

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE ENSINO
CENTRO DE ESTUDOS DE POLÍTICA, ESTRATÉGIA E DOCTRINA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

CAP QOBM/Comb. **DIEGO** OTÁVIO RODRIGUES



**IMPACTOS DA VIBRAÇÃO E DA POSTURA NA COLUNA
VERTEBRAL DE PILOTOS DE HELICÓPTEROS DO CORPO DE
BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL (CBMDF) DURANTE
OPERAÇÕES AÉREAS**

**BRASÍLIA
2026**

CAP QOBM/Comb. **DIEGO** OTÁVIO RODRIGUES

**IMPACTOS DA VIBRAÇÃO E DA POSTURA NA COLUNA
VERTEBRAL DE PILOTOS DE HELICÓPTEROS DO CORPO DE
BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL (CBMDF) DURANTE
OPERAÇÕES AÉREAS**

Artigo científico apresentado ao Centro de Estudos de Política, Estratégia e Doutrina como requisito para conclusão do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Orientador: Ten-Cel. QOBM/Comb. **DANIEL** DE CARVALHO **OLIVEIRA** SANTOS

BRASÍLIA
2026

CAP QOBM/Comb. **DIEGO** OTÁVIO RODRIGUES

**IMPACTOS DA VIBRAÇÃO E DA POSTURA NA COLUNA VERTEBRAL DE
PILOTOS DE HELICÓPTEROS DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO
DISTRITO FEDERAL (CBMDF) DURANTE OPERAÇÕES AÉREAS**

Artigo científico apresentado ao Centro de Estudos de Política, Estratégia e Doutrina como requisito para conclusão do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

HUGO DA SILVA MELO – Ten-Cel. QOBM/Comb.
Presidente

MARIA CECÍLIA TOLENTINO ANDRADE – Maj. QOBM/Méd.
Membro

EMÍLIA BERNARDES DA SILVA – Ten-Cel. RRm. QOBM/Comb.
Membro

DANIEL DE CARVALHO OLIVEIRA SANTOS – Ten-Cel. QOBM/Comb.
Orientador

IMPACTOS DA VIBRAÇÃO E DA POSTURA NA COLUNA VERTEBRAL DE PILOTOS DE HELICÓPTEROS DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL (CBMDF) DURANTE OPERAÇÕES AÉREAS

RESUMO

Pilotos de helicópteros em operações aéreas estão expostos à vibração de corpo inteiro e a posturas características do voo, condições associadas a queixas musculoesqueléticas, especialmente na coluna vertebral. Este estudo teve como objetivo avaliar os impactos ocupacionais da vibração e da postura na coluna de pilotos de helicóptero do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF), visando subsidiar estratégias preventivas. Realizou-se o estudo em três etapas: (i) referencial teórico sobre a associação entre vibração e postura e a ocorrência de dor na coluna na aviação de asas rotativas; (ii) análise documental de manuais de voo das aeronaves do CBMDF, com comparação das frequências de operação do rotor principal com a faixa de frequência natural da coluna vertebral; e (iii) levantamento quantitativo censitário, por questionário on-line, com pilotos em escala e fora da escala, incluindo militares da reserva e da reforma, com análise descritiva. Os resultados indicam que as frequências de operação do rotor principal situam-se na mesma faixa de frequência natural da coluna vertebral, sugerindo potencial sobreposição e risco de ressonância. Observou-se elevada ocorrência de dor na coluna, com maior queixa na região lombar (90%), além de percepção de associação com a postura adotada durante o voo e tendência de piora ao longo da carreira. Conclui-se que a combinação entre vibração e exigências posturais no voo se relaciona a alta frequência de queixas na coluna, reforçando a necessidade de prevenção, monitoramento e intervenções institucionais.

Palavras-chave: coluna vertebral; piloto de helicóptero; postura; vibração de corpo inteiro.

IMPACTS OF VIBRATION AND POSTURE ON THE SPINAL COLUMN OF HELICOPTER PILOTS FROM THE MILITARY FIRE OF THE FEDERAL DISTRICT (CBMDF) DURING AERIAL OPERATIONS

ABSTRACT

Helicopter pilots in aerial operations are exposed to whole-body vibration and flight-specific postures, conditions associated with musculoskeletal complaints, particularly involving the spine. This study aimed to assess the occupational impacts of vibration and posture on the spine of helicopter pilots from the Federal District Military Fire Department (CBMDF), supporting preventive strategies. The study was conducted in three stages: (i) a theoretical framework on the association between vibration and posture and the occurrence of spinal pain in rotorcraft aviation; (ii) documentary analysis of CBMDF aircraft flight manuals, comparing main rotor operating frequencies with the spine's natural frequency range; and (iii) a census-based quantitative survey using an online questionnaire with on-roster and off-roster pilots, including reserve and retired personnel, with descriptive analysis. Findings indicate that main rotor operating frequencies fall within the same range as the spine's natural frequency, suggesting potential overlap and resonance risk. A high frequency of spinal pain was observed, with the lumbar region presenting the highest complaint rate (90%), along with a perceived association with flight posture and a tendency to worsen over the course of the career. The results support the need for institutional prevention, monitoring, and interventions to mitigate occupational risks.

Keywords: *spine; helicopter pilot; posture; whole-body vibration.*

1 INTRODUÇÃO

As operações aéreas com helicópteros são parte essencial da resposta do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF), envolvendo resgate, busca e salvamento, combate a incêndios e transporte aeromédico. Nesses cenários, os pilotos permanecem longos períodos em cabine, sob alta demanda atencional, expostos à vibração de corpo inteiro transmitida principalmente pelo assento e pelo conjunto piso e pedais, além de manter posturas sustentadas condicionadas pela ergonomia dos assentos e portando capacete.

A atividade de pilotos de helicópteros pode transmitir a impressão de ser simples e de depender apenas do treinamento técnico, quando, na realidade, envolve diversos fatores de risco e exige elevado preparo físico e psicológico. A rotina operacional é considerada cansativa, estressante e, em muitos casos, dolorosa em função das condições de trabalho. Durante os voos, o corpo do piloto é submetido a vibrações resultantes da ação dos rotores, que se propagam por diferentes pontos da aeronave e atingem diretamente o organismo do tripulante. Tais vibrações podem gerar desconforto generalizado e dores musculoesqueléticas, com destaque para a região da coluna, que é a mais afetada pela exposição prolongada (Casagrande; Hoflinger, 2019).

Este estudo tem como objetivo investigar os impactos ocupacionais causados pela vibração de corpo inteiro e pela postura adotada pelos pilotos durante as operações aéreas, com foco na coluna vertebral. A pergunta central que norteia a pesquisa é: Quais os impactos da vibração e da postura adotada durante os voos sobre a coluna vertebral dos pilotos de helicóptero do CBMDF, e como esses fatores contribuem para o surgimento ou agravamento de lesões musculoesqueléticas ao longo de suas carreiras operacionais?

A justificativa para a realização desta pesquisa fundamenta-se na relevância teórica e prática do tema para a saúde ocupacional de pilotos de helicóptero, tendo em vista que a integridade musculoesquelética desses profissionais é diretamente relacionada à manutenção da capacidade operacional e à redução de afastamentos. Do ponto de vista prático, os resultados podem subsidiar ações internas de prevenção

e monitoramento, com potencial aplicação em medidas de ergonomia e gestão do risco ocupacional.

Ainda que o CBMDF não seja regido pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), normas e referenciais técnicos amplamente utilizados no Brasil, como a NR-01 (Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais), NR-09 (Avaliação e Controle de Exposições Ocupacionais) e a NR-17 (Ergonomia) oferecem parâmetros relevantes para caracterização e mitigação de fatores de risco relacionados à vibração e às condições ergonômicas do trabalho, contribuindo para a formulação de estratégias institucionais de saúde e segurança.

A relevância da pesquisa também se alinha às diretrizes do Planejamento Estratégico 2025–2030 do CBMDF, que visa impulsionar a qualidade de vida dos bombeiros militares e fortalecer a cultura institucional voltada à saúde, à prevenção e à valorização do profissional da aviação. Além disso, a investigação contribuirá para as políticas de saúde ocupacional da Corporação, auxiliando na implementação de medidas preventivas e melhorando as condições de trabalho dos pilotos de helicóptero.

O objetivo geral deste estudo é avaliar os impactos da vibração de corpo inteiro e das posturas adotadas durante as operações aéreas sobre a coluna vertebral dos pilotos de helicóptero do CBMDF, considerando suas repercussões na saúde musculoesquelética ao longo da carreira operacional., com o intuito de propor estratégias para a prevenção e melhoria das condições de saúde ocupacional desses profissionais. Para isso, os objetivos específicos são: (1) Analisar, à luz da literatura científica e das normas técnicas, os efeitos da vibração de corpo inteiro e das posturas de voo sobre a coluna vertebral de pilotos de helicóptero; (2) Comparar as frequências de rotação do rotor principal das aeronaves operadas pelo CBMDF com as faixas de frequência natural da coluna vertebral, a fim de identificar potenciais sobreposições e riscos de ressonância; (3) Identificar e analisar a ocorrência, a localização e a intensidade de dores na coluna vertebral dos pilotos de helicóptero do CBMDF, bem como suas repercussões no desempenho operacional, no uso de medicação e na ocorrência de afastamentos relacionados à atividade aérea.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 A Aviação de Asas Rotativas no CBMDF: Uma Breve Análise da Criação Até os Dias Atuais

A atividade de resgate aéreo com aeronaves de asas rotativas no CBMDF teve início em 1996, quando as aeronaves da Seção de Helicópteros (SecHel), então vinculada à Secretaria de Segurança Pública do Distrito Federal (SSPDF), foram redistribuídas entre os órgãos de segurança pública. A aeronave Carcará 01 foi destinada ao CBMDF e, em dezembro do mesmo ano, rebatizada como Resgate 01, marcando o início das operações aéreas próprias da Corporação (Melo, 2021).

Em 2005, o CBMDF recebeu sua segunda aeronave de asas rotativas, o modelo EC 135 T2, designado Resgate 03. Trata-se de um helicóptero biturbina amplamente utilizado no serviço aeromédico em todo o mundo, o que representou um avanço significativo nas operações de resgate, especialmente em missões de transporte aeromédico (Melo, 2021).

Ao longo dos anos, a frota passou por transformações importantes, tanto pela aquisição de novas aeronaves quanto pela perda de outras em acidentes durante missões operacionais. Em agosto de 2007, a Corporação enfrentou a perda do Resgate 01, em um acidente ocorrido durante uma operação com carga externa, resultando no falecimento de três tripulantes (Melo, 2021).

Em 2008, foi incorporado à frota o Resgate 02, modelo AS350B2, onde atuou por 12 anos. Em julho de 2020, essa aeronave também foi perdida em um acidente operacional. Ainda em 2020, o CBMDF recebeu o EC 130 B4, denominado Resgate 04, e, mais recentemente, em 2024, o AS350B3e (H125), batizado como Resgate 08.

Atualmente, a frota de asas rotativas do 1º Esquadrão de Aviação Operacional (1º ESAV) é composta por três aeronaves em operação: o EC 135 T2 (Resgate 03), o EC 130 B4 (Resgate 04) e o AS 350 B3e (Resgate 08).

Conforme Portela (2008), as atribuições do CBMDF são amplas e voltadas à proteção da sociedade, oferecendo atendimento emergencial em situações críticas que envolvem tanto o indivíduo quanto o patrimônio e o meio ambiente. Para o cumprimento eficaz dessas missões, é essencial que a Corporação disponha de recursos humanos e materiais de alta qualidade, assegurando uma resposta eficiente às demandas operacionais. Nesse contexto, as operações aéreas se consolidam como componente estratégico da estrutura de resposta do CBMDF, exigindo não apenas capacitação técnica, mas também atenção constante à saúde e à segurança de seus tripulantes.

2.1.2 A Carreira dos Pilotos de Helicóptero no CBMDF: Desafios de Saúde Ocupacional e Preservação Funcional

A carreira dos pilotos de helicóptero do CBMDF apresenta uma característica singular, diferentemente da estrutura adotada pela Força Aérea Brasileira, esses profissionais permanecem em atividade aérea até os postos mais elevados da hierarquia, como tenente-coronel e coronel. Essa permanência prolongada constitui, simultaneamente, um diferencial e um desafio, uma vez que requer a manutenção contínua da aptidão física e mental ao longo de toda a trajetória profissional.

Atualmente, a Corporação conta com 19 pilotos de helicóptero na escala operacional (12 comandantes de aeronave e 7 copilotos), conforme contido em processo do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) (CBMDF, 2025a). Contudo, trata-se de uma mão de obra limitada e altamente especializada, cuja formação demanda tempo prolongado, elevado investimento e experiência acumulada em treinamentos específicos.

Além disso, mês a mês o número de pilotos disponíveis para a escala varia. Isso ocorre devido a alguns fatores, como: afastamentos legais; assunção de função incompatível com a escala de piloto; problema na renovação de Certificado Médico Aeronáutico (CMA) ou na renovação de habilitação (Melo, 2021).

Manter esse efetivo plenamente operacional requer acompanhamento constante da aptidão física e mental dos profissionais, já que o afastamento de um único piloto por problemas de saúde pode sobrecarregar os demais integrantes da

equipe, que passam a assumir maior carga de missões. Essa redistribuição de serviços impacta tanto a qualidade de vida dos pilotos remanescentes quanto a eficiência das operações aéreas. Assim, preservar a integridade funcional de cada profissional torna-se fundamental para assegurar a continuidade e a segurança do serviço prestado.

A preocupação com a preservação da saúde integra também as diretrizes institucionais de segurança de voo, compreendendo como requisito essencial para a continuidade das missões aéreas. O Manual de Operações do 1º ESAV atribui ao Gerente de Segurança Operacional (GSO) a responsabilidade de buscar a manutenção dos padrões psicofisiológicos dos aeronavegantes, com o objetivo de propiciar maior segurança nas operações e minimizar afastamentos prematuros destes profissionais (CBMDF, 2023).

Além das normas internas, a aviação do CBMDF está sujeita às regulamentações da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), notadamente ao Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 67, que define os requisitos médicos para a concessão e renovação do CMA, documento indispensável para a renovação das habilitações de piloto. O regulamento determina que o CMA de 1ª classe deve ser renovado anualmente, de modo a assegurar que os tripulantes mantenham as condições psicofisiológicas adequadas ao exercício da atividade aérea. O cumprimento desses requisitos é, portanto, fundamental não apenas para a segurança das operações, mas também para a preservação da saúde dos profissionais (ANAC, 2012).

A análise dos registros administrativos do Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), organizada pelo Observatório Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho, revela que, no período de 2012 a 2024, a dorsalgia (dor nas costas) foi a principal causa de concessões de auxílio-doença por acidente de trabalho (código B91) em todo o país. Isso destaca a dor na coluna como um fator de grande preocupação em relação aos afastamentos de trabalhadores em nível nacional (Observatório Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho, 2025).

Em consonância, o Ministério da Saúde, por meio de suas diretrizes sobre saúde do trabalhador, reconhece que atividades caracterizadas por esforço físico

intenso, posturas estáticas prolongadas e exposição a vibração estão associadas ao desenvolvimento de lombalgias, hérnias discais e limitações funcionais. Essas condições integram os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT), classificados como uma das principais causas de afastamento e perda de capacidade funcional em atividades operacionais (Brasil, 2001).

Além das estatísticas relacionadas à saúde da coluna vertebral, o item 67.95 do RBAC nº 67 estabelece diretrizes específicas sobre as condições osteoarticulares dos tripulantes. Segundo essa normativa, o piloto não pode apresentar doenças ativas no sistema musculoesquelético, sequelas funcionais significativas, deformidades sintomáticas da coluna (como escolioses e cifoses) ou hérnias discais com sintomatologia neurológica. Caso o piloto se enquadre nessas condições, ele será reprovado na obtenção ou renovação do CMA, impedindo sua continuidade na atividade aérea (ANAC, 2012).

Esse quadro destaca a necessidade urgente de foco no tratamento e prevenção de doenças relacionadas à coluna, com o objetivo de mitigar as possíveis baixas e os impactos no desempenho profissional. Para os pilotos de helicóptero, em particular, estratégias eficazes de prevenção e cuidado com a saúde musculoesquelética são fundamentais para evitar afastamentos prolongados, garantindo assim a continuidade das operações e o bem-estar dos profissionais.

2.1.3 Fatores Contribuintes para Distúrbios na Coluna Vertebral em Pilotos de Helicóptero

Os helicópteros, por serem máquinas complexas compostas por diversos sistemas rotativos, estão sujeitos à influência de múltiplas condições externas, como variações de temperatura, pressão atmosférica e vento. Esses fatores, somados à atuação do rotor principal, do rotor de cauda e do motor, produzem vibrações contínuas que se propagam pela estrutura da aeronave e são transmitidas à tripulação por meio das superfícies de contato, como piso e assentos (Kasin *et al.*, 2011).

A ISO 2631-1 (1997), que estabelece os parâmetros internacionais para a avaliação da vibração de corpo inteiro, demonstra associação direta entre a exposição

prolongada à vibração e o desenvolvimento de distúrbios musculoesqueléticos, especialmente os que acometem a coluna vertebral. De acordo com essa norma, a vibração contínua pode agravar dores lombares e lesões nos discos intervertebrais, sendo um agente físico de risco relevante em ocupações que envolvem longos períodos de exposição (ISO, 1997).

