinamento abrangente e diversificado, perfeitamente adequado para o tratamento da lombalgia, com uma prescrição de exercícios consistente e segura. Essa prescrição visa estimular o corpo humano de forma a aprimorar sua força, velocidade, equilíbrio, coordenação, flexibilidade, capacidade lateral, resistência cardiovascular e neuromuscular.

Costa e Palma (2005) concluem que o exercício progressivo contra resistência tem valor comprovado na prevenção e reabilitação da dor lombar, possuindo diretrizes claras em relação ao volume, frequência e intensidade, no que diz respeito ao trabalho dinâmico dos extensores. O grau de descondicionamento dos pacientes também deve ser considerado. Em casos extremos, mesmo os níveis reduzidos de atividade elétrica produzidos por alguns dos exercícios de estabilização dinâmica podem ser suficientes, pelo menos nos estágios iniciais da reabilitação. Existem orientações bem definidas relacionadas à quantidade, frequência e intensidade do exercício, especialmente quando se trata de atividades que envolvem os músculos extensores em movimentos dinâmicos.

Nesse contexto, Silva (*op cit*) aponta que os músculos servem como uma defesa às pressões excessivas na coluna, embora o seu papel ainda não seja completamente compreendido. As descobertas relacionadas à força muscular em indivíduos com lombalgia apresentam variações quando comparadas a pessoas saudáveis. A pesquisa permitiu identificar os principais grupos musculares potencialmente envolvidos nos desencadeadores da lombalgia nessa população, com pequenas diferenças em relação à população em geral.

De acordo com Polito, Neto e Lira (2003), embora alguns dados sugiram que a obesidade seja um fator de risco para o desenvolvimento de lombalgia, este aspecto não foi confirmado no estudo. Isso se tornou evidente, uma vez que não foi observada uma associação significativa entre os índices de adiposidade e a prevalência de lombalgia.

Os estudos apontados acima fornecem evidências consistentes em relação à importância do fortalecimento muscular, especialmente dos músculos do tronco, na prevenção e no tratamento da lombalgia. Tanto para nadadores, quanto para a população em geral, conforme sugere a pesquisa de treinamento funcional e de exercícios progressivos contra resistência, o foco na ativação e fortalecimento dos músculos do core e região lombar mostra-se fundamental na redução da dor lombar. Além disso, as variações encontradas em estudos sobre a força muscular em indivíduos com lombalgia destacam a complexidade dessa condição e a necessidade de abordagens individualizadas.

Assim, tanto o treinamento funcional quanto o exercício com resistência desempenham papéis essenciais no tratamento e prevenção da lombalgia, enfatizando a importância do fortalecimento muscular, correção postural e estabilização do core. Além disso, as diretrizes claras relacionadas à intensidade e frequência do exercício progressivo com resistência fortalecem ainda mais a abordagem preventiva e terapêutica da dor lombar.

### **3. O EMPREGO DO EXERCÍCIO EM TRATAMENTOS**

O estudo de Murray *et al* (2015) consistiu em examinar se uma intervenção de exercícios especialmente personalizada teria o efeito de diminuir tanto a prevalência quanto a taxa de ocorrência de desconforto na região do pescoço e ombros em pilotos de helicóptero e membros da equipe de voo.

Em sua abordagem, o treinamento de força específico tem sido considerado como um meio preventivo em relação à dor no pescoço entre pilotos militares há algum tempo. No entanto, apenas alguns estudos investigaram essa hipótese e, até recentemente, nenhum estudo havia encontrado um efeito positivo significativo, como foi demonstrado em pilotos de caça. Devido às diferentes exposições durante o voo, os resultados de estudos com pilotos de caça não podem ser diretamente aplicados a pilotos de helicóptero e membros da tripulação. Além disso, pilotos de caça tendem a experimentar dor no pescoço de natureza mais aguda, enquanto pilotos de helicóptero e membros da tripulação enfrentam principalmente desconforto subagudo e crônico. A origem da dor, portanto, não é uniforme, e as estratégias de prevenção e manejo devem ser adaptadas de forma diferente para esses dois grupos.

