



CARGA OPERACIONAL EM UNIDADES POLICIAIS ESPECIALIZADAS: ANÁLISE DAS CARGAS TRANSPORTADAS E SEUS IMPACTOS SOBRE O DESEMPENHO OPERACIONAL

OPERATIONAL LOAD IN SPECIALIZED POLICE UNITS: ANALYSIS OF CARRIED LOADS AND THEIR IMPACTS ON OPERATIONAL PERFORMANCE

CARGA OPERACIONAL EN UNIDADES POLICIALES ESPECIALIZADAS: ANÁLISIS DE LAS CARGAS TRANSPORTADAS Y SUS IMPACTOS SOBRE EL DESEMPEÑO OPERACIONAL

Gabriel Grani¹, Fabricio Baran Carvalho²

e768227

<https://doi.org/10.47820/recima21.v7i6.8227>

PUBLICADO: 06/2026

RESUMO

A atividade policial especializada exige o transporte contínuo de equipamentos de proteção individual, armamentos e acessórios operacionais, impondo elevados níveis de sobrecarga física aos operadores. Este estudo teve como objetivo identificar, quantificar e comparar as cargas operacionais transportadas por policiais militares de diferentes especialidades da Polícia Militar do Paraná, além de discutir seus potenciais impactos sobre o desempenho operacional. Trata-se de uma pesquisa descritiva, observacional e quantitativa. Foram analisadas especialidades pertencentes ao Batalhão de Polícia de Choque, Batalhão de Operações Especiais, Regimento de Polícia Montada, Companhia Independente de Rondas Ostensivas com Aplicação de Motocicletas. Os equipamentos foram identificados por meio de entrevistas técnicas com Oficiais responsáveis e operadores experientes, sendo posteriormente pesados individualmente no Centro de Educação Física e Desporto da Polícia Militar do Paraná. Os resultados demonstraram ampla variação das cargas operacionais, variando de 10,35 kg no policiamento ostensivo convencional até 43,75 kg nos operadores antibombas. As maiores cargas foram observadas em funções relacionadas ao arrombamento tático, operações rurais e atividades antibombas, ultrapassando 45% da massa corporal de referência. Especialidades classificadas como de cargas “pesadas” e “extremas” apresentaram maior potencial de comprometimento biomecânico e fisiológico, especialmente relacionado à mobilidade operacional, fadiga precoce e aumento da demanda musculoesquelética. Conclui-se que a carga operacional pode limitar o desempenho físico e funcional de policiais especializados, reforçando a importância da otimização ergonômica, prevenção de lesões e treinamento físico específico.

PALAVRAS-CHAVE: Carga Operacional. Polícia Militar. Biomecânica. Desempenho Funcional. Ergonomia Ocupacional. Transporte de Carga.

ABSTRACT

Specialized police activity requires the continuous carriage of personal protective equipment, firearms, and tactical accessories capable of imposing high levels of physical overload on operators. The present study aimed to identify, quantify, and compare the operational loads carried by police officers from different specialized units of the Military Police of Paraná, as well as to discuss their potential impacts on operational performance. This was a descriptive,

¹ Doutorando pela Universidade Federal do Paraná e Mestre pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba/Paraná/Brasil.

² Especialista em Fisiologia do Exercício e Prescrição do Exercício, Polícia Militar do Paraná, Curitiba/Paraná/Brasil.



observational study with a quantitative approach. Specialized units from the Shock Police Battalion, Special Operations Battalion, Mounted Police Regiment, Independent Motorcycle Patrol Company (CIROCAM) were analyzed. Equipment was identified through technical interviews with commanding officers and experienced operators from each specialty and subsequently weighed individually at the Physical Education and Sports Center of the Military Police of Paraná. The results demonstrated substantial variation in operational load among the specialties analyzed, ranging from 10.35 kg in conventional patrol policing to 43.75 kg in bomb squad operators. The highest loads were observed in tactical breaching, rural operations, and explosive ordnance disposal activities, exceeding 45% of the reference body mass adopted in the study. Specialties classified as “heavy” and “extreme” loads demonstrated greater potential for biomechanical and physiological impairment, particularly regarding operational mobility, premature fatigue, and increased musculoskeletal demand. It is concluded that operational load constitutes a potentially limiting factor for the physical and functional performance of specialized police officers, reinforcing the importance of ergonomic optimization strategies, injury prevention measures, and specific physical training programs focused on load carriage demands.

KEYWORDS: Operational Load. Military Police. Biomechanics. Functional Performance. Occupational Ergonomics. Load Carriage.