A NR-17, que trata da ergonomia no trabalho, estabelece que as condições laborais devem ser ajustadas às características psicofisiológicas dos trabalhadores, visando à prevenção de lesões relacionadas a posturas inadequadas, esforços repetitivos e à exposição contínua a vibrações (Brasil, 2022).

De acordo com o item 17.4.3 da NR-17, medidas preventivas devem ser implementadas a partir da avaliação ergonômica preliminar ou da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), para evitar que os trabalhadores sejam expostos de forma contínua e repetitiva a posturas extremas ou nocivas, bem como à vibração. Embora o CBMDF não seja diretamente regido por essa norma, ela é de extrema relevância, pois aplica-se a todos os trabalhadores regidos pela CLT, tanto do setor privado quanto público, e pode servir de base para a prevenção de lesões nos pilotos de helicóptero, que, em sua rotina, ficam expostos tanto à vibração quanto a posturas fixas por longos períodos durante os voos (Brasil, 2022)

Além disso, o Anexo I da NR-09, que trata da avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, incluindo a vibração mecânica, reforça a importância de considerar, no processo de eliminação ou redução dos riscos relacionados à vibração, não apenas os níveis de exposição à vibração, mas também os esforços físicos e os aspectos posturais dos trabalhadores. O item 3.1.1 do anexo destaca que a postura é um fator crucial a ser considerado ao avaliar o impacto da vibração, uma vez que esforços físicos e posturas inadequadas podem agravar ainda mais os efeitos da vibração na saúde (Brasil, 2020).

A exposição à vibração de corpo inteiro tem sido associada ao desenvolvimento de diversas doenças, incluindo musculoesqueléticas e neurológicas. Entre os distúrbios mais comuns, destacam-se a dor lombar e outras patologias da coluna vertebral, especialmente entre indivíduos expostos a esse tipo de vibração em ambientes ocupacionais e militares. Em relação aos militares, há relação entre

alterações degenerativas cervicais e lombares com as horas de voo acumuladas em helicópteros (Patterson, 2021).

De forma semelhante, Pereira (2005) observa que a vibração contínua pode causar fadiga, insônia e dor de cabeça após ou durante as exposições. O autor destaca que, em pesquisas com motoristas de ônibus e caminhões, foi observado que essa exposição pode contribuir significativamente para o surgimento de problemas na coluna, como dores musculares e lesões. Além disso, os efeitos adversos da vibração são frequentemente agravados por posturas inadequadas e outros fatores, como hábitos alimentares e a natureza das atividades realizadas, tornando esses distúrbios mais recorrentes entre profissionais expostos a essas condições.

Em escala internacional, Forças Aéreas de países como Israel, Suécia e Inglaterra reconhecem a lombalgia como um dos principais problemas de saúde entre aviadores, destacando que a dor pode atingir intensidade suficiente para comprometer a segurança de voo (Dantas *et al.*, 2015).

A literatura reforça que, na aviação de asas rotativas, a postura sentada mantida por longos períodos e a exposição a vibrações contínuas constituem fatores determinantes para o surgimento de dores lombares e cervicais. Aspectos como a ergonomia dos assentos e a intensidade das vibrações são elementos críticos para a preservação da saúde e do desempenho operacional dos pilotos, sobretudo em contextos militares (Vianna, 2023).

Dessa forma, evidencia-se que a exposição vibratória e as posturas operacionais adotadas durante o voo configuram-se como os principais fatores contribuintes para o desenvolvimento de distúrbios da coluna vertebral em pilotos de helicóptero. As normas técnicas e a literatura científica convergem ao apontar que esses elementos, quando presentes de forma prolongada, potencializam os efeitos nocivos sobre as regiões lombar e cervical, resultando em dor, degeneração discal e redução funcional. O reconhecimento desses fatores de risco no ambiente operacional do CBMDF é, portanto, indispensável para orientar políticas de prevenção, promover a saúde ocupacional e garantir a continuidade segura das missões aéreas.

2.1.4 Vibração de Corpo Inteiro em Helicópteros: Impactos na Coluna Vertebral

A vibração caracteriza-se como o movimento oscilatório de um corpo em torno de uma posição de equilíbrio, produzido por forças externas que geram ondas mecânicas nas estruturas. No ambiente ocupacional, interessa aqui a vibração de corpo inteiro, entendida como a exposição em que o estímulo vibratório alcança o organismo por grandes superfícies de contato (sobretudo assento, piso e encosto) envolvendo o corpo como um todo durante a atividade (Braga, 2012). Em pilotos de helicóptero, essa forma de exposição é predominante, dado o contato prolongado com as superfícies da cabine ao longo do voo (Oliveira, 2010).

Do ponto de vista biodinâmico, o organismo não responde de forma uniforme à vibração: por suas propriedades mecânicas, diferentes segmentos corporais possuem frequências naturais próprias, o que explica a variabilidade regional e individual na resposta aos estímulos (Wachowicz, 2013).

Segundo Oliveira (2010), a coluna vertebral possui uma frequência natural de vibração entre 4 e 8 Hz ou entre 240 e 480 rotações por minuto (RPM). Na literatura internacional, Balbinot e Tamagna (2002, *apud* Pereira, 2005) indicam a mesma faixa de 4 a 8 Hz para a frequência da coluna, reforçando a convergência de achados entre diferentes contextos de pesquisa.

Aplicada ao contexto dos helicópteros, a rotação do rotor principal em muitas aeronaves de asa rotativa situa-se justamente no intervalo de 4 a 8 Hz (240–480 RPM), coincidindo com a faixa de vibração natural da coluna vertebral. Essa sobreposição de frequências de faixas semelhantes favorece a amplificação das acelerações, gerando o fenômeno da ressonância, que atingem as estruturas vertebrais e, em postura sentada, intensifica cargas compressivas sobre discos intervertebrais. (Oliveira, 2010).

A definição clara de vibração de corpo inteiro, a identificação da faixa de 4 a 8 Hz como frequência natural da coluna e a geração de ressonância estabelecem o nexos que sustenta a análise de risco em helicópteros, reforçando a necessidade de monitoramento da exposição, de protocolos de prevenção e de medidas de controle que considerem a coincidência entre as frequências do rotor e da coluna.

2.1.5 Posturas em Voo de Helicópteros: Impactos na Coluna Vertebral

A postura inadequada, assim como a repetitividade, o levantamento de peso e o ritmo excessivo de trabalho, é considerada um fator de risco ergonômico, pois pode interferir nas condições psicofisiológicas do trabalhador, gerando desconforto ou comprometendo sua saúde. A adequação ergonômica das organizações, nesse sentido, visa compatibilizar o posto de trabalho com as capacidades físicas e mentais do indivíduo, diminuindo a fadiga, reduzindo esforços e prevenindo acidentes laborais (Brasil, 2022).

A postura configura-se como um arranjo dinâmico no qual os segmentos corporais, especialmente a musculatura esquelética, ajustam-se continuamente aos estímulos da tarefa e do ambiente; na posição sentada, a carga é suportada principalmente pelas tuberosidades isquiáticas e pelos tecidos moles adjacentes. À luz dessas características, o modelo biomecânico da coluna humana não é otimizado para permanências prolongadas nessa posição, para a manutenção de posturas estáticas ou para a realização repetitiva de movimentos, condições que favorecem desconforto e sobrecarga (Caromano *et al.*, 2015).

No caso dos pilotos de helicóptero, além de permanecerem sentados eles adotam posições particulares. A literatura evidencia que a postura adotada pelos pilotos durante o voo é marcada por exigências ergonômicas desfavoráveis, que comprometem diretamente a saúde musculoesquelética desses profissionais, conforme descrito de forma detalhada a seguir:

Para controlar o comando coletivo, o piloto é obrigado muitas vezes a inclinar-se para frente ou para os lados principalmente para à esquerda. A mão esquerda que aciona o coletivo está meio dobrada. O braço direito que aciona o comando cíclico é dobrado até o nível do cotovelo, formando quase um ângulo reto. Em consequência, também, o piloto curva-se sobre o comando cíclico, para compensar o desconforto, tendo como resultado a posição da coluna vertebral torácica e parte da lombar afastada do assento. No intuito de manter seu campo visual acima do painel de instrumentos, o piloto mantém sua cabeça levemente inclinada para cima, inclinando a coluna cervical para trás. Isto acontece principalmente com pilotos de estatura baixa. Os pés se apoiam sobre os pedais que comanda o rotor de cauda, com as pernas e as coxas levemente flexionadas. O joelho fica sob tensão e a manutenção desta postura por longos períodos leva à fadiga. Esta posição sentada é rígida e assimétrica e o piloto é obrigado a permanecer nela enquanto durar o voo. E provavelmente seja esse constante estado de tensão assimétrica da musculatura e das articulações que, sob vibração, produz as algias da coluna vertebral dos pilotos de helicóptero. Braga (2012, p 51).

Ferreira (2022) ressalta que a expressão “corcunda de helicóptero” ou “*helicopter hunch*” originou-se devido à postura mencionada anteriormente, adotada pelos pilotos durante o voo. Para alcançar os comandos da aeronave e garantir uma visibilidade adequada, os pilotos são obrigados a manter uma posição anormal, o que resulta em desconforto e sobrecarga postural.

Essa posição restritiva limita o movimento lateral da cabeça e aumenta a cifose torácica e lombar, deslocando o centro de massa para a frente, o que demanda compensação por meio de uma extensão cervical. Além disso, o estresse postural não apenas provoca desconforto muscular, mas também contribui para o aumento da carga de trabalho percebida pelos pilotos, com queixas intensas na região cervical e na parte superior das costas, particularmente quando o capacete é utilizado (Le *et al.*, 2021).

Adicionalmente, o ambiente da cabine do helicóptero apresenta desafios visuais e auditivos que exacerbam as dificuldades posturais. Fatores como brilho inadequado nas telas, vibrações do painel e a necessidade de identificar pontos de referência em condições de iluminação deficiente exigem constante adaptação da atenção do piloto. Esses estímulos visuais, combinados com a sobrecarga cognitiva, podem prejudicar o desempenho das tarefas, tornando a operação mais difícil e exigente. Quando essas dificuldades são aliadas ao esforço físico para sustentar a postura inadequada durante longos períodos, o estresse postural se torna um fator crítico. Esse estresse não só compromete a saúde dos pilotos, mas também impacta negativamente a eficácia e segurança das missões (Le *et al.*, 2021).

Dessa forma, os pilotos de helicópteros CBMDF enfrentam esse fator adicional de estresse postural devido ao uso obrigatório do capacete, que é um Equipamento de Proteção Individual (EPI) essencial para a segurança. Além disso, por mais que a utilização do capacete gere desconforto e seja um desafio para compensação postural, ele desempenha um papel crucial na proteção contra impactos com aves (*bird strikes*), conforme boletim de informação de segurança emitido pela Agência Europeia para a Segurança da Aviação (EASA, 2021).

2.2 Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas distintas, cada uma com objetivos e procedimentos específicos voltados à análise dos fatores que podem influenciar a saúde musculoesquelética dos pilotos de helicóptero do CBMDF. Adotou-se uma abordagem predominantemente quantitativa, estruturada de forma a responder à questão central do estudo: como a vibração de corpo inteiro e as posturas assumidas durante o voo afetam a coluna vertebral desses profissionais. As etapas metodológicas, bem como os métodos e técnicas empregados, são descritos a seguir.

2.2.1 Referencial Teórico

A primeira etapa do estudo consistiu em uma revisão de literatura, com o objetivo de mapear as principais causas associadas ao surgimento de problemas na coluna vertebral de pilotos de helicóptero, com ênfase na vibração de corpo inteiro e nas posturas adotadas durante os voos.

A revisão abrangeu artigos científicos, trabalhos de conclusão de cursos, normas regulamentadoras e relatórios técnicos que discutem os efeitos ocupacionais da vibração e da ergonomia em aeronaves, especialmente no contexto da aviação de helicópteros. Além disso, foram consideradas outras literaturas que, embora não diretamente relacionadas à aviação, documentavam como vibração e postura afetam a coluna vertebral.

Para realizar esta revisão, foram utilizadas técnicas de análise documental e análise de conteúdo. A primeira, baseada em fontes secundárias localizadas em bases de dados como PubMed e Google Acadêmico, utilizando o DeepL Translate como ferramenta acessória para a tradução de textos. A segunda, aplicada à identificação de padrões, categorias e temas recorrentes nos estudos revisados. O objetivo foi produzir uma síntese descritiva que ajudasse a construir uma base teórica sólida.

2.2.2 Análise da Frequência Emitida Pelo Rotor Principal dos Helicópteros do CBMDF

Realizou-se um estudo documental do manual de voo das aeronaves operadas pelo CBMDF. Foram incluídos todos os helicópteros que integraram ou integram a

frota: Resgate 01, Resgate 02, Resgate 03, Resgate 04 e Resgate 08.

Para cada aeronave, registraram-se as RPM do rotor principal na faixa de operação normal, conforme preconizado pela fabricante. Como a literatura reporta as faixas naturais de vibração da coluna vertebral em hertz (Hz), efetuou-se a conversão da frequência em RPM para Hz pela relação:

$$Hz = \frac{RPM}{60}$$

As frequências resultantes foram então comparadas às faixas da coluna vertebral. Os resultados foram organizados em tabelas por aeronave, com o objetivo de identificar sobreposições indicativas de potencial ressonância.

A análise manteve-se estritamente teórica, pois a Corporação não dispõe de instrumentação específica para medição de vibração em assentos. Assim, as inferências restringiram-se à compatibilidade de frequências, não abrangendo dose de exposição em tempo real, influência de outras fontes vibratórias ou transmissibilidade pelo assento.

2.2.3 Pesquisa Quantitativa com Pilotos de Helicóptero do CBMDF

A terceira etapa consistiu em uma pesquisa de campo quantitativa, realizada por meio de questionário estruturado on-line (Google Forms). O instrumento foi elaborado e validado pelo corpo técnico do CBMDF, por meio de Ata de Aprovação do Questionário, formalizada no SEI, composta por piloto, copiloto, médico do trabalho e fisioterapeuta (CBMDF, 2025b).

Esse questionário foi direcionado especificamente aos pilotos de helicóptero da Corporação, com o propósito de compreender, de forma particular, as condições de saúde desses profissionais. A aplicação do questionário foi realizada pelo autor do estudo, garantindo anonimato e confidencialidade.

O questionário teve como objetivo identificar a presença e a intensidade de dor na coluna nas diferentes fases do voo (antes, durante e após), além de mapear as regiões mais afetadas, registrar informações ocupacionais pertinentes e verificar como as dores podem impactar no serviço operacional dos pilotos de helicóptero. A coleta

de dados ocorreu entre os dias 13 e 23 de outubro de 2025, e o instrumento completo encontra-se disponível no Apêndice A – Questionário de Avaliação de Dor na Coluna.

A pesquisa foi estruturada em dois estratos com a utilização do mesmo questionário. Em ambos, todos os pilotos da população-alvo participaram do estudo. No primeiro, referente aos pilotos em escala operacional de piloto de helicóptero à época da coleta, adotou-se abordagem censitária: foram considerados todos os pilotos que constavam em escala, conforme informação do comando do 1º ESAV, formalizada no SEI (CBMDF, 2025a). Todos os elegíveis participaram e responderam ao questionário, totalizando 19 respostas, sendo 12 de comandantes e 7 de copilotos.

No segundo estrato, composto por pilotos fora da escala (veteranos e ativos fora de escala), também se realizou abordagem censitária: o questionário foi encaminhado a todos os elegíveis e foi respondido por todos os que o receberam, resultando em 21 respostas. Registra-se que não foi encaminhado o questionário a um piloto em dispensa médica, conforme o quadro de afastamentos e impedimentos do Sistema Brado do CBMDF (CBMDF, 2025c). Foram considerados elegíveis os profissionais que atuaram como pilotos de helicóptero do CBMDF a partir de 1996, ano em que o serviço aéreo da Corporação se tornou independente, conforme informação do comando do 1º ESAV, formalizada no SEI (CBMDF, 2025a).

Quanto ao tratamento e à análise dos dados, procedeu-se exclusivamente à estatística descritiva, uma vez que o estudo abrangeu a totalidade da população elegível (não houve amostragem). Utilizou-se o Microsoft Excel (versão 2010) para organizar e consolidar os dados, bem como para elaborar tabelas e gráficos destinados à apresentação clara e eficiente dos resultados.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Análise da Frequência da Rotação do Rotor Principal dos Helicópteros do CBMDF

Na presente análise, a faixa de operação em RPM das aeronaves do CBMDF foi convertida para Hz, conforme a fórmula apresentada na metodologia e apresentado no Quadro 1. Para todas as aeronaves, os valores de RPM estão descritos nos

manuals operacionais, com exceção do Resgate 03, que apresenta uma configuração diferente. Nesta aeronave, 100% da RPM equivale a 395, e a faixa operacional varia entre 97% e 104%, o que corresponde a uma faixa de 383 a 411 RPM.

Quadro 1 – Faixa de operação normal das aeronaves do CBMDF

Aeronave	Faixa de Operação Normal (RPM)	Faixa de Operação Normal (Hz) $Hz = \frac{RPM}{60}$	Referência
Resgate 01	375 a 394	6,25 a 6,57	Anexo A
Resgate 02	375 a 394	6,25 a 6,57	Anexo A
Resgate 03	383 a 411	6,38 a 6,85	Anexo B
Resgate 04	375 a 405	6,25 a 6,75	Anexo C
Resgate 08	375 a 405	6,25 a 6,75	Anexo D

Fonte: Elaboração própria.