Apresentou, o mesmo estudo, uma série de exercícios específicos para o desenvolvimento das musculaturas lombar e cervical. Assim, conseguiu concluir que os

exercícios específicos desempenham um papel fundamental na abordagem destas questões. Programas de treinamento que se concentram no fortalecimento dos músculos paravertebrais, abdominais e cervicais, bem como no alongamento dos grupos musculares relacionados, têm demonstrado resultados promissores na redução da incidência e da gravidade das dores. Adicionalmente, o condicionamento cardiovascular pode contribuir para a melhoria da resistência global e a redução do desconforto.

O estudo de Oakes *et al* (2023) revela que ensaios de intervenção têm demonstrado várias maneiras de incorporar a natação em um programa de reabilitação, oferecendo dados iniciais sobre como a natação afeta a dor lombar e a função. Embora seja necessário realizar mais pesquisas nesse campo, é possível desenvolver orientações para recomendar a natação a indivíduos com dor lombar, considerando todas as partes interessadas e reconhecendo as incertezas nas evidências atuais.

Dentro dos estudos avaliados, a dor lombar e cervical constitui uma preocupação recorrente no contexto da aviação de helicóptero, dada a natureza das exigências físicas e posturais inerentes a esta profissão. É importante ressaltar que a abordagem de tratamento e prevenção destas condições dolorosas pode ser efetuada mediante a implementação de exercícios específicos. Programas de treinamento que englobam o fortalecimento muscular, o alongamento e o condicionamento são recursos viáveis para aprimorar a resistência e a flexibilidade das regiões lombar e cervical, reduzindo, por conseguinte, a suscetibilidade a lesões e desconfortos.

#### **4. APLICAÇÃO DE EXERCÍCIOS ESPECÍFICOS PARA TREINAMENTO DA CERVICAL E DA LOMBAR**

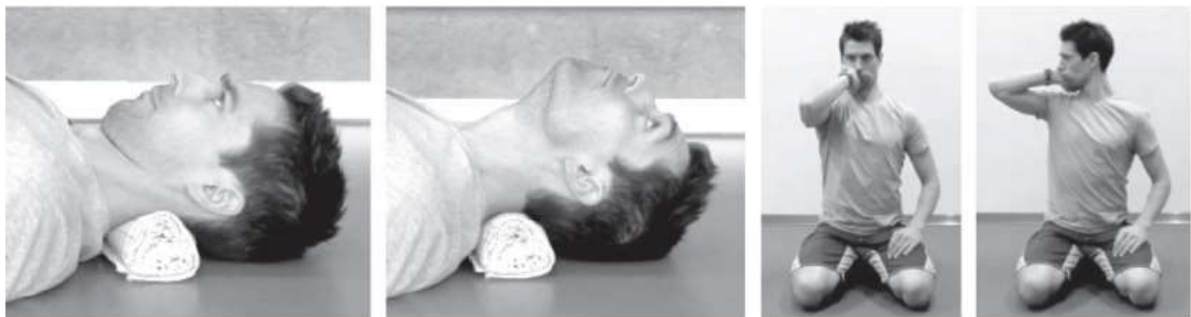
Com base na literatura atual que enfatiza a fraqueza e fadiga acentuadas nos músculos profundos do pescoço em pacientes com dor crônica no pescoço, cada sessão de treinamento foi iniciada com exercícios de condicionamento para ativar os flexores cervicais profundos. O primeiro exercício (Figura 7, Exercício 1) foi realizado a partir de uma posição supina, com a parte de trás da cabeça apoiada no chão. Os participantes receberam instruções para realizar uma extensão da coluna cervical superior, movendo a cabeça para trás em direção cefálica. Quando totalmente estendida, a cabeça foi retornada realizando uma flexão da coluna cervical superior em direção caudal. Os participantes foram instruídos a focar em movimentos lentos e controlados e a palpar o pescoço durante o exercício para garantir que os músculos superficiais



do pescoço estivessem relaxados. Durante as primeiras semanas de treinamento, uma toalha foi colocada sob o pescoço para apoio. À medida que os participantes progrediam, eles foram instruídos a reduzir gradualmente a altura da toalha, aumentando assim a intensidade do treinamento. Eventualmente, os participantes foram instruídos a elevar a cabeça alguns milímetros acima do chão durante o exercício.