RESUMEN

La actividad policial especializada exige el transporte continuo de equipos de protección individual, armamento y accesorios operacionales, imponiendo elevados niveles de sobrecarga física a los operadores. Este estudio tuvo como objetivo identificar, cuantificar y comparar las cargas operacionales transportadas por policías militares de diferentes especialidades de la Policía Militar de Paraná, además de discutir sus posibles impactos sobre el desempeño operacional. Se trata de una investigación descriptiva, observacional y cuantitativa. Fueron analizadas especialidades pertenecientes al Batallón de Policía de Choque, Batallón de Operaciones Especiales, Regimiento de Policía Montada, Compañía Independiente de Rondas Ostensivas con Aplicación de Motocicletas. Los equipos fueron identificados mediante entrevistas técnicas con oficiales responsables y operadores experimentados, y posteriormente pesados individualmente en el Centro de Educación Física y Deportes de la Policía Militar de Paraná. Los resultados demostraron amplia variación de las cargas operacionales, desde 10,35 kg en el patrullaje ostensivo convencional hasta 43,75 kg en operadores antibombas. Las mayores cargas fueron observadas en funciones relacionadas con allanamiento táctico, operaciones rurales y actividades antibombas, superando el 45% de la masa corporal de referencia adoptada. Las especialidades clasificadas con cargas “pesadas” y “extremas” presentaron mayor potencial de compromiso biomecánico y fisiológico, especialmente relacionado con la movilidad operacional, la fatiga precoz y el aumento de la demanda musculoesquelética. Se concluye que la carga operacional puede limitar el desempeño físico y funcional de policías especializados, reforzando la importancia de la optimización ergonómica, prevención de lesiones y el entrenamiento físico específico para el transporte ocupacional de carga.

PALABRAS CLAVE: Carga Operacional. Policía Militar. Biomecánica. Desempeño Funcional. Ergonomía Ocupacional. Transporte de Carga.

1. INTRODUÇÃO

A atividade policial militar apresenta elevada complexidade operacional, exigindo que os agentes de segurança pública executem tarefas fisicamente intensas, frequentemente em



ambientes imprevisíveis e potencialmente letais. Embora parte significativa da rotina policial seja caracterizada por períodos prolongados de baixa exigência física, situações críticas como perseguições a pé, contenção de indivíduos agressivos, transposição de obstáculos, progressões táticas, operações em áreas de mata, controle de distúrbios civis e ocorrências de alto risco demandam elevados níveis de potência muscular, mobilidade, resistência e capacidade funcional dos operadores (BONNEAU; BROWN, 1995; ORR et al., 2021).

Devido à natureza ocupacional da atividade policial, os operadores necessitam transportar diariamente equipamentos de proteção individual e armamentos destinados à preservação da própria integridade física e ao cumprimento da missão operacional. Entre esses equipamentos incluem-se coletes balísticos, cinturões operacionais, rádios comunicadores, munições, armamentos longos, escudos balísticos, capacetes, instrumentos de menor potencial ofensivo e equipamentos especializados (HUDSON et al., 2024). Hudson et al. (2024) destacam que, além do peso absoluto transportado, fatores como distribuição da carga, posicionamento dos equipamentos e características ergonômicas do aparato operacional podem influenciar diretamente conforto, mobilidade funcional, desempenho locomotor e capacidade de resposta dos operadores durante atividades policiais de elevada exigência física.

O transporte de carga ocupacional tem sido associado a alterações fisiológicas, biomecânicas e funcionais importantes. Estudos demonstram que o aumento da carga transportada eleva a frequência cardíaca, o custo metabólico, o consumo de oxigênio e a percepção subjetiva de esforço durante tarefas operacionais (DEMPSEY; HANDCOCK; REHRER, 2013). De acordo com Thomas et al. (2018), o transporte de carga tática (aprox. 14,2 kg) reduz significativamente a eficiência operacional de membros da SWAT, aumentando o tempo total de execução de tarefas motoras em 7,8%. O estudo observou que o peso adicional prejudica tarefas que exigem agilidade e força explosiva, como a transposição de obstáculos (incremento de 16,7% no tempo), subir escadas (14%) e o rastejo baixo (incremento de 34,3%).

Pesquisas recentes demonstram que cargas operacionais podem comprometer o desempenho em sprints curtos, saltos verticais, corridas de agilidade e tarefas ocupacionais específicas, produzindo aquilo que alguns autores denominam “déficit tático”, definido como a perda de desempenho decorrente do uso de equipamentos operacionais (BLOODGOOD et al., 2024). Wiley et al. (2020) observaram redução significativa no desempenho do salto vertical de policiais utilizando equipamentos operacionais completos, sugerindo impacto direto sobre a capacidade de geração de potência muscular.

Além do peso absoluto transportado, fatores como distribuição da carga, posicionamento dos equipamentos, assimetria corporal e características específicas da missão operacional



podem influenciar diretamente a mobilidade e o desempenho funcional dos operadores (RAMSTRAND et al., 2016; TOMES; ORR; POPE, 2017). Estudos biomecânicos identificaram que equipamentos policiais podem alterar padrões de marcha, reduzir amplitude de movimento articular, comprometer mudanças rápidas de direção e aumentar a sobrecarga musculoesquelética, especialmente em operações prolongadas (TOMES; ORR; POPE, 2017).