Ao realizar a conversão para Hz, observou-se que os valores encontrados se situam em torno de 6 Hz, o que está dentro da faixa de frequência natural da coluna vertebral, que, conforme o referencial teórico, varia entre 4 a 8 Hz. Este alinhamento de frequências sugere a possibilidade de sobreposição de frequências idênticas, o que pode gerar ressonância e potencializar o desgaste na coluna vertebral dos ocupantes.

2.3.2 Análise do Questionário

Conforme confirmado na revisão de literatura, pilotos de helicóptero são expostos concomitantemente à vibração de corpo inteiro e a posturas assimétricas durante o voo. Para verificar a materialização desses efeitos no contexto do CBMDF, analisaram-se as respostas dos pilotos, diferenciando-se quem está na escala operacional daqueles que já exerceram a função. O foco do presente estudo recai sobre os pilotos em escala, por serem o alvo direto de intervenção laboral. Entretanto, os relatos de quem já esteve na função corroboram o histórico de exposição e ajudam a qualificar as conclusões.

Além disso, embora os relatos de quem não está na escala possam ser úteis como parte da história clínica, sua confiabilidade deve ser interpretada com cautela, especialmente considerando que pacientes podem apresentar déficits nas funções de memória que influenciam a precisão da recordação (Sleutjes, 2011).

2.3.3 Função e Perfil dos Pilotos

Os pilotos de helicóptero que estão na escala apresentam dois perfis distintos, mas complementares, conforme descrito no Quadro 2. Os comandantes possuem elevado tempo na aviação e são todos oficiais superiores. Além de assumirem elevada responsabilidade operacional, reúnem maior idade e acúmulo de exposição: concentram-se entre 35–54 anos, 66% têm ≥ 10 anos de aviação e 75% somam ≥ 701 horas de voo (os demais, 501–700 h).

Esse conjunto aumenta a probabilidade de dor associada à permanência sentada e à vibração típica do helicóptero, sugerindo atenção especial a esse grupo no curto prazo.

Quadro 2 – Função e perfil dos pilotos (na escala)

Função	Posto	Distribuição de Idade	Experiência em Aviação	Horas de Voo
Comandantes (63%)	100% Oficiais Superiores	42% entre 45–54 anos 58% entre 35–44 anos	66% ≥ 10 anos 25% entre 7–9 anos 9% entre 4–6 anos	75% ≥ 701h 25% entre 501–700h
Copilotos (37%)	43% Oficiais Superiores 14% Oficiais Intermediários 43% Oficiais Subalternos	71% entre 35–44 anos 29% entre 25–34 anos	14% entre 7–9 anos 14% entre 4–6 anos 72% com até 3 anos	29% entre 301–500h 29% entre 150–300h 42% com menos de 150h

Fonte: Elaboração própria.

Por outro lado, os copilotos, que são em sua maioria mais jovens (com idades entre 25 e 44 anos), estão em um estágio inicial de suas carreiras, com 72% acumulando até 3 anos de experiência e a maioria com menos de 300 horas de voo. De acordo com Cruz (2005), a dor na coluna geralmente se manifesta após 300 horas de voo. Entretanto, pilotos com deformidades na coluna apresentam sintomas mais precocemente, entre 50 e 100 horas de voo. Esses dois estágios são fundamentais, pois representam uma oportunidade crucial para adotar medidas preventivas, evitando o surgimento da dor e contribuindo para a manutenção de uma carreira prolongada e com qualidade.

Ao analisar os pilotos que já fizeram parte da escala operacional, conforme a Quadro 3, observa-se que todos pertencem ao posto de oficiais superiores, o que revela um padrão de permanência prolongada na carreira de piloto de helicóptero.

Essa constatação evidencia a estrutura da carreira, onde os pilotos permanecem por muitos anos na rotina operacional, acumulando experiência significativa e horas de voo ao longo de suas trajetórias.

Quadro 3 – Função e perfil dos pilotos (fora da escala)

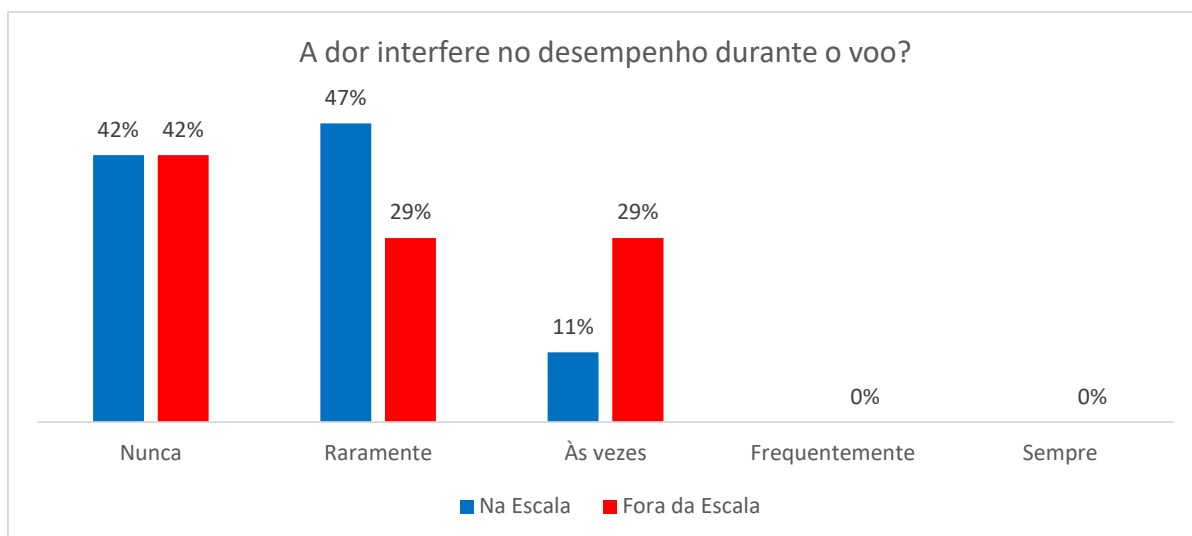
Função	Posto	Distribuição de Idade	Experiência em Aviação	Horas de Voo
Comandantes (76%)	100% Oficiais Superiores	25% ≥ 55 anos 70% entre 45–54 anos 5% entre 35–44 anos	100% ≥ 10 anos	100% ≥ 701h
Copilotos (24%)	100% Oficiais Superiores	60% entre 45–54 anos 40% entre 35–44 anos	20% entre 7–9 anos 80% entre 4–6 anos	20% entre 501–700h 60% entre 301–500h 20% entre 150–300h

Fonte: Elaboração própria.

2.3.4 Dor na Coluna e o Desempenho do Voo

A respeito da relação entre a interferência no desempenho do voo devido à dor na coluna, a Figura 1 expressa os resultados encontrados. Para a maioria dos pilotos na escala, a dor raramente interfere no desempenho durante o voo, com 47% dos entrevistados relatando essa percepção; 42% dos pilotos indicaram que a dor nunca interfere em seu desempenho. A maioria dos pilotos não sente que a dor afeta suas atividades operacionais. Apenas 11% dos pilotos na escala mencionaram que a dor às vezes interfere em seu desempenho.

Figura 1 – Relação entre desempenho do voo e dor na coluna



Fonte: Elaboração própria.

Entre os pilotos fora da escala, a situação é semelhante, com 42% relatando que a dor nunca interfere no desempenho. No entanto, uma diferença notável é que 29% dos pilotos fora da escala disseram que a dor às vezes interfere no desempenho, comparado a apenas 11% dos pilotos da escala. Além disso, 29% indicaram que a dor raramente interfere, sugerindo que os pilotos fora da escala operaram aeronaves que apresentavam níveis mais elevados de desconforto.

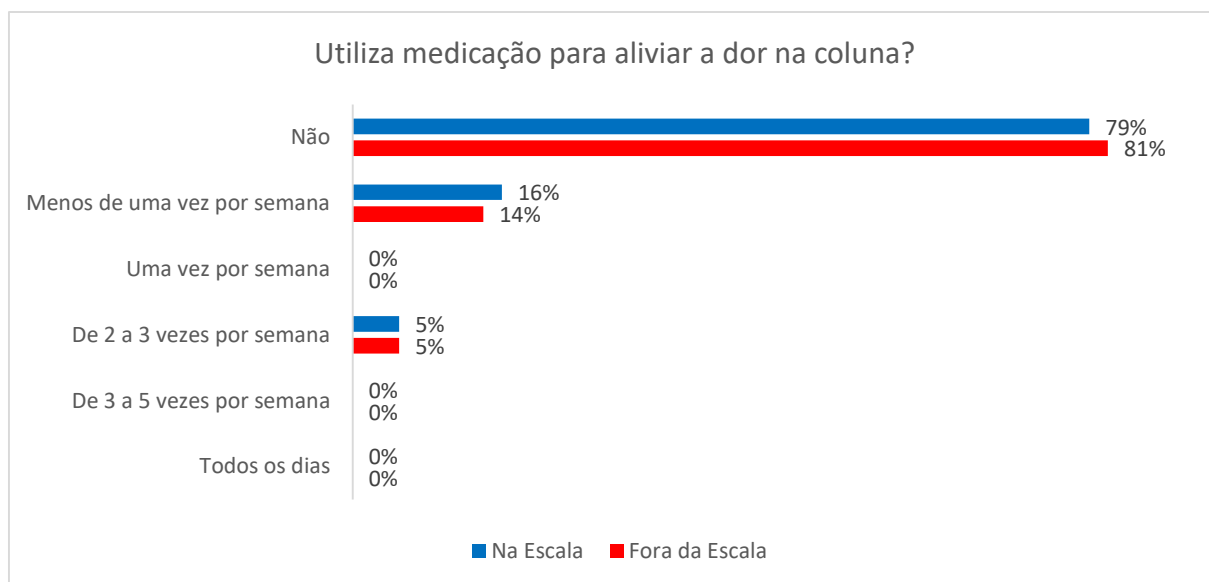
Embora a dor tenha sido mencionada como raramente ou às vezes interferindo no desempenho, é fundamental destacar que a aviação se firma no princípio da máxima segurança. Qualquer interferência, mesmo que considerada rara ou ocasional, pode comprometer a segurança operacional e o desempenho do piloto. Portanto, minimizar ao máximo essas interferências é essencial para garantir que os pilotos operem em condições ideais, sem que a dor ou o desconforto interfiram em sua capacidade de realizar as missões com segurança e eficiência.

2.3.5 Utilização de Medicação e Afastamentos Relacionados à Dor na Coluna

Em relação ao uso de medicação para aliviar a dor na coluna, os dados apresentados na Figura 2 mostram que, embora a maioria dos pilotos da escala (79%) não utilize medicação para tratar dores, 21% dos pilotos indicaram que utilizam medicação para a coluna, seja ocasionalmente ou em uma frequência grande de 2 a 3 vezes por semana. Esse dado sugere que, embora a utilização de medicação não

seja frequente para a maioria, uma parcela significativa dos pilotos faz uso, o que pode indicar que a dor na coluna vertebral interfere no dia a dia desses militares. Além disso, a resistência ao uso de medicação varia de acordo com cada indivíduo.

Figura 2 – Utilização de medicação para dor na coluna



Fonte: Elaboração própria.

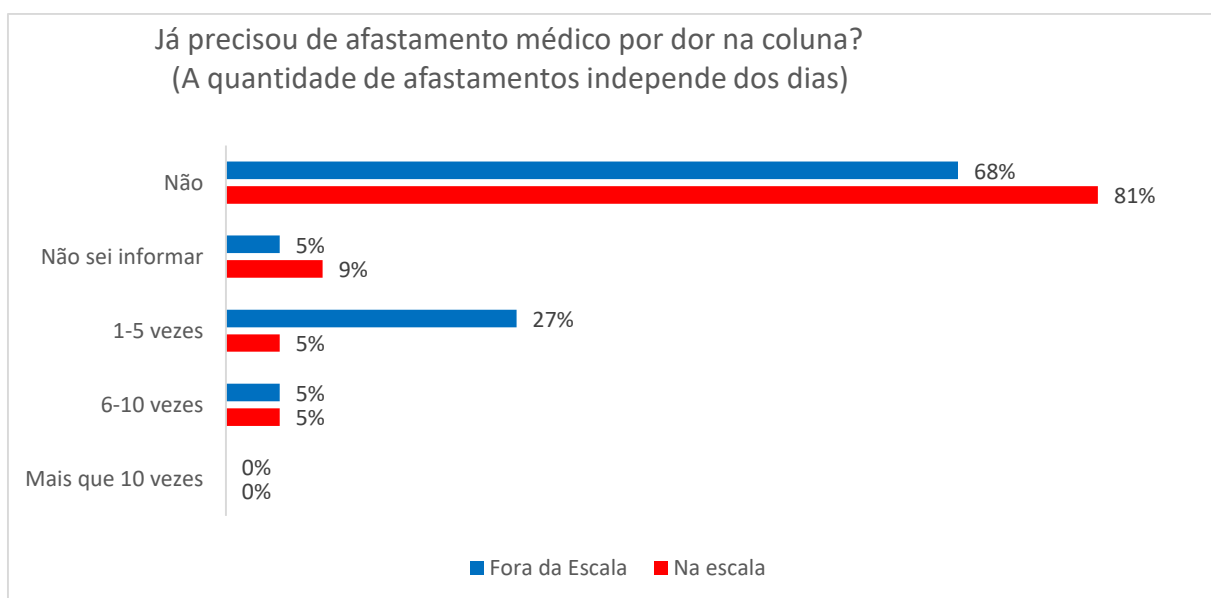
Diante da utilização de medicação, os pilotos fora da escala apresentam um padrão de uso praticamente idêntico aos pilotos da escala. Tem-se que 81% dos pilotos fora da escala não utilizam medicação e 14% fazem uso de medicação menos de uma vez por semana e 5% utilizam medicação de 2 a 3 vezes por semana. Esses dados sugerem que, embora uma parte significativa dos pilotos de ambos os grupos não recorra a medicação, uma fração considerável ainda depende dela para aliviar as dores da coluna vertebral.

A resistência ao uso de medicação analgésica está frequentemente relacionada a crenças e atitudes negativas em relação tanto à dor quanto ao tratamento. Medos sobre dependência, efeitos colaterais ou a ideia de que o uso de analgésicos “mascara” o problema podem levar à baixa adesão e, consequentemente, a um pior controle da dor (Pimenta *et al.*, 2006). Diante disso, pode ser que haja um número maior de pilotos que, mesmo apresentando dor, resistam à utilização de medicamentos.

No que diz respeito aos afastamentos, os dados da Figura 3 mostram que

praticamente um terço dos pilotos da escala já precisaram se afastar do trabalho devido a problemas relacionados à coluna vertebral, um indicativo de que as dores musculoesqueléticas são um fator relevante na saúde ocupacional desses profissionais, ratificando as semelhanças com os afastamentos trazidos no referencial teórico. Esse valor é superior quando comparado aos pilotos que não fazem mais parte da escala, o que pode ser explicado por uma possível tradição de buscar minimizar os afastamentos ou pela menor disponibilidade de serviços médicos oferecidos pelo CBMDF.

Figura 3 – Afastamento médico devido à dor na coluna

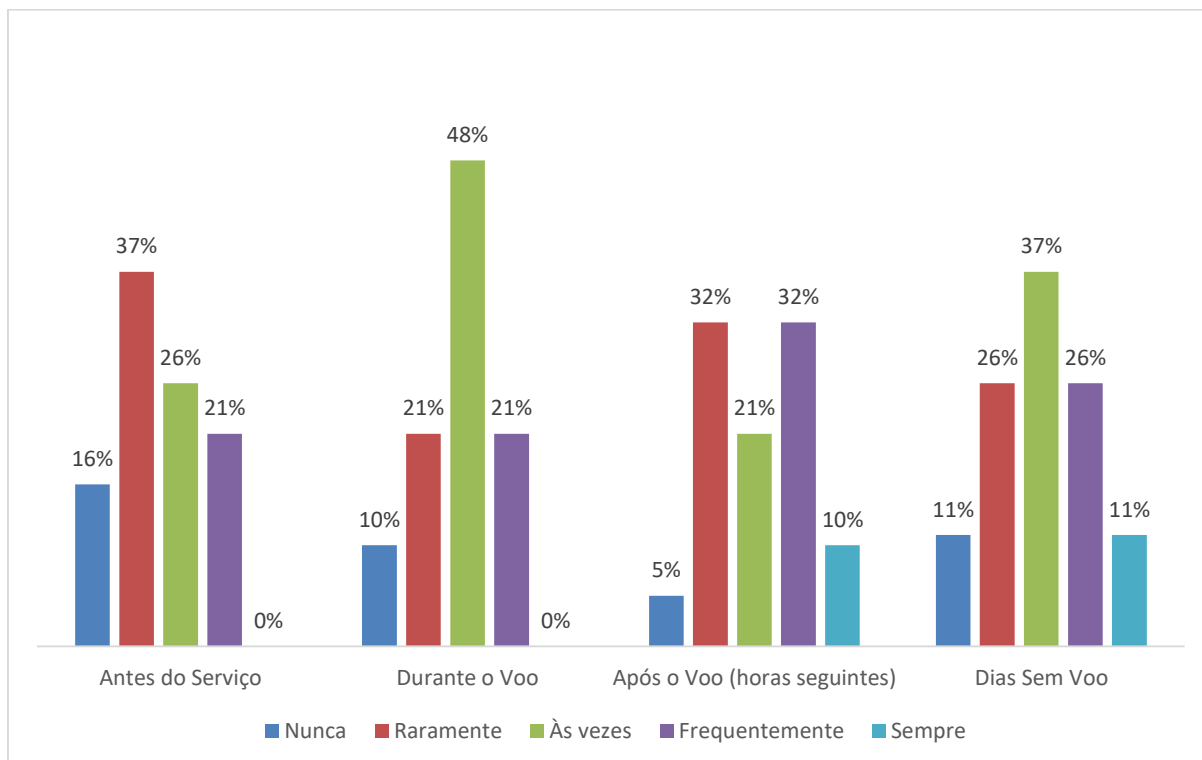


Fonte: Elaboração própria.