No mesmo estudo, um segundo exercício adicional foi introduzido na sexta semana. Este exercício foi projetado para treinar a co-contração dos músculos flexores e extensores cervicais (Figura 7, Exercício 2). O exercício foi realizado sentado, com a cabeça mantida em uma posição anatomicamente neutra e uma mão colocada no lado da cabeça (mão direita para rotação à direita e mão esquerda para rotação à esquerda). Os participantes foram instruídos a girar a cabeça contra uma leve pressão criada pela mão. O exercício foi feito para ambos os lados, direito e esquerdo. A intensidade foi aumentada gradualmente criando resistência adicional com a mão. Os dois exercícios de condicionamento também foram usados para aquecer os músculos do pescoço.

*Figura 7: Exercícios de condicionamento para os flexores cervicais profundos e co-contração entre os músculos flexores cervicais e extensores do pescoço. À esquerda, exercício 1 e à direita, exercício 2.*



Fonte: Murray, 2015.

Em resumo, os exercícios específicos direcionados para fortalecimento dos músculos do pescoço e a co-contração dos flexores e extensores cervicais constituem uma estratégia eficaz no tratamento da dor crônica nessa região. Esses programas de treinamento, além de demonstrarem resultados promissores na redução da incidência e gravidade das dores cervicais, podem ser complementados pelo condicionamento cardiovascular, contribuindo para melhorar a resistência geral e aliviar o desconforto associado. Essa abordagem oferece aos pacientes uma estratégia completa para aprimorar sua qualidade de vida e bem-estar.

Estudos como o de Slade e Keaten (2006), bem como o de Choi *et al* (2010), concluem que o fortalecimento do tronco parece ser eficaz em comparação com a ausência de exercício.

Além desses, Dantas (*op cit*) explora que as dores na coluna cervical e lombar, constantes nas vidas de pilotos e mecânicos de voo, podem prejudicar as operações aéreas, mas que também podem ser combatidas oferecendo condições adequadas de prevenção e tratamento, baseado em um treinamento de força ou musculação. Há, assim, evidências de qualidade moderada de que programas de exercícios podem prevenir recorrências de dor nas costas. Além disso, Gasibat e Simbak (2017) apontaram também que exercícios de reabilitação encontrados em estudos anteriores foram considerados apropriados do que para controlar e aumentar a resistência dos músculos glúteos, impactando diretamente na percepção de dor e condicionamento para lombalgia entre pacientes.

Como os outros estudiosos, concluiu Unser (*op cit*) que quando os músculos TA e ML são priorizados na elaboração do programa de treinamento ou intervenção, eles desempenham um papel positivo no sucesso da redução dos escores de dor, independentemente do protocolo ou estilo de prática estudado.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As dores lombar e cervical emergem como preocupação de relevância incontestável no contexto da aviação de helicóptero, devido à complexidade das demandas físicas, posturais e biomecânicas que permeiam esta atividade profissional. Como abordado, a exposição prolongada dos pilotos e mecânicos de voo a fatores desencadeantes como vibrações, movimentos abruptos e posturas ergonômicas desafiadoras, como inclinações laterais e torções do tronco durante a operação das aeronaves, contribui substancialmente para a suscetibilidade a afeções dolorosas crônicas nas regiões lombar e cervical.

Esse estudo buscou aprofundar, por meio da revisão de pesquisas sobre o tema, estratégias de tratamento e prevenção para lesões na coluna cervical e lombar. Exercícios de natureza específica constituem, nesse contexto, um recurso de destaque na atuação preventiva. Programas de treinamento voltados para o fortalecimento das musculaturas paravertebrais, abdominais e cervicais demonstraram efeitos promissores no que tange à redução da incidência e à mitigação da gravidade das dores.