Embora existam estudos relacionados ao impacto do transporte de carga em populações militares e policiais, grande parte da literatura analisa operadores táticos de maneira generalista, sem discriminar adequadamente as diferenças existentes entre especialidades policiais e funções operacionais específicas. Entretanto, diferentes unidades especializadas utilizam equipamentos distintos e desempenham missões com demandas físicas próprias, podendo resultar em importantes variações na sobrecarga biomecânica e fisiológica imposta aos operadores.

No contexto da Polícia Militar do Paraná (PMPR), unidades especializadas como o Batalhão de Polícia de Choque (BPCHOQUE), o Batalhão de Operações Especiais (BOPE), o Regimento de Polícia Montada (RPMON), a Companhia Independente de Rondas Ostensivas com Aplicação de Motocicletas (CIROCAM) utilizam equipamentos específicos conforme a natureza da missão desempenhada. Contudo, ainda existem poucos estudos nacionais que quantifiquem e comparem objetivamente as cargas operacionais transportadas entre diferentes especialidades policiais militares.

Apesar do crescente número de investigações internacionais relacionadas ao transporte ocupacional de carga em populações militares e táticas, ainda são escassos os estudos brasileiros que avaliam objetivamente a magnitude das cargas operacionais transportadas por diferentes especialidades policiais. Além disso, permanecem limitadas as investigações comparativas entre unidades especializadas, especialmente no contexto da Polícia Militar brasileira, dificultando a compreensão dos potenciais efeitos biomecânicos e funcionais associados à sobrecarga ocupacional nessas populações.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo identificar, quantificar e comparar as cargas operacionais transportadas por policiais militares de diferentes especialidades da Polícia Militar do Paraná, analisando os níveis de sobrecarga física conforme a função desempenhada e discutindo seus possíveis impactos biomecânicos e funcionais sobre a capacidade funcional dos policiais militares.



2. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, observacional e de abordagem quantitativa, desenvolvida por meio da identificação, mensuração e análise comparativa das cargas operacionais transportadas por policiais militares pertencentes a diferentes especialidades da Polícia Militar do Paraná.

O percurso metodológico foi estruturado em três fases interdependentes. Inicialmente, realizou-se o levantamento descritivo e a identificação sistemática da massa referente à indumentária, armamentos e dispositivos de proteção utilizados no policiamento ostensivo geral. Para garantir a fidedignidade da carga de base, foram considerados exclusivamente os itens de dotação oficial fornecidos pela Polícia Militar do Paraná (PMPR), comuns aos quadros operacionais da instituição, independentemente da unidade de lotação.

Simultaneamente, foi conduzida investigação técnica junto às unidades especializadas da Polícia Militar do Paraná. Para identificação dos equipamentos operacionais específicos de cada especialidade, foram entrevistados um Oficial responsável por cada unidade operacional e dois operadores especialistas pertencentes à respectiva função analisada, selecionados por experiência operacional e conhecimento técnico da atividade desempenhada. As entrevistas técnicas tiveram como objetivo identificar os equipamentos, armamentos e acessórios rotineiramente empregados durante o serviço operacional de cada grupo especializado.

A coleta de dados ocorreu entre os meses de janeiro e fevereiro de 2026. Após o levantamento operacional, procedeu-se à pesagem individualizada dos equipamentos no Centro de Educação Física e Desporto da Polícia Militar do Paraná (CEFID), com apoio técnico de policiais militares da unidade. Todos os equipamentos foram pesados separadamente, utilizando balança mecânica antropométrica Welmy®, modelo 104A, devidamente aferida e calibrada para utilização institucional.

Posteriormente, os dados foram organizados para determinação do somatório da carga transportada por cada especialidade policial analisada. A validação das cargas operacionais consideradas no estudo foi realizada por consenso técnico entre os Oficiais e operadores experientes entrevistados, os quais indicaram os equipamentos padronizados e rotineiramente utilizados em cada função operacional.

Por se tratar de pesquisa observacional descritiva, sem realização de intervenções fisiológicas, sem coleta de dados individuais identificáveis e sem exposição dos participantes a qualquer tipo de risco adicional, o estudo não foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa. As



entrevistas realizadas tiveram caráter exclusivamente técnico-operacional, sendo utilizadas apenas para identificação dos equipamentos rotineiramente empregados pelas unidades analisadas.

A etapa final compreendeu o desenvolvimento de revisão narrativa da literatura em bases científicas nacionais e internacionais. A investigação concentrou-se em estudos relacionados ao transporte ocupacional de carga em populações militares e policiais, especialmente quanto aos impactos fisiológicos, biomecânicos e funcionais associados à sobrecarga operacional. Além disso, foram analisadas estratégias de mitigação ergonômica, prevenção de lesões e treinamento físico aplicado ao desempenho ocupacional sob carga.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Equipamento operacional básico do Policial Militar

A análise inicial do presente estudo concentrou-se na identificação e quantificação da sobrecarga funcional padrão transportada pelo policial militar empregado no policiamento ostensivo convencional da Polícia Militar do Paraná. Essa carga basal foi utilizada como referência comparativa para todas as especialidades analisadas posteriormente.