2.3.6 Dor na Coluna em Diferentes Fases

A respeito da análise da frequência de dor na coluna em diferentes momentos, a Figura 4 apresenta os resultados obtidos com os pilotos da escala. Observa-se que, antes do serviço, parte dos pilotos já inicia a jornada lidando com dor, uma vez que, antes do serviço, 26% referem dor “às vezes” e 21% “frequentemente”, totalizando 47% com algum grau de dor prévia.

Figura 4 – Análise do sentimento de dor na coluna em diferentes momentos (na escala)



Fonte: Elaboração própria.

Na fase em que o piloto se encontra em voo, esse percentual sobe para 69% (48% “às vezes” e 21% “frequentemente”), ratificando que a própria atividade de pilotagem, marcada pela vibração de corpo inteiro, pela postura sentada rígida e pelo uso de capacete, atua como importante fator desencadeante ou agravante do desconforto musculoesquelético, conforme descrito no referencial teórico. Esse resultado reforça que o voo não apenas desencadeia a dor em parte dos pilotos, mas também intensifica quadros previamente existentes, contribuindo para a sobrecarga cumulativa sobre a coluna vertebral ao longo da carreira operacional.

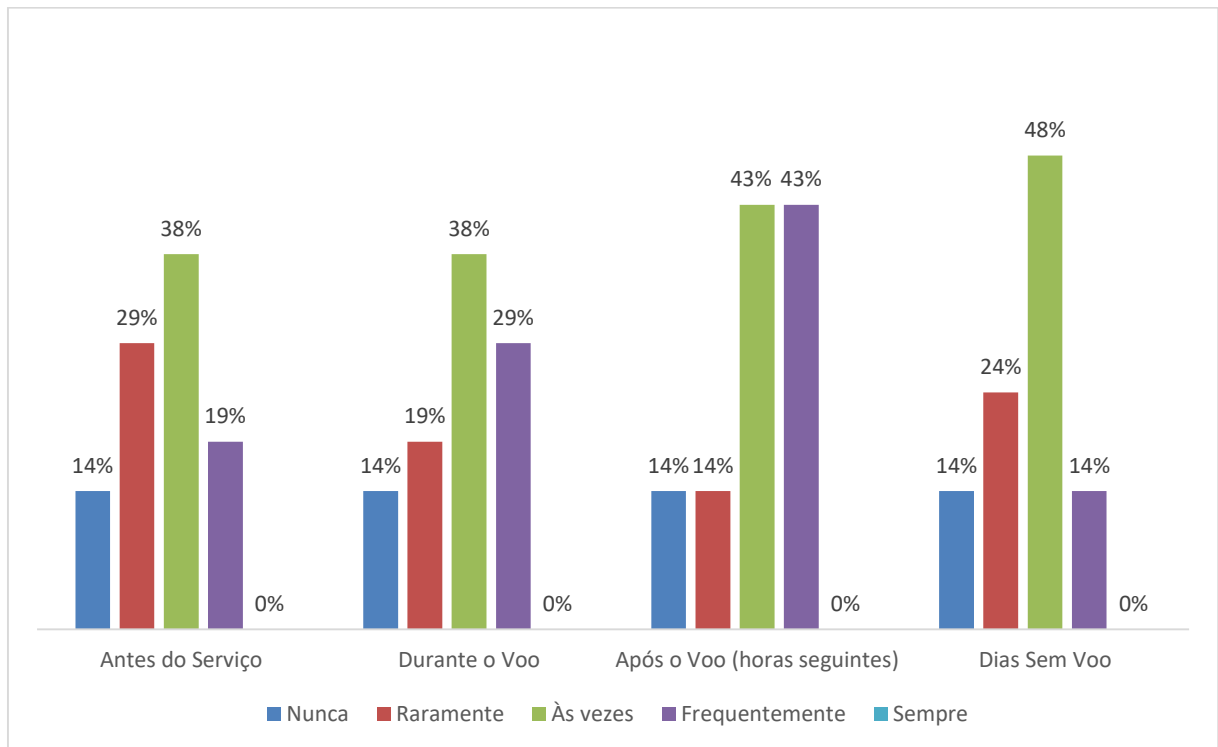
Nas horas seguintes ao voo, observa-se mudança no padrão das respostas, com 32% relatando dor “frequentemente” e 10% “sempre” (42% no total), o que sugere intensificação da sintomatologia após o término da missão. Esse comportamento pode estar relacionado tanto à soma da sobrecarga mecânica sofrida durante a operação quanto à redução da demanda atencional depois do pouso, momento em que o piloto deixa de estar totalmente focado na execução da tarefa e passa a perceber com maior nitidez as queixas dolorosas.

Sob esse ponto de vista, o piloto, durante a missão aérea, encontra-se em um estado de elevada concentração, direcionando sua atenção quase integralmente às demandas operacionais, em especial o processo decisório em voo, como local de pouso e gestão de riscos. Essa condição pode reduzir temporariamente a percepção da dor, uma vez que tarefas de alta exigência cognitiva atuam como elementos distratores e modulam a experiência dolorosa. Assim, embora a sobrecarga mecânica decorrente da vibração de corpo inteiro e da postura adotada já esteja presente durante a operação, é possível que a intensidade da dor só seja plenamente percebida após o término do voo, quando a demanda atencional diminui e as queixas tornam-se mais evidentes. Esse raciocínio é compatível com abordagens cognitivo-comportamentais que utilizam estratégias de distração e manejo cognitivo para reduzir a experiência subjetiva de dor, como descrito por Borges, Luiz e Domingos (2009) em intervenção voltada a pacientes com dor crônica.

Mesmo em dias sem voo, contudo, apenas 11% referem “nunca” sentir dor, enquanto 37% relatam dor “às vezes” e 26% “frequentemente” (63% no total), o que evidencia que, para uma parcela significativa desses profissionais, a dor na coluna se mantém de forma persistente, reforçando o caráter cumulativo da exposição ocupacional e a necessidade de estratégias contínuas de prevenção e cuidado com a saúde da coluna, para além do momento estrito da operação aérea.

Quando se compara o grupo de pilotos em escala operacional com aqueles atualmente fora da escala, conforme a Figura 5, observa-se um perfil de dor muito semelhante entre as duas populações. Antes do serviço, 57% dos pilotos fora da escala relataram dor pelo menos “às vezes” (38% “às vezes” e 19% “frequentemente”), percentual ligeiramente superior aos 47% observados no grupo em escala.

Figura 5 – Análise do sentimento de dor na coluna em diferentes momentos (fora da escala)



Fonte: Elaboração própria.

Durante o voo, a distribuição permanece comparável, com 67% dos militares fora da escala referindo dor “às vezes” ou mais (38% “às vezes” e 29% “frequentemente”), número praticamente igual aos 69% encontrados nos pilotos em atividade operacional.

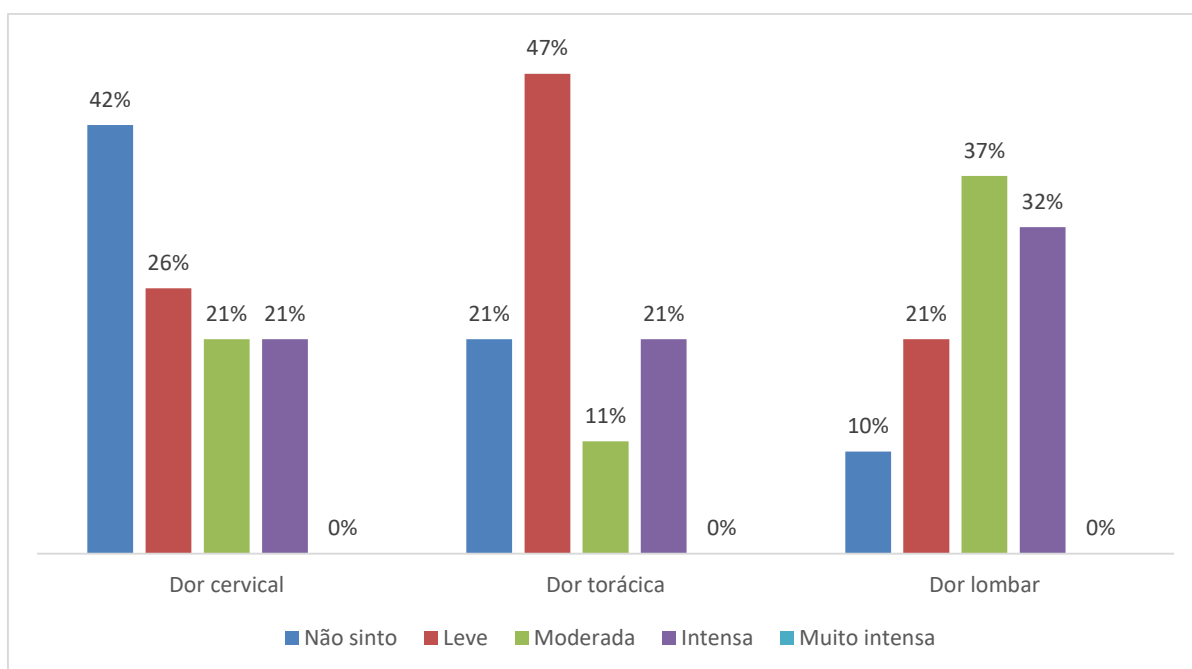
Nas horas seguintes ao voo, o padrão também se aproxima: 62% dos pilotos fora da escala relataram dor “às vezes” ou “frequentemente” (43% e 19%, respectivamente), valor muito próximo dos 63% de dor, pelo menos, às vezes até mais intensa observados entre os pilotos em escala.

Em dias sem voo, novamente surge grande semelhança, com 62% de quem está fora da escala relatando dor “às vezes” ou “frequentemente”, praticamente igual aos 63% dos pilotos ativos. Esses achados indicam que a dor na coluna vertebral não é exclusiva das condições atuais de trabalho, mas sim um fenômeno persistente e consistente ao longo da carreira de diferentes gerações de pilotos, reforçando o caráter cumulativo da exposição à vibração e às posturas de voo.

2.3.7 Localização e Intensidade da Dor na Coluna

A avaliação da intensidade da dor nas diferentes regiões da coluna evidencia padrões distintos de acometimento entre cervical, torácica e lombar, reforçando o que o referencial teórico já aponta sobre a maior vulnerabilidade das regiões cervical e lombar na atividade de pilotagem de helicópteros. A Figura 6 expressa esses resultados encontrados entre os pilotos que estão na escala.

Figura 6 – Localização e intensidade da dor na coluna (na escala)



Fonte: Elaboração própria.

Na região cervical, embora 42% dos pilotos afirmem não sentir dor, 58% relatam algum grau de sintoma, distribuídos entre dor leve (26%), moderada (21%) e intensa (21%), o que confirma que essa área está afetada, e é potencializada pelo uso do capacete de voo, que pesa 1,4 kg, e das demandas de reconhecimento de zonas de pouso e visualização do painel.

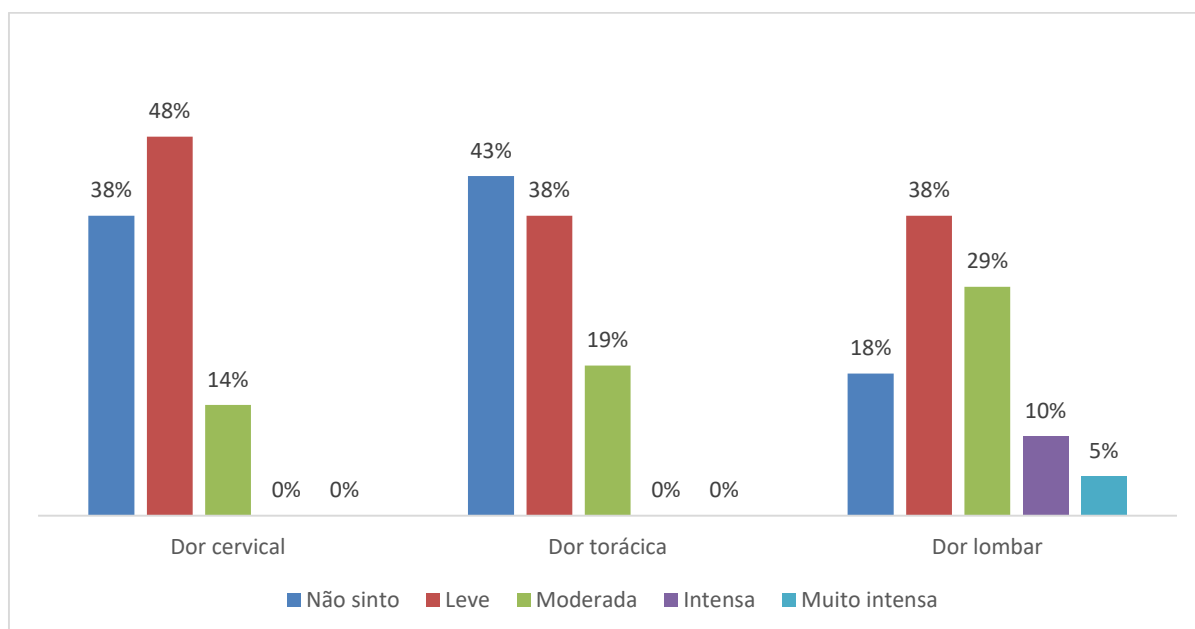
Na coluna torácica, 79% dos pilotos relatam algum tipo de dor, predominando o dor leve (47%), o que a caracteriza como a região menos comprometida entre as avaliadas.

Já a coluna lombar apresenta o quadro mais crítico, com 90% dos pilotos referindo algum nível de dor, entre leve (21%), moderada (37%) e intensa (32%),

consolidando-se como a região mais afetada.

A análise das respostas dos pilotos fora da escala, de acordo com a Figura 7, mostra que esse grupo também apresenta maior prevalência de dor nas regiões cervical e, sobretudo, lombar. Embora a intensidade geral da dor pareça um pouco menor do que a observada nos pilotos atualmente em escala, a distribuição dos dados confirma o mesmo padrão identificado no grupo que está na escala: a cervical aparece como uma região frequentemente sintomática, enquanto a lombar permanece como o segmento mais acometido, concentrando os maiores percentuais de dor moderada a intensa.

Figura 7 – Localização e intensidade da dor na coluna (fora da escala)



Fonte: Elaboração própria.

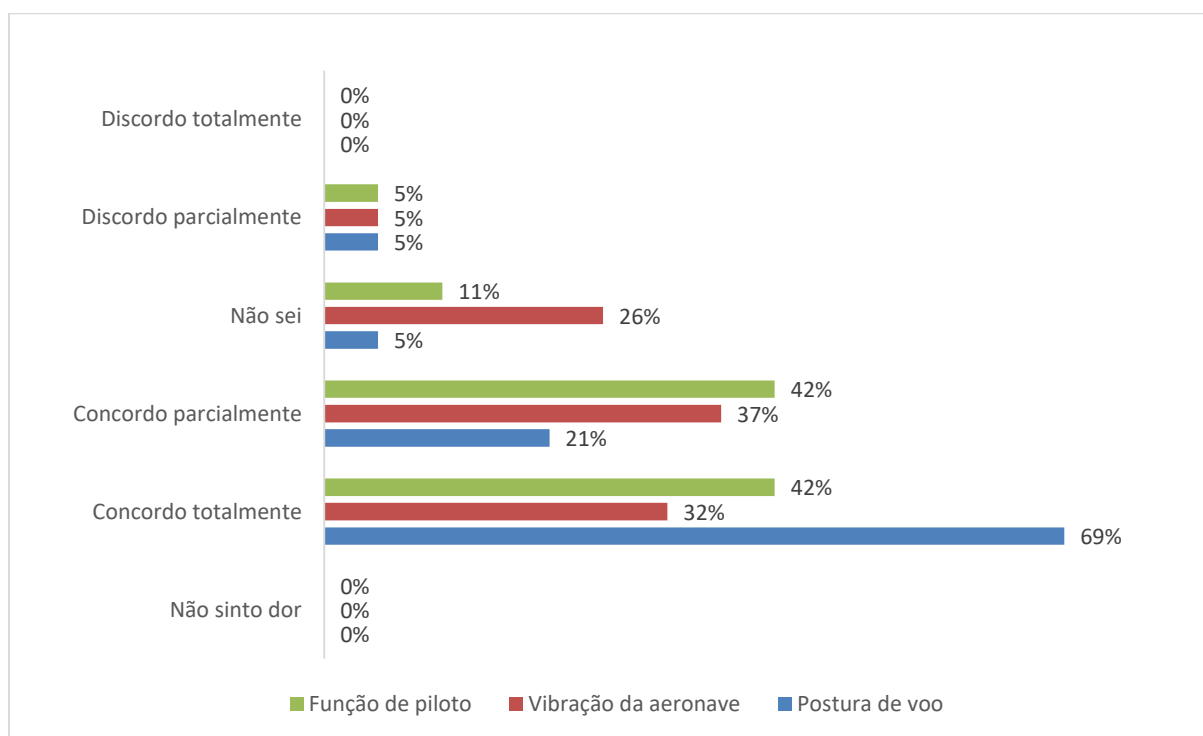
Em consonância com o referencial teórico, Cruz (2005) enfatiza que a lombalgia pode se manifestar mesmo após um curto período de pilotagem, sendo a dor na região lombar a mais prevalente, embora a dor cervical também se apresente com frequência significativa. Dessa forma, os resultados obtidos com os pilotos estão completamente alinhados com as expectativas descritas na literatura científica.