Importa destacar que a saúde física dos pilotos e mecânicos de voo tem implicações não apenas na qualidade de vida destes profissionais, mas também na segurança operacional, uma vez que dores lombares e cervicais podem afetar adversamente a capacidade de reação e discernimento durante situações críticas de voo. Portanto, a sinergia entre especialistas em saúde musculoesquelética e profissionais de condicionamento físico, com a elaboração de

programas de treinamento personalizados alinhados às necessidades individuais de cada tripulante, representa um componente essencial.

Em última instância, a aplicação de abordagens multidisciplinares que englobem a análise biomecânica, a otimização ergonômica e a preservação da saúde física pode contribuir substancialmente para a salvaguarda da integridade corporal e o aprimoramento do desempenho operacional, culminando, assim, na garantia da segurança e conforto durante as operações aéreas.

Mais estudos são necessários a fim de aprofundar o conhecimento existente na área, embora o presente estudo tenha atingido seu objetivo de apresentar relações entre a prática do exercício físico e a prevenção, bem como tratamento, de disfunções na coluna entre tripulações de asa rotativa. Novas pesquisas na área podem envolver a prescrição de treinamentos específicos às necessidades de tripulações de helicóptero, desenvolvendo enfoque principal em pilotos e tripulantes militares. O desenvolvimento de novas técnicas pode apresentar um futuro promissor no tratamento da lombalgia e das disfunções relacionadas à coluna, consolidando conhecimentos já adquiridos e incentivando novas descobertas na área.

## REFERÊNCIAS

- Anatomia e Fisiologia Animal: Coluna Vertebral.** Site Biologia Net, 2023. Disponível em: <https://www.biologianet.com/anatomia-fisiologia-animal/coluna-vertebral.htm>. Acesso em: 10/07/2023.
- BARACHO, Sabrina. **Preparação do casal para o parto.** Site Sabrina Baracho. Disponível em: <https://www.sabrinabaracho.com.br/2019/12/10/preparacao-do-casal-para-o-parto-2/>. Acesso em: 20/07/2023.
- BRAGA, Gerhard Waack. **Estudo da vibração de corpo inteiro em piloto de helicóptero Esquilo AS 350 L1.** Dissertação de Mestrado, UNESP, Guaratinguetá, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/97055>. Acesso em: 11/06/2023.
- CHOI, Brian Kolong et al. *Exercises for prevention of recurrences of low-back pain. Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2010. John Wiley & Sons. Disponível em: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD006555.pub2/full>. Acesso em: 24/08/2023.
- COSTA, Denilson; PALMA, Alexandre. **O efeito do treinamento contra resistência na síndrome da dor lombar.** Revista Portuguesa de Ciências do Desporto. v.5. n.2. p.224-234. 2005.
- CROSSFIT. **Planes of motion: body.** Site CROSSFIT, 2019. Disponível em: <https://shrturl.app/ugiY3z>. Acesso em: 10/07/2023.
- DANTAS, Sílvia Helena de Medeiros *et al.* **Incidência de dores e desconfortos em pilotos de asas rotativas da força aérea brasileira.** Coleção Pesquisa em Educação Física, Academia da Força Aérea e Universidade Metodista de Piracicaba. Várzea Paulista, 2015. Disponível em: <https://shorturl.at/cDFNY>. Acesso em: 10/06/2023.
- Exercise Guide.** Site Workout Lab, 2023. Disponível em: <https://workoutlabs.com/exercise-guide/plank/>. Acesso em: 20/08/2023.
- ESSER M. *Effects of Core Stability Training on Masters Swimmers.* (Efeitos do treinamento de de estabilidade do core em nadadores master). Sportverletz Sportschaden, v. 2. p.:93-102.. Junho, 2017.
- FERREIRA, Mayra Vieira. **A saúde do aeronavegante: vibração, ergonomia e lombalgia na tripulação de asas rotativas.** Trabalho de Conclusão de Curso, UNISUL, Palhoça, 2022. Disponível em: <https://shorturl.at/HNTV9>. Acesso em: 08/06/2023.
- FURTADO, Priscilla Rique. **Dor lombar em pilotos de caça da Força Aérea Brasileira: fatores correlacionados e efeitos de um protocolo de exercícios.** Dissertação de doutorado, UFRN, Natal, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/50122>. Acesso em: 13/07/2023.
- GASIBAT, Qais; SIMBAK, Nordin. (2017). Artigo. *Modified rehabilitation exercises to strengthen the gluteal muscles with a significant improvement in the lower back pain.* International Journal of Yoga, Physiotherapy and Physical Education. v2. n1. p.20-24, 2017.
- GOMES, Sâmara Raquel Alves. **Fatores associados à dor lombar em pilotos de aviões de caça da força aérea brasileira: estudo transversal.** Dissertação de Mestrado, UFRN, Natal, 2020. Disponível em: <https://shrturl.app/H6SsG8>. Acesso em: 15/07/2023.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e produção**. Revista, 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, p.420. 2005.