Os equipamentos considerados nesta composição correspondem aos materiais de dotação obrigatória utilizados rotineiramente pelo policial militar durante o serviço operacional, incluindo armamento individual, munições, equipamentos de comunicação, instrumentos de



menor potencial ofensivo, proteção balística e itens administrativos.

Tabela 1 – Equipamentos Básicos PM

Item	Peso (Kg)
Pistola descarregada	0,750
Carregadores (50 munições)	0,900
Algema	0,350
HT (Rádio transmissor)	0,450
Espargidor	0,200
Cinto de guarnições	0,900
Uniforme completo	2,700
Placas balísticas	1,800
Capa modular	2,150
Canivete	0,150
Total	10,350 Kg

Fonte: Os autores (2026).

Os resultados demonstraram que o policial militar convencional transporta aproximadamente 10,35 kg de sobrecarga funcional durante o serviço diário, valor semelhante ao observado em estudos internacionais envolvendo policiais em atividade ostensiva geral (DEMPSEY; HANDCOCK; REHRER, 2013; WILEY et al., 2020).

Mesmo considerada uma carga basal, o peso identificado já representa aproximadamente 12,9% da massa corporal de um policial com 80 kg, percentual associado na literatura ao aumento do custo metabólico da locomoção e alterações biomecânicas compensatórias durante deslocamentos operacionais (FOX et al., 2020; ORR et al., 2021).

Este peso ocupacional foi adotado como peso padrão para todos os demais policiais especializados, ou seja, nas tabelas a seguir, considera-se este peso basal, mais o equipamento específico de cada grupo, realizando-se o somatório constando nas tabelas abaixo.



3.2. Cargas Operacionais do Batalhão de Polícia de Choque

Os operadores do Batalhão de Polícia de Choque apresentaram incremento substancial de carga em relação ao policiamento ostensivo convencional, especialmente em decorrência da utilização simultânea de equipamentos de proteção antitumulto, armamentos longos e dispositivos específicos para controle de distúrbios civis.

Tabela 2 – Cargas Operacionais do Batalhão de Polícia de Choque

Função	Principais Equipamentos	Peso Total (kg)	Incremento (%)
Escudeiro	Escudo balístico, bastão, capacete, máscara de gás	23,85	130,4
Atirador	Galge 12, bornal operacional, proteção antitumulto	19,85	91,8
Lançador	Bornal de granadas, artefatos químicos, proteção antitumulto	20,35	96,6
Segurança	Fuzil CZ Bren 2, carregadores adicionais, proteção antitumulto	20,65	99,5

Fonte: Os autores (2026).

Os resultados demonstraram que as funções do Batalhão de Polícia de Choque apresentaram cargas variando entre 19,85 kg e 23,85 kg, representando incremento operacional entre aproximadamente 91% e 130% em relação ao equipamento básico do policiamento ostensivo convencional.

Sob perspectiva biomecânica, observou-se predominância de cargas distribuídas anteriormente ao corpo, especialmente em decorrência da utilização de escudos balísticos, armamentos longos e equipamentos de proteção individual. Estudos relacionados ao transporte de carga demonstram que cargas anteriores promovem deslocamento do centro de massa corporal, aumento compensatório da inclinação anterior do tronco e maior demanda muscular sobre região lombar e cintura escapular (FOX et al., 2020; ORR et al., 2021).

Além disso, a utilização simultânea de capacetes, máscaras de gás, caneleiras e armamentos aumenta significativamente a rigidez corporal e reduz parcialmente a mobilidade funcional durante progressões táticas e deslocamentos rápidos. Ramstrand et al. (2016) demonstraram que operadores submetidos ao transporte de equipamentos policiais apresentam



alterações significativas nos padrões biomecânicos da marcha, incluindo redução do comprimento da passada e alterações compensatórias do equilíbrio postural.

Outro aspecto relevante refere-se ao aumento do custo metabólico decorrente da carga adicional transportada. Estudos envolvendo operadores militares e policiais demonstram que o incremento progressivo da carga operacional está associado à elevação da frequência cardíaca, maior consumo de oxigênio e aumento da percepção subjetiva de esforço durante tarefas operacionais prolongadas (BEEKLEY et al., 2007; DEMPSEY; HANDCOCK; REHRER, 2013).

Dessa forma, os resultados sugerem que os operadores do Batalhão de Polícia de Choque encontram-se submetidos a níveis moderados a elevados de sobrecarga fisiológica e biomecânica, especialmente em ocorrências prolongadas envolvendo controle de distúrbios civis e progressões sob carga.