2.3.8 Percepção e Possível Causa da Dor na Coluna

No que diz respeito à percepção dos pilotos sobre as possíveis causas da dor

na coluna, a Figura 8 ilustra os resultados obtidos. Em relação à função de piloto de helicóptero, fica evidente que os próprios profissionais reconhecem a dor na coluna como algo intrinsecamente ligado ao exercício da atividade, e não a outras tarefas externas à aviação. Apenas 5% discordam parcialmente dessa relação e 11% declaram não saber, enquanto 42% afirmam concordar parcialmente e outros 42% concordam totalmente que a dor está relacionada à função que desempenham. As respostas reforçam que, para grande parte dos pilotos, a experiência dolorosa é percebida como parte do cotidiano ocupacional e atribuída às exigências específicas do trabalho em aviação de asas rotativas.

Figura 8 – Percepção e possível causa da dor na coluna (na escala)



Fonte: Elaboração própria.

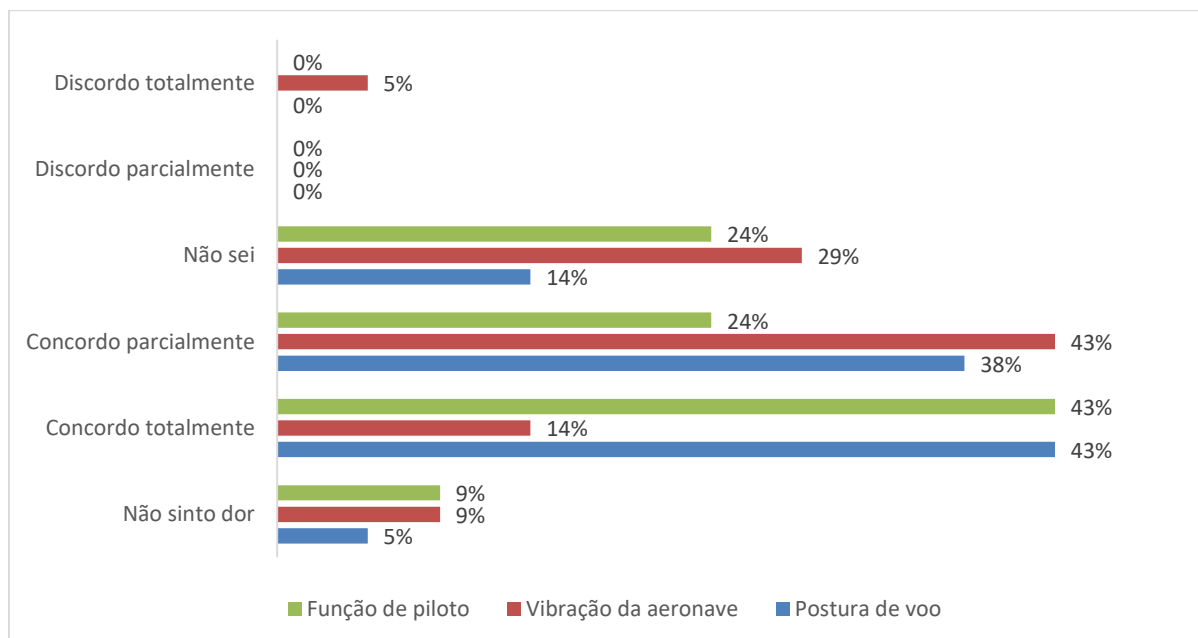
Quando o foco recai especificamente sobre a vibração da aeronave, os resultados indicam que esse é reconhecido como um fator relevante, mas com maior grau de incerteza em comparação à função de piloto ou à postura de voo. Apenas 5% dos participantes discordam parcialmente de que a vibração esteja ligada à dor na coluna, enquanto 26% marcaram “não sei”, sugerindo dúvida ou dificuldade em isolar a contribuição da vibração em meio a outros fatores de risco. Ainda assim, 37% concordam parcialmente e 32% concordam totalmente com essa associação, indicando que quase sete em cada dez pilotos percebem a vibração de corpo inteiro

como elemento importante das queixas dolorosas na coluna.

A postura de voo é o fator mais fortemente reconhecido pelos pilotos como relacionado à dor na coluna. Apenas 5% discordam parcialmente dessa relação e outros 5% declaram não saber, ao passo que 21% concordam parcialmente e expressivos 69% concordam totalmente que a postura adotada durante o voo contribui para o surgimento ou agravamento da dor. A ausência de respostas em “discordo totalmente” e “não sinto dor” e o alto percentual de concordância total evidenciam que, na percepção dos próprios pilotos, a postura inerente adotada nos helicópteros constitui o principal determinante ocupacional de sobrecarga na coluna vertebral.

Entre os pilotos fora da escala, conforme a Figura 9, o padrão de atribuição da dor é semelhante ao observado no grupo em escala: a maioria continua relacionando a dor à função de piloto, à vibração da aeronave e, sobretudo, à postura de voo. Contudo, essa percepção aparece de forma um pouco mais atenuada, com aumento das respostas “não sei”, indicando maior heterogeneidade nas experiências atuais de dor.

Figura 9 – Percepção e possível causa da dor na coluna (fora da escala)



Fonte: Elaboração própria.

Ainda assim, em ambos os grupos a postura de voo permanece o fator mais fortemente associado às queixas (90% de concordância entre os pilotos em escala e

81% entre os fora da escala), enquanto a vibração da aeronave também é amplamente reconhecida como elemento relacionado ao surgimento ou agravamento da dor.

2.3.9 Corcunda de Helicóptero (*Helicopter Hunch*)

Para exemplificar o elevado número de pilotos do CBMDF que relacionam a dor na coluna à postura adotada em voo, a Figura 10 apresenta um piloto na aeronave Resgate 08 (AS350B3e), no assento à esquerda (copiloto).

Nas imagens, o piloto simula um voo real, com mãos e pés posicionados nos comandos da aeronave (coletivo, cíclico e pedais). Nas fotos numeradas como 1, o piloto encontra-se com o olhar dirigido à frente, posição predominante durante o voo em cruzeiro.

Nas fotos 2, o piloto adota visual lateral à esquerda, postura frequente durante o reconhecimento de zonas de pouso em ocorrências; de maneira análoga, o comandante da aeronave, que ocupa o assento direito, realiza o reconhecimento com o olhar voltado para a direita.

Já nas fotos 3, o piloto direciona o olhar para o painel da aeronave, postura muito comum durante o cheque de parâmetros em voo; de forma semelhante, o comandante à direita realiza esses cheques com o olhar voltado para a esquerda.

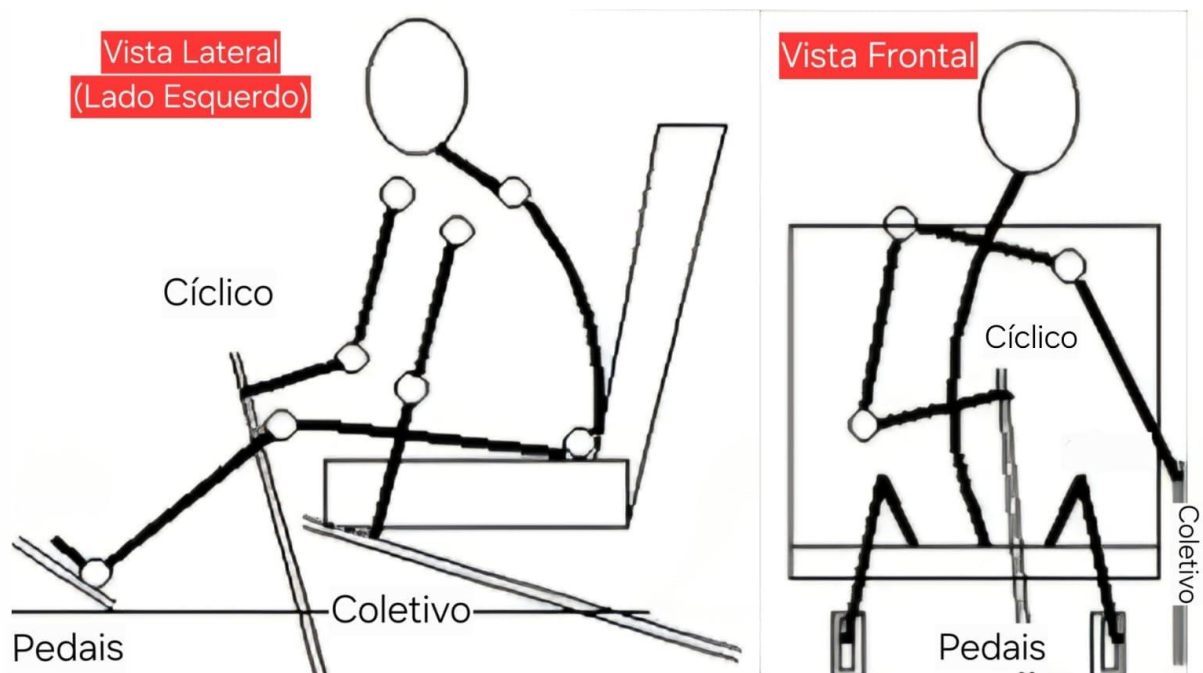
Figura 10 – Postura adotada pelo piloto de helicóptero na aeronave Resgate 08 (AS350B3e)



Fonte: Elaboração própria.

De acordo com Cruz (2005), para controlar a aeronave, o piloto precisa se inclinar para a esquerda, mantendo a mão esquerda sobre o coletivo, e o braço direito, responsável pelos movimentos cíclicos, fica dobrado em um ângulo quase reto. Isso obriga o piloto a se curvar sobre o cíclico para aliviar o desconforto no antebraço, resultando em uma flexão da coluna torácica e lombar, que se afasta do encosto da cadeira. Além disso, a cabeça é inclinada para frente e para cima para visualizar os instrumentos, e os pés repousam sobre os pedais, mantendo as pernas flexionadas, conforme destaca a Figura 11.

Figura 11 – Postura adotada pelo piloto no helicóptero (corcunda de helicóptero)



Fonte: Cruz (2005), com adaptações do autor.

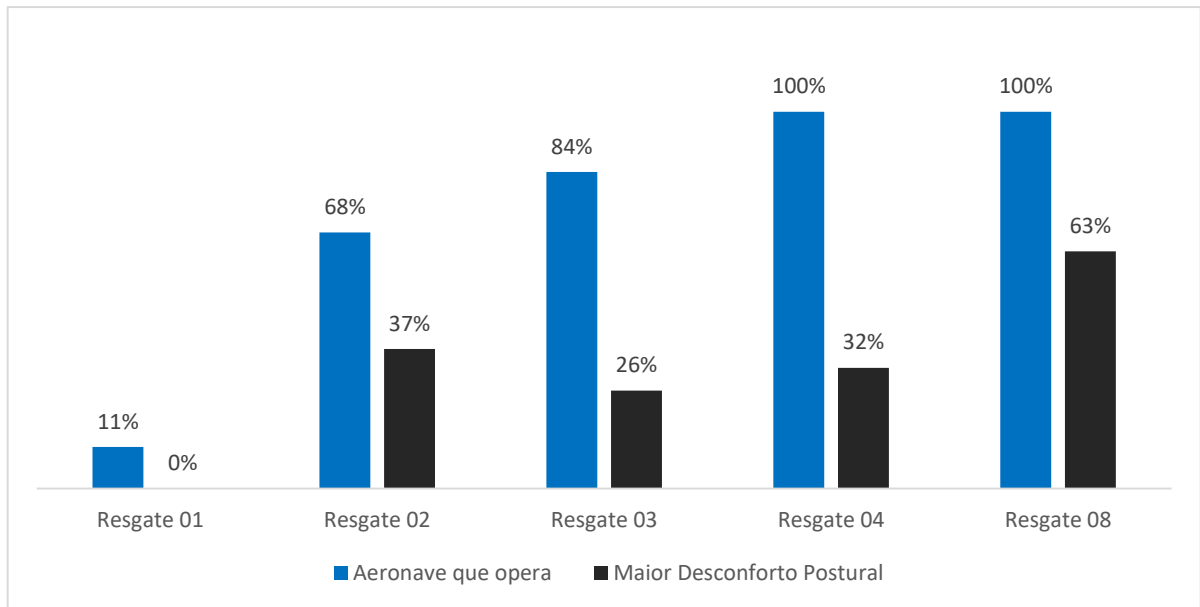
Essas informações reforçam as conclusões do referencial teórico sobre os efeitos das posturas e ilustram como os pilotos permanecem corcundas durante o voo.

2.3.10 Aeronaves Operadas e Desconforto Postural.

A Figura 12 ilustra a relação entre as aeronaves operadas pelos pilotos da escala e a percepção de desconforto postural. As aeronaves mais utilizadas foram o Resgate 08 e o Resgate 04. No entanto, as aeronaves que apresentaram maior

desconforto postural foram o Resgate 08 e o Resgate 02, com mais da metade dos pilotos que operaram essas aeronaves relatando queixas de desconforto.

Figura 12 – Relação entre aeronave e maior desconforto postural (na escala)

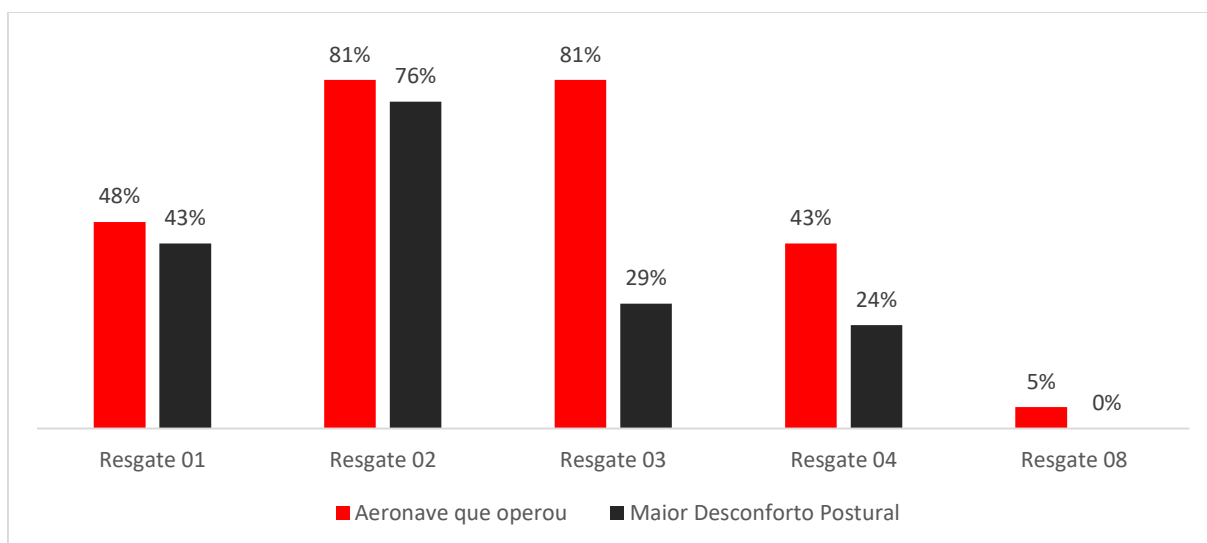


Fonte: Elaboração própria.

Não foi possível estabelecer uma comparação clara entre os pilotos da escala e os pilotos fora da escala em relação às aeronaves mais recentes, como o Resgate 08, uma vez que os pilotos fora da escala praticamente não operaram essas aeronaves, limitando a análise entre os dois grupos.

Por outro lado, os pilotos fora da escala, conforme a Figura 13, relataram que praticamente todos os que operaram o Resgate 01 e o Resgate 02 consideraram essas aeronaves desconfortáveis.