MANCIN, Gabriela Bazzo. *et al.* **Análise da influência do sedentarismo sobre a qualidade de vida de pacientes portadores de dor lombar crônica**. ConScientiae Saúde, vol. 7, núm. 4, 2008, pp. 441-448. Disponível em <https://www.redalyc.org/pdf/929/92911724005.pdf>. Acesso em: 01/08/2023.

MIRANDA, C. F. de L.; ZANACHI, J. A. **Treinamento funcional e sua utilização no tratamento da lombalgia**. ANAIS DO FÓRUM DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO UNIFUNEC, Santa Fé do Sul, São Paulo, v. 11, n. 11, 2020. Disponível em: <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/forum/article/view/4986>. Acesso em: 12/09/2023.

MURRAY, Mike *et al.* **Specific exercise training for reducing neck and shoulder pain among military helicopter pilots and crew members: a randomized controlled trial protocol**. BMC Musculoskelet Disorders. 2015.

NETTER, Frank H. **Netter Atlas De Anatomia Humana**. 5 ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2011.

NICOLINI, André Luis Silva. **Estudo da vibração nos assentos dos pilotos dos helicópteros Airbus AS-350 Esquilo**. Dissertação de Mestrado, UNITAU, Taubaté, 2019. Disponível em: <https://shorturl.at/bhp35>. Acesso em: 02/06/2023.

OAKES, Helen *et al.* **Recommending swimming to people with low back pain: A scoping review**. Artigo, 2023. Disponível em: <https://shrturl.app/ITGYHl>. Acesso em: 20/08/2023.

POCOVI, Natasha C. **Walking, Cycling, and Swimming for Nonspecific Low Back Pain: A Systematic Review With Meta-analysis**. (Caminhada, Ciclismo e Natação para Dor Lombar Não Específica: Uma Revisão Sistemática com Meta-Análise). Publicado em: *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. Disponível em: [www.jospt.org](http://www.jospt.org). Vol. 2. N. 2. p.85-99. 2022. Acessado em: 04/09/2023.

POLITO, M.D.; NETO, G. A. M.; LIRA, V. A.; **Componentes da aptidão física e sua influência sobre a prevalência de lombalgia**. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, p.35-40. Brasília, 2003. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-524717>. Acesso em: 02/06/2023.

SMITH, Jeanne A. *et al.* **Dynamic characteristics and human perception of vibration aboard a military propeller aircraft**. Biosciences and Protection Division Biomechanics Branch, 2007. Disponível em: <https://shrturl.app/MhIXcT>. Acessado em 12/07/2023.

SILVA, Gilvan Vasconcelos da *et al.* **Disfunção muscular e lombalgia em pilotos de helicóptero**. Revista: Fisioterapia Brasil, v. 6, n. 4, p. 281-289, 2005.

SLADE, Susan C.; KEATING, Jennifer L. **Trunk-Strengthening Exercises for Chronic Low Back Pain: A Systematic Review**. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, v. 29. n. 2. p.163-173, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2005.12.011>. Acesso em: 13/07/2023.

UNSER, Cassiano. **Estabilização segmentar lombar no treinamento de força: A musculação como ferramenta de controle de lombalgia**. Tese de Conclusão de Curso, UNISINOS, São Leopoldo, 2022. Disponível em: <https://shrturl.app/h22f9i>. Acesso em: 13/07/2023.