3.3. Cargas Operacionais do Batalhão de Operações Especiais

As funções operacionais analisadas no Batalhão de Operações Especiais apresentaram os maiores níveis de sobrecarga dentre todas as especialidades avaliadas no presente estudo. Os resultados demonstraram importante aumento do equipamento transportado em missões relacionadas à intervenção tática, progressão em ambientes confinados, operações rurais e ocorrências antibombas.

Tabela 3 – Cargas Operacionais do BOPE/COE

Função	Principais Equipamentos	Peso Total (kg)	Incremento (%)
Escudeiro	Escudo balístico, Cz Bren 2 (Designador laser, mira holográfica e magnificador), proteção tática	31,35	202,9
Arrombador	Kit arrombamento, Cz Bren 2 (Designador laser, mira holográfica e magnificador), proteção tática	40,85	294,7
Atirador	Fuzil AR 10 com acessórios ópticos	25,05	142,0
Ponta de G.I	Cz Bren 2 (Designador laser, mira holográfica e magnificador), carregadores adicionais, proteção tática	22,65	118,8
Operador rural/mata	Mochila operacional, visão noturna, Cz Bren 2 (Designador laser, mira holográfica e magnificador)	31,75	206,8
Operador EAB	Traje antibomba e braço robótico, carregadores adicionais, proteção tática	43,75	322,7

Fonte: Os autores (2026).

Os resultados demonstraram ampla variação de carga operacional entre as funções do BOPE/COE, variando entre 22,65 kg e 43,75 kg. As maiores cargas foram identificadas nas funções relacionadas ao Arrombador, em razão do kit arrombamento e operações antibombas devido ao traje antibomba completo e braço robótico, ambas classificadas posteriormente como cargas extremas.

Sob perspectiva biomecânica, os operadores do BOPE/COE apresentaram importantes características de sobrecarga axial, anterior e assimétrica decorrentes do transporte simultâneo de armamentos longos, ferramentas operacionais, equipamentos de proteção balística e mochilas de sustentação operacional. Estudos relacionados ao transporte de carga demonstram que cargas elevadas promovem deslocamento do centro de massa corporal, aumento compensatório da inclinação anterior do tronco e alterações biomecânicas da marcha durante deslocamentos prolongados (FOX et al., 2020; ORR et al., 2021).

As funções relacionadas ao transporte de mochilas operacionais e ferramentas de arrombamento apresentaram potencial elevado de sobrecarga lombar e aumento da demanda muscular sobre membros inferiores e cintura escapular. Além disso, cargas assimétricas estão



associadas a maior oscilação postural e alterações compensatórias do equilíbrio durante deslocamentos táticos (RAMSTRAND et al., 2016).

Outro aspecto relevante refere-se ao aumento substancial do custo metabólico imposto pelas cargas identificadas no presente estudo. Segundo Beekley et al. (2007), o transporte contínuo de cargas elevadas pode promover aumento significativo da frequência cardíaca, consumo de oxigênio e percepção subjetiva de esforço, especialmente em operadores submetidos a deslocamentos prolongados ou tarefas de alta intensidade física.

Os operadores antibombas apresentaram a maior carga operacional do estudo, ultrapassando 54% da massa corporal utilizada como referência. Estudos militares demonstram que cargas dessa magnitude podem estar associadas a importante redução da mobilidade funcional, maior risco de fadiga precoce e aumento da incidência de lesões musculoesqueléticas relacionadas ao transporte de carga ocupacional (U.S. ARMY PUBLIC HEALTH CENTER, 2017; ORR et al., 2021).

Dessa forma, os resultados sugerem que os operadores do BOPE/COE encontram-se submetidos aos maiores níveis de exigência fisiológica e biomecânica dentre as especialidades analisadas no presente estudo.

3.4. Cargas Operacionais do Regimento de Polícia Montada e da Companhia Independente de Rondas Ostensivas com aplicação de motocicletas

As unidades de policiamento montado e motociclístico apresentaram menores valores absolutos de carga ocupacional quando comparadas às unidades de choque e operações especiais. Entretanto, observou-se que as características biomecânicas específicas dessas modalidades operacionais também impõem importantes demandas musculoesqueléticas aos operadores.

**Tabela 4 – Cargas Operacionais do RPMON e CIROCAM**

Função	Principais Equipamentos	Peso Total (kg)	Incremento (%)
Cavalaria – Patrulhamento	Capacete patrulha, PR120	12,85	24,2
Cavalaria – Choque Montado	Capacete choque, proteções articulares, PR120	14,55	40,6
Motociclista CIROCAM	Capacete motociclista, proteções articulares, fuzil CZ Bren 2	18,35	77,3

Fonte: Os autores (2026).