Figura 13 – Relação entre aeronave e maior desconforto postural (fora da escala)

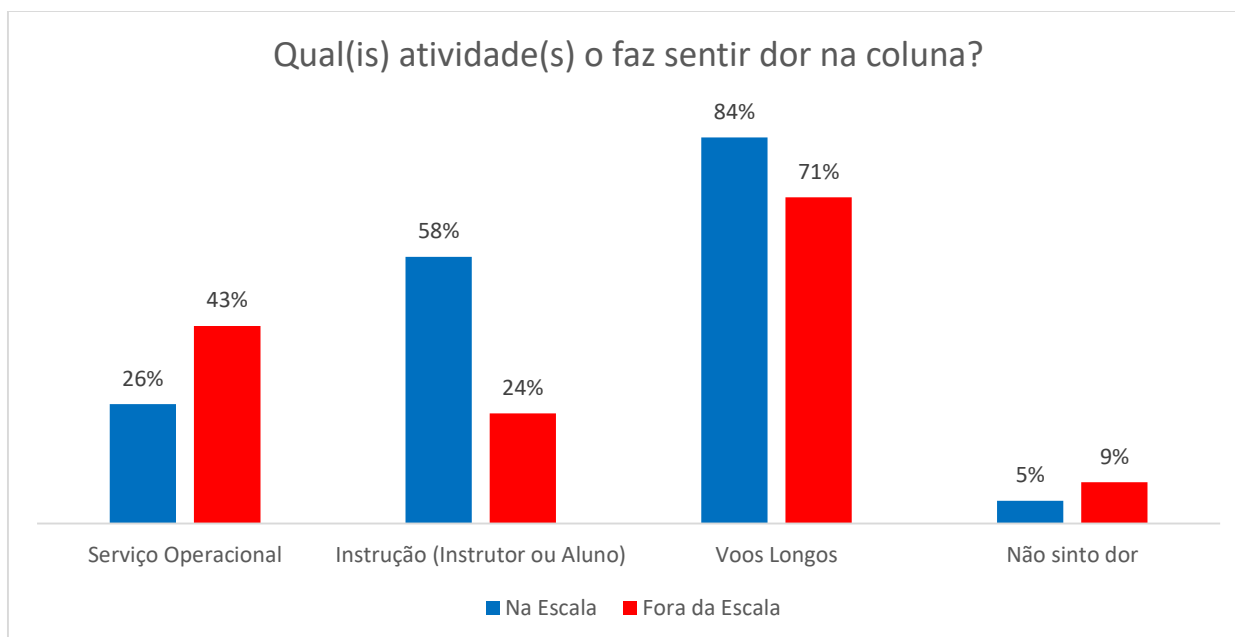


Fonte: Elaboração própria.

Uma associação importante é que o Resgate 01, o Resgate 02 e o Resgate 08 foram consideradas as aeronaves mais desconfortáveis pelos pilotos da escala e pelos pilotos fora da escala. Embora essas aeronaves pertençam a versões diferentes, elas fazem parte da família Esquilo, que compartilha semelhanças significativas no espaço interno e na configuração da cabine. Essas semelhanças indicam que essas aeronaves possuem características ergonômicas menos favoráveis, resultando em maior desconforto para os pilotos.

2.3.11 Atividade Desempenhada e Dor na Coluna

A análise sobre em quais tipos de operação os pilotos referem maior dor na coluna, conforme a Figura 14, mostra que os voos longos são, de forma destacada, o principal cenário de desconforto, apontados por 84% dos respondentes. Em seguida aparecem as situações de instrução (como instrutor ou aluno), citadas por 58% dos pilotos, enquanto 26% indicam o serviço operacional rotineiro como momento de maior dor. Esse padrão confirma o que o referencial teórico já descreve acerca do impacto dos longos períodos de voo, com exposição prolongada à vibração de corpo inteiro e manutenção de postura sentada, como fatores relevantes para o aumento da sintomatologia musculoesquelética.

Figura 14 – Relação entre atividade desempenhada e dor na coluna

Fonte: Elaboração própria.

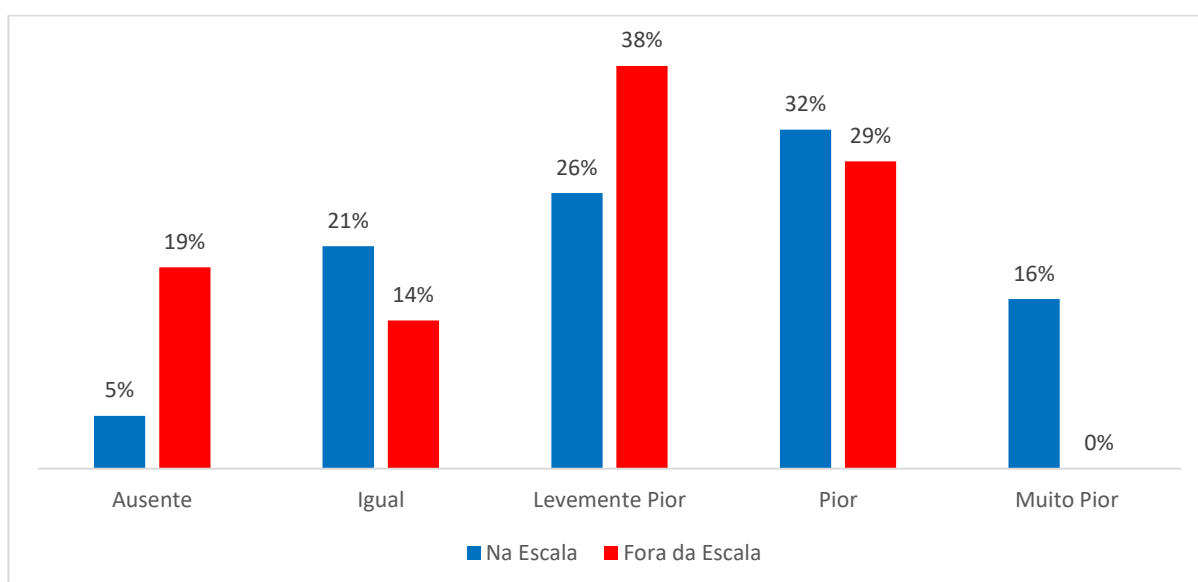
Chama atenção, ainda, a presença de 5% de marcações na opção “não sinto dor”, resposta que não havia sido assinalada nas questões anteriores sobre dor em diferentes fases do voo. Considerando a baixa frequência dessa alternativa e o fato de todos os pilotos terem relatado algum nível de dor em outros itens do questionário, não se pode descartar a possibilidade de interpretação distinta da pergunta ou mesmo de marcação pontual, o que reforça a necessidade de leitura cautelosa desse dado específico.

Nos dois grupos, o padrão se mantém: voos longos são o principal contexto de dor na coluna, sendo citados por 84% dos pilotos em escala e por 71% dos pilotos fora da escala, o que reforça o efeito dos períodos prolongados de voo sobre a sobrecarga da coluna. Entre os que estão na escala, a instrução aparece como segundo momento de maior dor (58%), enquanto, entre os fora da escala, esse papel é assumido pelo serviço operacional (43%), sugerindo diferenças na forma como cada grupo percebe ou recorda as situações mais desgastantes. A opção “não sinto dor” é pouco marcada em ambos (5% e 9%, respectivamente), indicando que a grande maioria dos pilotos, independentemente de estar ou não em atividade, associa algum tipo de dor às operações aéreas.

2.3.12 Avanço da Dor na Coluna em Relação ao Início da Carreira de Piloto

A comparação da dor atual com o início da carreira, de acordo com a Figura 15, revela uma tendência clara de agravamento progressivo entre os pilotos em atividade. Apenas 5% afirmam que a dor está ausente e 21% relatam que permanece igual, enquanto 26% consideram que está levemente pior. O dado mais preocupante, porém, é que 32% descrevem a dor como pior e 16% como muito pior, totalizando 48% dos pilotos com piora significativa, praticamente metade de toda a amostra apresentando agravamento importante dos sintomas.

Figura 15 – Estado da dor na coluna em relação ao início da carreira de piloto



Fonte: Elaboração própria.

Somando todas as categorias de piora, 74% relatam aumento da dor ao longo da carreira, o que reforça o caráter cumulativo e degenerativo da exposição contínua à vibração de corpo inteiro, às posturas assimétricas e às demandas biomecânicas da pilotagem de helicópteros. Independentemente das evidências apresentadas na literatura e da própria percepção dos pilotos quanto aos malefícios da vibração e da postura em voo, torna-se evidente que um número expressivo desses profissionais já apresenta problemas na coluna, confirmando a relevância ocupacional e a magnitude do tema para a aviação de asas rotativas do CBMDF.

Entre os pilotos fora da escala, observa-se uma tendência de piora da dor ao longo da carreira, ainda que menos acentuada do que no grupo atualmente em

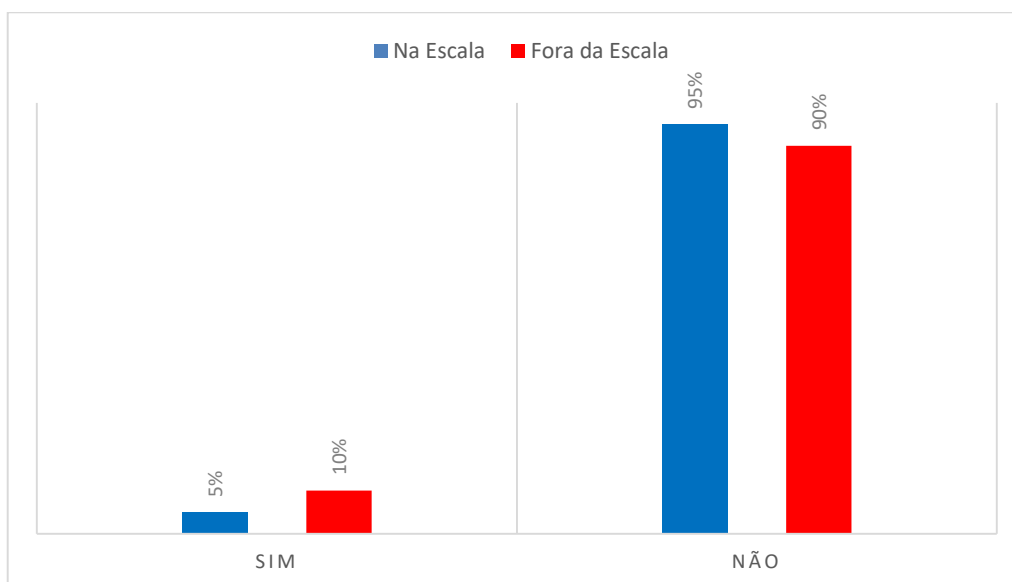
atividade. Enquanto 19% relatam ausência de dor e 14% afirmam que ela permanece igual ao início da carreira, a maioria descreve algum grau de agravamento: 38% consideram que a dor está levemente pior e 29% afirmam que está pior, totalizando 67% de piora. Embora nenhum piloto tenha indicado que a dor está “muito pior”, o fato de mais de dois terços relatarem piora reforça que os efeitos cumulativos da pilotagem de helicópteros permanecem ao final da carreira de piloto.

2.3.13 - Ações Preventivas Para a Dor na Coluna

A análise conjunta desses três indicadores, Figura 16 a 18, revela um cenário consistente de baixa prevenção estruturada em saúde musculoesquelética da coluna vertebral entre os pilotos.

De acordo com a Figura 16, apenas 5% dos pilotos na escala referiram ter recebido algum treinamento específico sobre postura ergonômica na aviação, enquanto 95% nunca tiveram esse tipo de orientação formal. Os percentuais dos pilotos fora da escala estão muito próximos dos que estão na escala.

Figura 16 – Treinamento sobre a melhor postura ergonômica na aviação

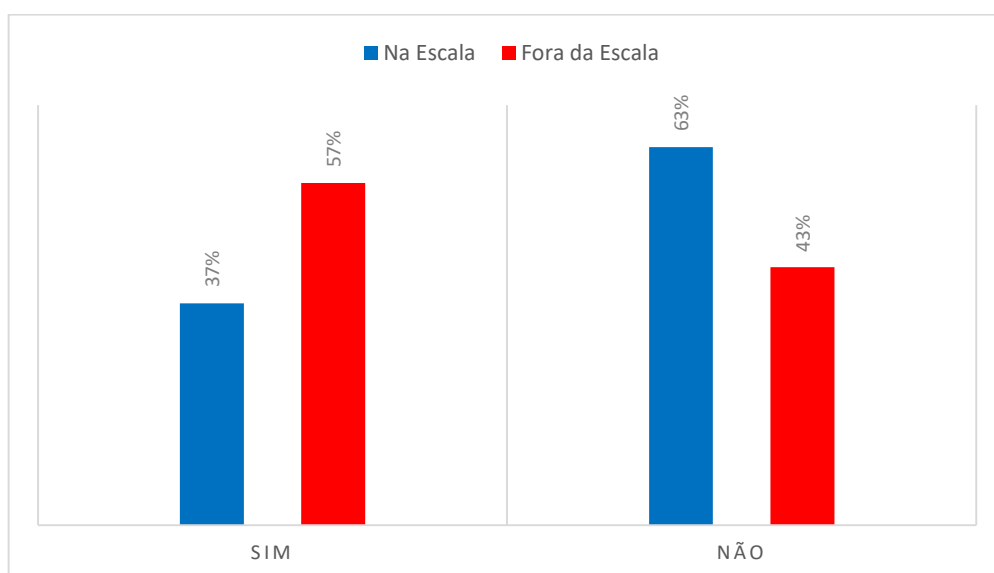


Fonte: Elaboração própria.

Conforme a Figura 17, 37% dos pilotos da escala já fizeram algum tipo de tratamento de reabilitação da coluna vertebral após ingressar na aviação (fisioterapia, pilates, RPG, acupuntura, entre outros), ao passo que 63% nunca realizaram

tratamento específico, mesmo diante da alta prevalência de dor descrita em outras questões. Porém, os pilotos que não fazem mais parte da escala possuem uma maior procura a fontes de reabilitação.

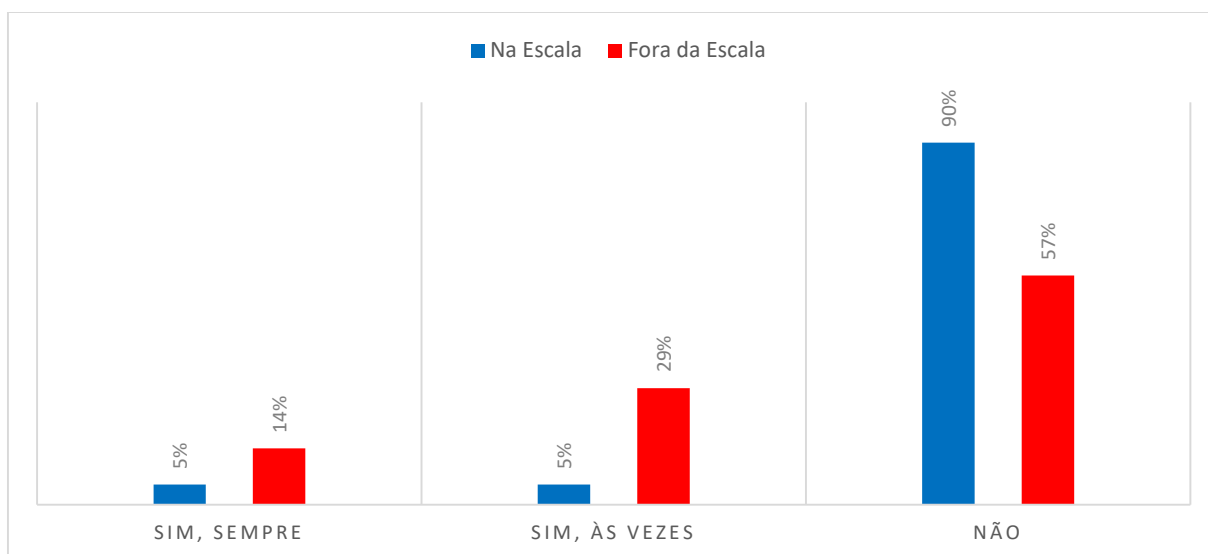
Figura 17 – Tratamento de reabilitação na coluna vertebral após ingressar para a aviação (fisioterapia, pilates, rpg, acupuntura, outros)



Fonte: Elaboração própria.

De forma complementar, a pergunta sobre alongamento ou ginástica laboral antes ou após os voos para os pilotos da escala, Figura 18, mostra que 63% não adotam essa prática, apenas 5% o fazem sempre e outros 5% apenas às vezes. Assim como a questão anterior, os pilotos fora da escala possuem ligeiramente maior percentual na realização de atividades laborais.

Figura 18 – Realização de alongamento ou ginástica laboral antes ou após o voo

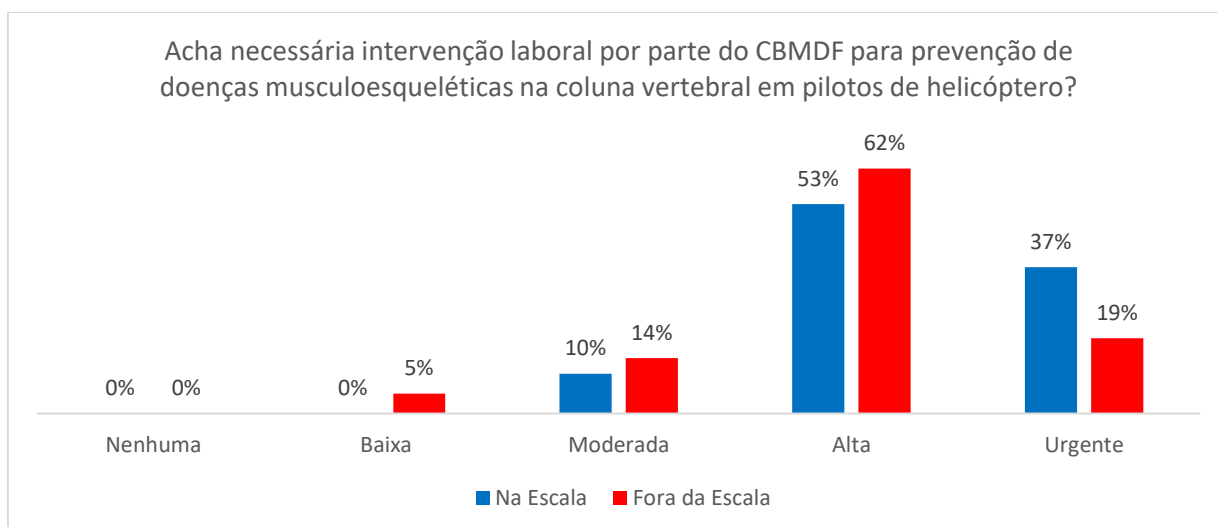


Fonte: Elaboração própria.

Em conjunto, esses dados sugerem que, embora a dor na coluna seja um problema reconhecido, há importante lacuna entre a presença de sintomas e a adoção de medidas preventivas e de cuidado, tanto no âmbito institucional (treinamento ergonômico) quanto no comportamental (alongamentos e reabilitação). De forma geral, ambos os grupos (pilotos em escala e fora dela) apresentam baixa exposição a treinamento ergonômico, o que é consistente em toda a amostra.

Os resultados, conforme a Figura 19, mostram consenso claro entre os pilotos de helicóptero quanto à necessidade de ações do CBMDF voltadas à prevenção de doenças musculoesqueléticas na coluna. Nenhum respondente considerou a intervenção “nenhuma” ou de prioridade “baixa”, apenas 10% a classificaram como de prioridade “moderada”, enquanto 53% a enxergam como prioridade “alta” e 37% como “urgente”. Em outras palavras, 90% dos pilotos atribuem caráter alto ou urgente a esse tipo de intervenção laboral, o que reforça a percepção de que a dor na coluna é um problema relevante e que as medidas atualmente existentes são insuficientes frente às demandas da aviação de asas rotativas no CBMDF.

Figura 19 – Intervenção laboral por parte do CBMDF aos pilotos de helicóptero



Fonte: Elaboração própria.

Entre os pilotos fora da escala, a percepção sobre a necessidade de intervenção laboral também é amplamente favorável, embora ligeiramente menos urgente do que entre os pilotos em atividade. Enquanto no grupo em escala 90% consideram a intervenção “alta” ou “urgente”, entre os fora da escala esse percentual permanece elevado, alcançando 81% (62% “alta” e 19% “urgente”).

Além disso, 14% classificam a prioridade como “moderada” e apenas 5% como “baixa”, sem marcações em “nenhuma”. Assim, mesmo após deixarem a rotina operacional, os pilotos continuam reconhecendo a importância de ações institucionais voltadas à prevenção de doenças musculoesqueléticas na coluna.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo avaliar os impactos da vibração de corpo inteiro e das posturas adotadas durante as operações aéreas sobre a coluna vertebral dos pilotos de helicóptero do CBMDF. A partir da análise da literatura científica, da comparação teórica entre as frequências do rotor principal e as faixas de frequência natural da coluna vertebral, bem como dos dados obtidos por meio de questionário aplicado aos pilotos, foi possível constatar que os objetivos propostos foram plenamente atingidos.

Os resultados obtidos evidenciaram que as regiões lombar e cervical da coluna vertebral são as mais afetadas pela exposição prolongada à vibração e pelas exigências posturais inerentes à atividade aérea, confirmando os pressupostos do estudo quanto à existência de impactos biomecânicos relevantes associados à operação de helicópteros. Observou-se, ainda, que esses impactos apresentam repercussões na saúde ocupacional dos pilotos, incluindo a ocorrência de dores musculoesqueléticas e potenciais prejuízos ao desempenho operacional, reforçando a necessidade de adoção de medidas preventivas no contexto institucional.

A incorporação de sistemas de automação nas aeronaves, já observada no Resgate 08, foi identificada como uma estratégia com potencial para favorecer a adoção de posturas mais ergonômicas durante o voo, reduzindo a sobrecarga física, sobretudo, associada às longas jornadas operacionais.

No âmbito da indústria aeronáutica, os resultados indicam a pertinência do diálogo técnico com a fabricante Helibras, responsável pela produção da frota operada pelo CBMDF. A identificação de desconfortos ergonômicos relatados pelos pilotos sugere a necessidade de considerar, em projetos e atualizações futuras, aspectos relacionados à ergonomia e à saúde ocupacional, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico de aeronaves mais adequadas às demandas da aviação de segurança pública.

Sob a perspectiva das políticas institucionais, o estudo encontra respaldo na Política de Qualidade de Vida no Trabalho (PQVT) do CBMDF, a qual contempla eixos temáticos como o Eixo Saúde e Bem-Estar e o Eixo Estrutura e Ergonomia. Esses eixos oferecem uma base conceitual para a implementação de programas e ações de saúde ocupacional voltados à melhoria das condições de trabalho dos pilotos de helicóptero, especialmente no que se refere à prevenção de agravos musculoesqueléticos decorrentes da atividade aérea.

Como contribuição organizacional e social, destaca-se o caráter pioneiro do CBMDF ao desenvolver e sistematizar um estudo voltado especificamente aos impactos na coluna vertebral da atividade aérea sobre seus pilotos, visto que esse tema ainda é pouco explorado no contexto da aviação de segurança pública brasileira.

A ampla divulgação dos resultados no âmbito interno da Corporação pode contribuir para a conscientização dos pilotos acerca dos fatores de risco ocupacionais identificados, fortalecendo uma cultura institucional de prevenção e cuidado com a saúde. Da mesma forma, a disseminação do estudo em âmbito nacional, junto a outras instituições de aviação de segurança pública, tem potencial para ampliar o debate técnico-científico sobre o tema e incentivar a adoção de práticas semelhantes em diferentes organizações.

Como desdobramento prático, o produto deste estudo é a proposta de intervenção no âmbito da medicina do trabalho, fisioterapia e Seção de Manutenção do CBMDF, conforme descrito no Apêndice B. Esta proposta visa à implementação de ações contínuas de acompanhamento médico, reabilitação funcional e prevenção de doenças musculoesqueléticas, alinhadas aos princípios da PQVT. Será feito um paralelo com as NRs 01, 09 e 17, com foco no gerenciamento de riscos ocupacionais, vibração e ergonomia, será indicado também as diretrizes de medições de vibrações em assentos constantes na Norma de Higiene Ocupacional, procedimento técnico avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro, (NHO 09).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC nº 67 – Requisitos para concessão de certificados médicos aeronáuticos**. Brasília-DF, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/consultas/2021/06/cp-06-2021-emenda-ao-rbac-67.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2025.

ANFLOR, C. T. M. **Estudo da transmissibilidade da vibração no corpo humano na direção vertical e desenvolvimento de um modelo biomecânico de quatro graus de liberdade**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

BORGES, C. S.; LUIZ, A. M. A. G.; DOMINGOS, N. A. M. **Intervenção cognitivo-comportamental em estresse e dor crônica**. Campinas, 2009. Disponível em: https://repositorio-racs.famerp.br/racs_ol/vol-16-4/IDK7_out-dez_2010.pdf. Acesso em: 28 out. 2025.

BRAGA, Gerhard Waack. **Estudo da vibração de corpo inteiro em pilotos de helicóptero esquilo AS-350 L1**, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/97055>. Acesso em: 21 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Lesões por esforços repetitivos (LER): distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT)**. Brasília-DF, 2001. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/ler_dort.pdf. Acesso em: 28 out. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 01 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais**. Brasília-DF, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-01-atualizada-2025-i-1.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasília-DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-09-atualizada-2021.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 17 – Ergonomia**. Brasília-DF, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-17-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2025.

CAROMANO FA, AMORIM CAP, REBELO CF, CONTESINI AM, FÁVERO FM, FRUTUOSO JRC, *et al.* **Permanência prolongada na postura sentada e**

desconforto físico em estudantes universitários. Universidade de São Paulo – SP, 2015. Disponível em: file:///C:/Users/Admin/Downloads/frcichon,+v22n4a04_port.pdf. Acesso em: 24 set. 2025.

CASAGRANDE, Carlos Henrique; HOFLINGER, Francielle. **Prevalência da atividade física no combate às dores ocasionadas pelos voos nos pilotos de aviação.** Revista de Ciências Policiais da APMG, 2019. Disponível em: https://www.apmg.pr.gov.br/sites/apmg/arquivos_restritos/files/documento/2020-06/v02_2_-_prevalencia_da_atividade_fisica_no_combate_as_dores_ocasionadas_pelos_voos_nos_pilotos_da_aviacao.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Manual de Operações - Módulo I: Asas Rotativas.** Brasília, DF, 2023. <https://www.cbm.df.gov.br/wp-content/uploads/taianacan-items/31031/34686/Portaria-no-6-de-14-de-marco-de-2024-Homologacao-do-Manual-de-Operacoes-do-1o-ESAV-do-GAVOP.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Política de Qualidade de Vida no Trabalho.** Brasília - DF, 2024a. <https://www.cbm.df.gov.br/wp-content/uploads/taianacan-items/31031/34716/Portaria-no-35-de-25-de-outubro-de-2024-Institui-a-Politica-de-Qualidade-de-Vida-no-Trabalho-PQVT-no-CBMDF.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Planejamento Estratégico 2025–2030.** Brasília - DF, 2024b. Disponível em: <https://www.cbm.df.gov.br/portarias-internas-do-cbmddf/portaria-de-13-de-janeiro-de-2025-planejamento-estrategico-do-cbmddf-2025-2030/>. Acesso em: 12 ago. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Relação dos Pilotos de Helicóptero de Asas Rotativas do CBMDF. **Processo eletrônico SEI 00053-00116460/2025-54.** Brasília - DF, 2025a.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Ata de Aprovação de Questionário. **Processo eletrônico SEI 00053-00116450/2025-19.** Brasília - DF, 2025b.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Sistema Brado.** Brasília - DF, 2025c. Disponível em: <https://sistemas.cbm.df.gov.br/brado/frontend/home>. Acesso em: 08 set. 2025.

CRUZ, Ronaldo Vieira. **Fundamentos da Engenharia de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas.** Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2005.

DANTAS, S. H. M.; JORDÃO, D. C.; MEDEIROS, M. S. P.; CAMPOS, F. A. D.; BEZERRA, T. A. R.; PELEGRINOTTI, Í. L. **Incidência de dores e desconfortos em pilotos de asas rotativas da Força Aérea Brasileira.** Várzea Paulista, 2015.

EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY (EASA). **Safety Information**

Bulletin – SIB 2021-07: Bird Strike Risk Mitigation in Rotorcraft Operations. EASA, 2021. Disponível em: <https://ad.easa.europa.eu/ad/2021-07>. Acesso em: 20 out. 2025.

FERREIRA, Mayra Vieira. **A saúde do aeronavegante: vibração, ergonomia e lombalgia na tripulação de asas rotativas.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Aeronáuticas) — Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2022.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (Fundacentro). **NHO 09 – Avaliação da exposição ocupacional a vibração de corpo inteiro.** São Paulo: Fundacentro, 2013. Disponível em: http://arquivosbiblioteca.fundacentro.gov.br/exlibris/aleph/a23_1/apache_media/3X1GPGJ77HRGRNDFIDSR4M18G4LE1S.pdf. Acesso em: 14 ago. 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 2631-1: Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 1: General requirements.** Geneva: ISO, 1997.

KÅSIN, J. I.; MANSFIELD, N.; WAGSTAFF, A. **Whole Body Vibration in Helicopters: Risk Assessment in Relation to Low Back Pain.** Suécia, 2011.

LE, P.; WEISENBACH, C. A.; MILLS, E. H. L.; MONFORTON, L.; KINNEY, M. J. (2021). **Exploring the interaction between head-supported mass, posture, and visual stress on neck muscle activation.** Human Factors. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/00187208211019154>. Acesso em: 05 out. 2025.

MELO, Hugo Silva. **Análise da carga de trabalho dos pilotos de aeronaves de asas rotativas do CBMDF e sua influência na segurança operacional.** Brasília: Monografia do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais. Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2021.

OBSERVATÓRIO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO. **Perfil de casos de afastamentos.** Brasil, 2025. Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst/localidade/0?dimensao=perfilCasosAfastamentos>. Acesso em: 18 set. 2025.

OLIVEIRA, Carlos Gomes de. **O piloto e o helicóptero: efeitos de uma ergonomia ainda em desenvolvimento.** Artigo Técnico para a ANAC. Brasília, 2010.

PATTERSON, F.; MIRALAMI, R.; TANSEY, K. E.; PRABHU, R. K.; PRIDDY, L. B. **Deleterious effects of whole-body vibration on the spine: A review of in vivo, ex vivo, and in vitro models,** University of Mississippi Medical Center – EUA, 2021.

PEREIRA, Cristiano Cária Guimarães. **Curvas de percepção e conforto humano para vibrações verticais.** Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005.

PIMENTA, C. A. M. et al. **Crenças em dor crônica: validação do Inventário de Atitudes frente à Dor (IAD) para a língua portuguesa.** São Paulo, 2006. Disponível em:

https://www.scielo.br/j/reeusp/a/YzRRSJP6ByDWYfBVm8qm6ML/?format=html&lang=pt&utm_souRCE. Acesso em: 28 out. 2025.

PORTELA, Flávio da Costa. **A influência do custo operacional do helicóptero EC 135T2 - Resgate 03, para seu emprego nas diversas missões do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**. Brasília: Monografia do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais em Administração Corporativa. Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2008.

SLEUTJES, Adriana. **Relações entre dor crônica, atenção e memória**. Tese (Doutorado em Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5138/tde-22072011-132819/publico/AdrianaSleutjes.pdf>. Acesso em: 28 out. 2025.

VIANNA, Marcos Vinicius Botelho. **A influência positiva da musculação e natação em tripulações de helicóptero da Aviação do Exército**. Artigo científico (Tecnólogo em Sistemas Mecânicos de Aeronaves) – Centro de Instrução de Aviação do Exército, 2023.

WACHOWICZ, Marta Cristina. **Ergonomia, Saúde e Segurança do Trabalho**. Curitiba, PR: Instituto Federal do Paraná, 2013.

ANEXO A – FAIXA DE OPERAÇÃO NORMAL (RESGATE 01 E RESGATE 02)

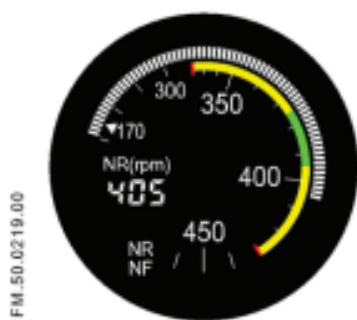


MANUAL DE INSTRUÇÃO
AS 350 B2 VEMD

2.4 LIMITAÇÕES DA CÉLULA

2.4.1 Limitações do rotor principal

É proibido usar o freio rotor antes do corte do motor.
Tempo mínimo entre duas frenagens consecutivas : 5 minutos.



- ▽ :170 rpm - Rotação máxima para frenagem do rotor.
- :320 rpm - Mínima em autorrotação.
- :320 a 375 rpm - Faixa de atenção.
- :375 a 394 rpm - Faixa de operação normal.
- :394 a 430 rpm - Faixa de atenção.
- :430 rpm Máxima em autorrotação.

NOTA:

Alarme sonoro de NR mínima < 360 rpm (som contínuo).
Alarme sonoro de NR máxima > 410 rpm (som intermitente).

Fonte: Manual do Fabricante.

ANEXO B – FAIXA DE OPERAÇÃO NORMAL (RESGATE 03)

AIRBUS

02 – Lifting System
2.3 Main Transmission

EC135 Classic
cat.B1
Training Manual

2.3 Main Transmission

2.3.1 General

The main transmission transfers the power from both engines to the main rotor system, tail rotor and the accessory drives. All mounting points, attachment fittings and oil lines are integral with the transmission casing. Two freewheel units incorporated in the input drives allow power to be transmitted only from the engines to the main transmission.

Components

The main transmission is of modular design and mainly consists of:

- LH and RH input drives
- tail rotor drive
- main gearbox
- lubrication and cooling system
- LH and RH accessory drives.

Tab. 02-1: Leading Particulars Main Transmission

Mass	approx. 143.5 kg	
Gear reduction	Main rotor	14.923
	Tail rotor	1.183
Speed	Drive	5898
	Main rotor	395
	Tail rotor output	4986
Oil quantity	approx. 10.0 l	
Oil types	AirGO 3001 for EC135 T2+ / P2+ and P3 / T3 alternatively: 0-156; MIL-L-23699 C for all other EC135	
Material	Aluminium alloy	

♦ **NOTE** Airbus Helicopters recommends AirGo 3001 for all EC135.



FLIGHT MANUAL EC 135 T2 (CPDS)

Limitations

2.11 ROTOR RPM LIMITATIONS

WARNING MAIN ROTOR LEAD-LAG RESONANCE MAY OCCUR IN THE 60-68% ROTOR RPM RANGE. WHEN ROTOR RPM IS WITHIN THIS RANGE, ANY STIMULATION OF LEAD-LAG OSCILLATION MAY RESULT IN SEVERE DAMAGE OF THE MAIN ROTOR BLADES. THEREFORE, MAINTAIN THE CYCLIC STICK IN NEUTRAL POSITION AND THE COLLECTIVE DOWN.