Embora tenham apresentado menores níveis absolutos de equipamento transportado quando comparadas às unidades de choque e operações especiais, as funções do policiamento montado e motociclístico possuem características ergonômicas específicas capazes de produzir importante sobrecarga musculoesquelética durante o serviço operacional.

No policiamento montado, a permanência prolongada em postura sentada associada à necessidade contínua de estabilização do tronco e controle postural dinâmico durante a movimentação do animal pode aumentar significativamente a demanda muscular sobre região lombar, quadril e musculatura estabilizadora do core. Estudos relacionados à exposição ocupacional à vibração mecânica demonstram associação entre vibração de corpo inteiro, postura sustentada e aumento da incidência de dor lombar e fadiga musculoesquelética em atividades prolongadas (TIEMESSEN et al., 2008). Além disso, a necessidade contínua de ajustes posturais para manutenção do equilíbrio durante a montaria impõe elevada demanda neuromuscular e estabilizadora sobre o sistema musculoesquelético, especialmente durante operações prolongadas e deslocamentos em terrenos irregulares (TIEMESSEN et al., 2008).

No policiamento com motocicleta, fatores como vibração mecânica, postura sustentada, necessidade contínua de estabilização dinâmica e deslocamentos rápidos em ambiente urbano aumentam significativamente a exigência funcional dos operadores. Em estudo envolvendo motociclistas ocupacionais demonstraram que a exposição prolongada à vibração de corpo inteiro está associada ao aumento da fadiga muscular, desconforto lombar e redução da capacidade funcional durante jornadas prolongadas (MANSFIELD, 2005).



Adicionalmente, a utilização simultânea de armamento longo, capacete motociclístico e equipamentos de proteção articular pode restringir parcialmente a amplitude de movimento, mobilidade funcional e velocidade de desembarque durante intervenções operacionais rápidas. Segundo estudos relacionados ao transporte de equipamentos policiais, o aumento da carga corporal associado ao uso de equipamentos de proteção promove alterações biomecânicas compensatórias, aumento do custo metabólico da locomoção e limitação parcial da mobilidade funcional (DEMPSEY; HANDCOCK; REHRER, 2013; RAMSTRAND et al., 2016).

Dessa forma, mesmo apresentando menores valores absolutos de equipamento transportado, as especialidades do RPMON e da CIROCAM permanecem submetidas a importantes demandas biomecânicas e ergonômicas relacionadas às características específicas da atividade operacional desempenhada.

3.5. Comparação e classificação das cargas operacionais

Para interpretação da magnitude da sobrecarga operacional observada nas diferentes especialidades da Polícia Militar do Paraná, utilizou-se como referência a proporção relativa entre a carga transportada e a massa corporal do operador, adotando-se massa corporal de referência de 80 kg, conforme parâmetros descritos na literatura internacional relacionada ao transporte de carga ocupacional em populações militares e táticas (FOX et al., 2020; ORR et al., 2021).

Estudos envolvendo operadores militares demonstram que o aumento progressivo da carga transportada está associado a alterações biomecânicas compensatórias, aumento do custo metabólico, redução da mobilidade funcional e maior risco de lesões musculoesqueléticas (KNAPIK et al., 1996; U.S. ARMY PUBLIC HEALTH CENTER, 2017).

A classificação operacional das cargas adotada no presente estudo foi elaborada a partir de parâmetros descritos na literatura internacional relacionada ao transporte ocupacional de carga em populações militares e táticas, especialmente estudos que relacionam percentuais da massa corporal aos efeitos fisiológicos, biomecânicos e funcionais do transporte de carga. Dessa forma, as categorias “leve”, “moderada”, “pesada” e “extrema” representam uma adaptação operacional proposta pelos autores com finalidade descritiva e comparativa entre as especialidades analisadas, não constituindo sistema classificatório previamente validado na literatura policial brasileira. Com base nesses parâmetros fisiológicos e biomecânicos, as cargas operacionais observadas no presente estudo foram classificadas da seguinte forma:

1. leve: até 15% da massa corporal;
2. moderada: entre 15% e 30%;
3. pesada: entre 30% e 45%;



4. extrema: acima de 45%.

A Tabela 5 apresenta a comparação geral das cargas operacionais observadas nas diferentes especialidades policiais analisadas.

Tabela 5 – Comparação Geral das Cargas Operacionais por Especialidade

Função/Especialidade	Peso Total (kg)	Incremento (%)
Equipamento Básico PM	10,35	—
Cavalaria – Patrulhamento	12,85	24,2
Cavalaria – Choque Montado	14,55	40,6
Motociclista CIROCAM	18,35	77,3
Atirador BPCHOQUE	19,85	91,8
Lançador BPCHOQUE	20,35	96,6
Segurança BPCHOQUE	20,65	99,5
Ponta BOPE/COE	22,65	118,8
Escudeiro BPCHOQUE	23,85	130,4
Atirador BOPE/COE	25,05	142,0
Escudeiro BOPE/COE	31,35	202,9
Operador Rural/Mata BOPE	31,75	206,8
Arrombador BOPE/COE	40,85	294,7
Operador BOPE/EAB	43,75	322,7

Fonte: Os autores (2026).

As menores cargas operacionais foram observadas nas atividades de policiamento montado, especialmente na Cavalaria – Patrulhamento, enquanto os maiores valores absolutos foram identificados nas funções do Arrombador BOPE/COE e do Operador BOPE/EAB, ambos submetidos a cargas superiores a 40 kg.

Observou-se tendência de aumento progressivo da carga operacional conforme o grau de especialização tática da atividade desempenhada. Funções relacionadas ao policiamento ostensivo convencional e patrulhamento especializado apresentaram menores níveis de sobrecarga, enquanto operadores empregados em missões de intervenção tática,

arrombamento, operações rurais e ocorrências antibombas apresentaram os maiores valores absolutos de carga transportada.

Além do peso absoluto, observou-se importante variabilidade biomecânica na distribuição das cargas operacionais. Enquanto algumas funções apresentaram predominância de carga frontal e assimétrica, como escudeiros e arrombadores, outras demonstraram maior sobrecarga axial decorrente do transporte prolongado de mochilas operacionais, armamentos longos e equipamentos especializados.

A Tabela 6 apresenta a classificação operacional das especialidades analisadas conforme a proporção relativa da massa corporal transportada.

Tabela 6 – Classificação Operacional das Especialidades Policiais Conforme a Proporção da Massa Corporal

Função/Especialidade	% Massa Corporal	Classificação
Equipamento Básico PM	12,9	Leve
Cavalaria – Patrulhamento	16,1	Moderada
Cavalaria – Choque Montado	18,2	Moderada
Motociclista CIROCAM	22,9	Moderada
Atirador BPCHOQUE	24,8	Moderada
Lançador BPCHOQUE	25,4	Moderada
Segurança BPCHOQUE	25,8	Moderada
Ponta BOPE/COE	28,3	Moderada
Escudeiro BPCHOQUE	29,8	Moderada
Atirador BOPE/COE	31,3	Pesada
Escudeiro BOPE/COE	39,2	Pesada
Operador Rural/Mata BOPE	39,7	Pesada
Arrombador BOPE/COE	51,1	Extrema
Operador BOPE/EAB	54,7	Extrema

Fonte: Os autores (2026).

Os resultados demonstraram que a maioria das especialidades policiais analisadas apresentou cargas superiores a 15% da massa corporal, valor já associado na literatura ao



aumento do custo energético da locomoção e ao aparecimento de alterações biomecânicas compensatórias durante deslocamentos sob carga (FOX et al., 2020; ORR et al., 2021).

Segundo Knapik et al. (1996), cargas entre aproximadamente 15% e 25% da massa corporal já são capazes de produzir aumento considerável do consumo de oxigênio, maior demanda cardiorrespiratória e alterações iniciais dos padrões de marcha, especialmente redução do comprimento da passada e aumento do tempo de contato com o solo durante a locomoção. Além disso, mesmo cargas moderadas podem elevar significativamente a percepção subjetiva de esforço e reduzir parcialmente a eficiência locomotora durante atividades prolongadas.

À medida que a carga transportada ultrapassa valores próximos a 30–35% da massa corporal, a literatura descreve aumento progressivo das adaptações biomecânicas compensatórias, incluindo maior inclinação anterior do tronco, aumento das forças de reação do solo e maior demanda muscular sobre região lombar e membros inferiores (FOX et al., 2020). Orr et al. (2021) destacam que cargas nessa magnitude já podem comprometer mobilidade funcional, velocidade de deslocamento e resistência física durante atividades operacionais prolongadas.

As funções classificadas como cargas extremas conforme os critérios adotados no estudo ultrapassaram 45% da massa corporal de referência, patamar descrito na literatura militar como potencialmente limitante a capacidade funcional e associado ao aumento substancial do risco de fadiga precoce, redução da mobilidade ocupacional e maior incidência de lesões musculoesqueléticas relacionadas ao transporte ocupacional de carga (U.S. ARMY PUBLIC HEALTH CENTER, 2017). Autores demonstram que cargas superiores a esse limiar promovem importante degradação do desempenho físico, especialmente em tarefas que exigem velocidade, agilidade, progressão tática e tomada de decisão sob estresse fisiológico elevado (ORR et al., 2021).

Dessa forma, os resultados observados sugerem que a sobrecarga operacional constitui fator potencialmente relevante para redução do desempenho funcional dos operadores policiais, especialmente nas especialidades de maior complexidade tática e maior exigência física.

3.6. Impacto potencial da sobrecarga no desempenho operacional policial

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que a atividade policial especializada impõe elevados níveis de sobrecarga física aos operadores, especialmente nas unidades de emprego tático. Diversas especialidades analisadas ultrapassaram os limiares descritos na literatura internacional como potencialmente limitantes ao desempenho funcional sob carga (U.S. ARMY PUBLIC HEALTH CENTER, 2017).