CONDITION	Power ON	Power OFF
Minimum Transient (max. 20 s)	85 %	
Minimum Continuous 1500 kg ≤ GM < 1900 kg 1900 kg ≤ GM	97 %	80 %
	97 %	85 %
Maximum Continuous	104 %	106 %
Maximum Transient (max. 20 s)		112 %

RPM Warning Light and AUDIO Warnings:

N _R RPM	RPM-Light	AUDIO-Tone	Reset
N _R ≤ 97 %	ON	Intermittent Low	Yes
N _R ≥ 106 %	Flashing	Gong	Yes
N _R ≥ 112 %	Flashing	Continuous High	No

NOTE In normal "Power On" operation the rotor speed is governed automatically as a function of density altitude (see Sect. 7 Engine Control System).

Fonte: Manual do Fabricante.

ANEXO C – FAIXA DE OPERAÇÃO NORMAL (RESGATE 04)



MANUAL DE INSTRUÇÃO
EC 130 B4

2.3.2 Limitação de altitude

Altitude máxima de operação em voo: Hp = 23.000 ft (7010 m).

2.3.3 Limitação de temperatura

- Temperatura mínima: : - 40 °C
- Temperatura máxima: : ISA +35 °C, limitada a +50 °C.

2.3.4 Limitações de pouso e parada do rotor em terreno inclinado

- Posição cabrada : 6°
- Posição picada : 6°
- Inclinação lateral : 8°

2.3.5 Limitações de manobras

Não exceder o fator de carga causando o acendimento da luz **LIMIT**.

2.3.7 Voo sob neve

O VOO SOB NEVE É PROIBIDO.

2.4 LIMITAÇÕES DA CÉLULA

2.4.1 Limitações do rotor principal

É proibido usar o freio rotor antes do corte do motor.
Tempo mínimo entre duas frenagens consecutivas : 5 minutos.



- ▽ : 170 rpm - Rotação máxima para frenagem do rotor.
- : 320 rpm - Mínima em autorotação.
- : 320 a 375 rpm - Faixa de atenção.
- : 375 a 405 rpm - Faixa de operação normal.
- : 405 a 430 rpm - Faixa de atenção.
- : 430 rpm - Máxima em autorotação.

NOTA:

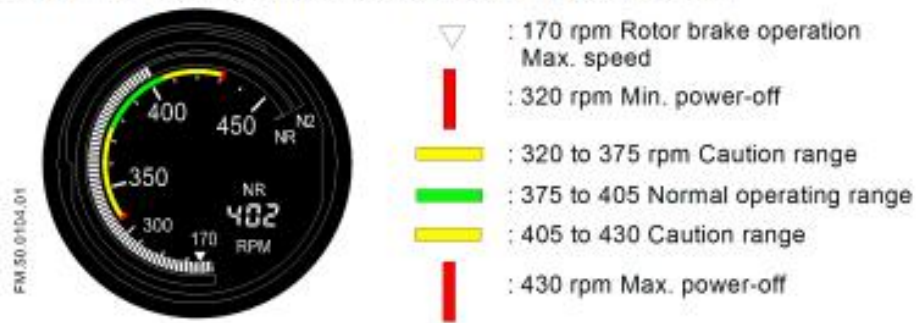
Alarme sonoro de NR mínima ≤ 360 rpm.
Alarme sonoro de NR máxima ≥ 410 rpm.

Fonte: Manual do Fabricante.

ANEXO D – FAIXA DE OPERAÇÃO NORMAL (RESGATE 08)

1 MAIN ROTOR LIMITATIONS

It is prohibited to use the rotor brake prior to engine shutdown.
Minimum time between two consecutive brake applications: 5 min.



NOTE

Low NR aural warning ≤ 360 rpm
High NR aural warning ≥ 410 rpm

CAUTION

THIS PAGE MUST NOT BE REMOVED FROM THE MANUAL UNTIL EMBODIMENT OF MODIFICATION 07.4222.

APPROVED

350 B3e

2.4

Fonte: Manual do Fabricante.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO – DOR NA COLUNA EM PILOTOS DE HELICÓPTERO DO CBMDF

Este questionário tem como objetivo avaliar a dor na coluna vertebral dos pilotos de helicóptero do CBMDF. Busca-se entender a presença e a intensidade da dor em diferentes fases do voo (antes, durante e após o voo), bem como identificar as regiões da coluna mais afetadas.

As informações coletadas serão utilizadas para compreender melhor as condições da coluna vertebral dos pilotos e identificar a necessidade de medidas preventivas ou intervenções no ambiente de trabalho, visando a melhoria da saúde e segurança dos profissionais.

Importante: O preenchimento é anônimo. As informações serão utilizadas para estudo no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais.

Tempo aproximado de preenchimento: 5 minutos

Cap. QOBM/Comb. DIEGO

1. IDENTIFICAÇÃO E PERFIL

1.1 Função nas operações aéreas:

- ☐ Comandante
- ☐ Copiloto

1.2 Posto:

- ☐ Coronel
- ☐ Tenente-Coronel
- ☐ Major
- ☐ Capitão
- ☐ 1º Tenente
- ☐ 2º Tenente

1.3 Situação atual:

- ☐ Ativa (está na escala de piloto de helicóptero)
- ☐ Ativa (NÃO está na escala de piloto de helicóptero)
- ☐ Reserva (Responda de acordo com o que lembra da sua época na escala de piloto de helicóptero)

1.4 Faixa etária:

- ☐ < 25 anos
- ☐ 25–34
- ☐ 35–44
- ☐ 45–54
- ☐ ≥ 55

1.5 Tempo total de atuação na aviação (anos):

- ☐ 0–3
- ☐ 4–6

- ☐ 7–9
- ☐ ≥ 10

1.6 Horas totais de voo acumuladas (aproximadas):

- ☐ < 150
- ☐ 150–300
- ☐ 301–500
- ☐ 501–700
- ☐ ≥ 701

1.7 Modelo(s) de helicóptero que opera(ou): (Pode marcar mais de uma opção)

- ☐ Resgate 01
- ☐ Resgate 02
- ☐ Resgate 03
- ☐ Resgate 04
- ☐ Resgate 08

2. DOR NA COLUNA ASSOCIADA AO SERVIÇO DE VOO

Relate a dor percebida durante o período que esteve na escala de piloto de helicóptero.

2.1 Sente dor na coluna antes de iniciar o serviço (antes do voo)?

- ☐ Nunca
- ☐ Raramente
- ☐ Às vezes
- ☐ Frequentemente
- ☐ Sempre

2.2 Sente dor na coluna durante o voo?

- ☐ Nunca
- ☐ Raramente
- ☐ Às vezes
- ☐ Frequentemente
- ☐ Sempre

2.3 Sente dor na coluna após o voo (nas horas seguintes)?

- ☐ Nunca
- ☐ Raramente
- ☐ Às vezes
- ☐ Frequentemente
- ☐ Sempre

2.4 Sente dor na coluna em dias sem voo?

- ☐ Nunca
- ☐ Raramente
- ☐ Às vezes
- ☐ Frequentemente
- ☐ Sempre

2.5 Utiliza medicação para aliviar a dor ou o desconforto durante ou após o voo?

- ☐ Não
- ☐ Sim. Menos de uma vez por semana
- ☐ Sim. Uma vez por semana
- ☐ Sim. De 2 a 3 vezes por semana
- ☐ Sim. De 3 a 5 vezes por semana
- ☐ Sim. Todos os dias

2.6 A dor interfere no desempenho durante o voo?

- ☐ Nunca
- ☐ Raramente
- ☐ Às vezes
- ☐ Frequentemente
- ☐ Sempre

2.7 Já precisou de afastamento médico por dor na coluna? (A quantidade de afastamentos independe dos dias)

- ☐ Não
- ☐ Não sei informar
- ☐ 1–5 vezes
- ☐ 6–10 vezes
- ☐ Maior que 10 vezes

3. LOCALIZAÇÃO E INTENSIDADE DA DOR
Relate a dor percebida durante o período que esteve na escala de piloto de helicóptero.

Indique a intensidade da dor em cada região da coluna (de 0 a 10):

- **0:** Não sinto
- **1–3:** Leve
- **4–6:** Moderada
- **7–8:** Intensa
- **9–10:** Muito intensa

3.1 Intensidade da dor cervical (pescoço):

- ☐ 0
- ☐ 1–3
- ☐ 4–6
- ☐ 7–8
- ☐ 9–10

3.2 Intensidade da dor torácica (meio das costas):

- ☐ 0
- ☐ 1–3
- ☐ 4–6
- ☐ 7–8
- ☐ 9–10

3.3 Intensidade da dor lombar (parte baixa):

- ☐ 0
- ☐ 1–3
- ☐ 4–6
- ☐ 7–8
- ☐ 9–10

4.	PERCEPÇÃO	E	POSSÍVEIS	CAUSAS
Relate a dor percebida durante o período que esteve na escala de piloto de helicóptero.				

4.1 Sente que a dor na coluna está relacionada com a função de piloto de helicóptero.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Não sei
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Não sinto dor

4.2 Sente que a dor na coluna está relacionada à vibração da aeronave?

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Não sei
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Não sinto dor

4.3 Sente que a dor na coluna está relacionada à postura de voo?

- ☐ Discordo totalmente

- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Não sei
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Não sinto dor

4.4 Em qual aeronave sente maior desconforto postural? (Pode marcar mais de uma opção)

- ☐ Resgate 01
- ☐ Resgate 02
- ☐ Resgate 03
- ☐ Resgate 04
- ☐ Resgate 08

4.5 Qual(is) atividade(s) sente dor na coluna? (Pode marcar mais de uma opção)

- ☐ Serviço Operacional
- ☐ Instrução (instrutor ou aluno)
- ☐ Voos longos para outros estados ou Navegações
- ☐ Não sinto dor

5. ESTADO ATUAL E PREVENÇÃO

Aos oficiais veteranos, solicita-se que o comparativo seja realizado com a situação existente no momento imediato da saída da escala de piloto de helicóptero, e não com a conjuntura atual.

Aos oficiais da ativa, considere o momento atual, caso estejam na escala de piloto de helicóptero. Caso não estejam mais na escala, considerem o momento que faziam parte da escala.

5.1 Em comparação com o início da carreira como piloto, sua dor na coluna está:

- ☐ Ausente
- ☐ Igual
- ☐ Levemente pior
- ☐ Pior
- ☐ Muito pior

5.2 Já teve treinamento sobre a melhor postura ergonômica na aviação?

- ☐ Sim
- ☐ Não

5.3 Já fez tratamento de reabilitação na coluna vertebral após ingressar para a aviação (fisioterapia, pilates, RPG, acupuntura, outros)?

- ☐ Sim
- ☐ Não

5.4 Faz algum tipo de alongamento ou ginástica laboral antes do voo ou pós voo?

- ☐ Sim, sempre
- ☐ Sim, às vezes (metade dos serviços)
- ☐ Não

5.5 Acha necessário intervenção laboral por parte do CBMDF para prevenção de doenças musculoesqueléticas na coluna vertebral em pilotos de helicóptero?

- ☐ Nenhuma
- ☐ Baixa
- ☐ Moderada
- ☐ Alta
- ☐ Urgente

APÊNDICE B

PRODUTO

Projeto de Saúde Ocupacional para Pilotos de Helicóptero do CBMDF:

Prevenção de Distúrbios na Coluna Vertebral Associados à Vibração e Postura

Descrição:

O projeto tem como objetivo implementar um programa contínuo de saúde ocupacional voltado para os pilotos de helicóptero do CBMDF que se encontram em escala operacional. O foco está na prevenção e monitoramento dos impactos causados pela vibração de corpo inteiro (VCI) e pelas posturas adotadas durante as operações aéreas. Fundamentado nas diretrizes das Normas Regulamentadoras (NRs) 01, 09 e 17, o projeto visa garantir um ambiente de trabalho mais seguro e saudável, alinhando-se às melhores práticas para o gerenciamento de riscos ocupacionais e ergonomia. **Este projeto é uma sugestão de intervenção e pode ser alterado conforme a área técnica achar necessário.**

Finalidade:

A principal finalidade deste projeto é reduzir os distúrbios musculoesqueléticos, com ênfase na coluna vertebral, que afetam os pilotos de helicóptero do CBMDF, especialmente os que estão em atividade operacional. A exposição prolongada à vibração contínua e a adoção de posturas inadequadas durante os voos são fatores que aumentam o risco de lesões, como lombalgias e dores cervicais. Assim, o projeto propõe a implementação de medidas preventivas, como a aplicação de checklists ergonômicos, acompanhamento médico e fisioterápico, além de ações para garantir a manutenção das aeronaves, minimizando os efeitos da vibração. O objetivo final é melhorar a saúde ocupacional, reduzir o número de afastamentos por problemas de coluna e assegurar a continuidade das operações com segurança e eficácia.

Destinatários:

Este projeto é destinado aos pilotos de helicóptero do CBMDF que estão em escala operacional. A proposta visa mitigar os riscos ocupacionais dessa função,

promovendo a manutenção da saúde física e o desempenho eficiente nas missões.

Objetivos:

O projeto também tem como objetivo evitar a baixa dos pilotos devido a problemas musculoesqueléticos, promover a longevidade da carreira dos profissionais da aviação e contribuir para a melhoria das condições de trabalho de forma alinhada à Política de Qualidade de Vida no Trabalho (PQVT) do CBMDF. Ao garantir a saúde e a funcionalidade da coluna vertebral, o projeto busca assegurar que os pilotos possam continuar suas atividades ao longo do tempo, sem prejuízos para sua saúde e desempenho.

Abreviações:

- **NR:** Norma Regulamentadora
- **NHO:** Norma de Higiene Ocupacional
- **GRO:** Gerenciamento de Riscos Ocupacionais
- **PGR:** Programa de Gerenciamento de Riscos
- **VCI:** Vibração de Corpo Inteiro
- **AET:** Análise Ergonômica do Trabalho

A seguir, será apresentado um quadro com sugestões de ações práticas propostas, alinhadas às NRs aplicáveis, com responsabilidades atribuídas aos setores envolvidos.

Norma / item (NR)	O que pede (resumo)	Ação prática no CBMDF	Responsável principal
NR-01 (GRO/PGR)	Estruturar e manter um PGR para a atividade.	• Instituir o PGR Pilotos de Helicóptero (VCI + postura). • Revisar periodicamente (semestral/anual) com indicadores.	Medicina do Trabalho
NR-09 (Anexo I – Vibração) 1.1 e 2.1	Avaliar exposição a VCI onde houver exposição e adotar medidas de prevenção.	• Cadastrar pilotos expostos e registrar horas de voo/mês. • Classificar exposição (baixa/média/alta) e priorizar acompanhamento. • Triagem semestral de sintomas/funcionalidade.	Medicina do Trabalho e Fisioterapia
NR-09 (Anexo I) 4.1–4.3	Realizar avaliação preliminar e, se necessário, quantitativa.	• Avaliação preliminar semestral: questionário curto (dor/limitação) + triagem funcional/postural. • Definir gatilhos para avaliação quantitativa (recorrência, afastamento, relatos repetidos). • Encaminhar conforme risco (prevenção, reabilitação,	Fisioterapia (triagem funcional) Medicina do Trabalho (decisão/gestão)

		restrições temporárias quando indicado). • Caso seja possível, fazer a aferição precisa da vibração de cada helicóptero com os padrões estabelecidos na NHO 09.	
NR-09 (Anexo I) 3.2	Comprovar ações de manutenção para controle/redução de vibração.	• Criar campo no livro de serviço: vibração anormal (sim/não). • Se “sim”: iniciar procedimentos para como balanceamento das pás, para enquadramento no manual. • Reportar achados relevantes ao PGR para atualização do plano de ação.	Seção de Manutenção
NR-09 (Anexo I) 3.1.1	Reduzir risco considerando postura e esforço físico.	• Checklist pré-voo de ajuste do assento e postura (1–2 min). • Orientação prática para postura neutra e compensações seguras.	Fisioterapia

NR-17 (Ergonomia – postura)	Reduzir sobrecarga postural e integrar ergonomia ao plano de ação.	• Realizar a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) • Padronizar checklist postural e ajustes do posto (assento/apoios). • Treinamento semestral de ergonomia/postura. • Registrar recomendações ergonômicas como ação do PGR.	Fisioterapia (execução) Medicina do Trabalho (AET e integração ao PGR)
NR-17 (rotina preventiva)	Promover medidas contínuas para evitar sobrecarga.	• Sequência pós-voo de alongamentos/mobilidade padronizada pela Fisioterapia. • Material visual simples (<i>banner</i>) ou vídeo para ser divulgado na rotina operacional. • Reforço periódico e reavaliação conforme adesão/queixas.	Fisioterapia
NR-09 + NR-17 (medidas organizacionais)	Aplicar medidas organizacionais (pausas/alternância/redução de exposição) quando necessário.	• Pausas em solo quando operacionalmente possível. • Rodízio/alternância de missões longas.	Medicina do Trabalho (recomendação/gestão)

		• Redução temporária da carga de voo de piloto sintomático.	
Fluxo de intervenção clínica (interno)	Garantir vigilância em saúde e reabilitação.	• Leves: orientação + rotina preventiva + reavaliação semestral. • Moderados/recorrentes: ciclo curto de fisioterapia + reavaliação trimestral. • Graves/afastamento: avaliação médica + reabilitação intensiva + retorno gradual.	Medicina do Trabalho (gestão do caso) Fisioterapia (tratamento)