As funções classificadas no presente estudo como cargas “pesadas” e “extremas” apresentaram valores superiores a 30% e 45% da massa corporal de referência, respectivamente, patamares associados ao aumento significativo do custo metabólico, alterações biomecânicas compensatórias e redução da eficiência locomotora (FOX et al., 2020; ORR et al., 2021). Nesse contexto, os operadores do Arrombador BOPE/COE e do Operador BOPE/EAB apresentaram os maiores níveis absolutos de sobrecarga, sugerindo elevada exigência fisiológica e biomecânica durante o serviço operacional.

Estudos relacionados ao transporte de carga ocupacional demonstram que o aumento progressivo da massa transportada está associado a efeitos negativos sobre múltiplos componentes do desempenho físico, incluindo mobilidade, velocidade de deslocamento, resistência muscular, estabilidade postural, capacidade aeróbica e eficiência biomecânica (FOX et al., 2020; ORR et al., 2021). Em estudo recente conduzido com policiais militares de elite, Hoinatski et al. (2024) observaram que o transporte de carga não reduziu significativamente a potência mecânica absoluta dos operadores, porém promoveu redução significativa da agilidade funcional durante tarefas físicas específicas, sugerindo potencial impacto sobre deslocamentos rápidos e mudanças bruscas de direção em contexto operacional.

Segundo Orr et al. (2021), o transporte contínuo de cargas elevadas altera significativamente os padrões biomecânicos da marcha, aumenta as forças de reação do solo e promove adaptações posturais compensatórias, especialmente aumento da inclinação anterior do tronco e modificações no comprimento e frequência das passadas. Tais alterações biomecânicas tendem a reduzir a eficiência locomotora e aumentar a demanda energética durante deslocamentos prolongados.

Fox et al. (2020) destacam ainda que operadores submetidos ao transporte frequente de cargas superiores a aproximadamente 30% da massa corporal apresentam maior risco de lesões em coluna lombar e membros inferiores, particularmente em joelhos, tornozelos e pés. Os autores também descrevem importantes alterações na mecânica da marcha e no equilíbrio postural em condições de elevada sobrecarga ocupacional.

No contexto policial, tais alterações possuem relevância operacional ainda maior, uma vez que o policial militar necessita executar tarefas complexas sob elevada exigência cognitiva e emocional, frequentemente em ambientes imprevisíveis e de alto risco. Diferentemente do ambiente militar convencional, no qual parte significativa do transporte de carga ocorre em deslocamentos relativamente previsíveis, o policiamento especializado exige acelerações bruscas, mudanças rápidas de direção, progressão em ambientes confinados, transposição de obstáculos, combate aproximado e respostas imediatas a estímulos ameaçadores.



Além das repercussões biomecânicas, o aumento progressivo da carga externa também está associado ao aumento do custo fisiológico da atividade operacional. Beekley et al. (2007) demonstraram que o transporte contínuo de equipamentos promove elevação significativa do consumo de oxigênio, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço durante atividades locomotoras sob carga.

Os resultados observados no presente estudo sugerem que operadores submetidos a maiores níveis de sobrecarga ocupacional podem apresentar fadiga precoce durante ocorrências prolongadas ou operações de alta intensidade física. A fadiga muscular e metabólica decorrente da carga adicional transportada pode comprometer velocidade de deslocamento, capacidade de reação, precisão motora e desempenho técnico-tático durante situações críticas.

Outro aspecto relevante refere-se à associação entre sobrecarga ocupacional e risco de lesões musculoesqueléticas. O documento técnico do U.S. Army Public Health Center descreve que o transporte contínuo de cargas elevadas aumenta significativamente a incidência de lesões relacionadas à atividade operacional, especialmente em coluna lombar, joelhos, tornozelos e pés (U.S. ARMY PUBLIC HEALTH CENTER, 2017). Tais achados possuem importante aplicabilidade no contexto policial brasileiro, no qual afastamentos relacionados a dores lombares, lesões articulares e distúrbios osteomusculares representam causas frequentes de limitação funcional e absenteísmo ocupacional.

Os achados do presente estudo sugerem que parte das limitações operacionais observadas em determinadas especialidades policiais pode estar relacionada não apenas às exigências inerentes à missão, mas também à magnitude da carga externa obrigatoriamente transportada pelos operadores durante o serviço.

Nesse sentido, torna-se relevante discutir estratégias voltadas à mitigação da sobrecarga ocupacional, incluindo aprimoramento ergonômico dos equipamentos, redistribuição racional da carga, modernização e redução do peso dos materiais utilizados, além da implementação de programas específicos de treinamento físico operacional voltados ao transporte de carga ocupacional.

Além disso, os achados do presente estudo permitem discutir estratégias práticas e de baixo custo para mitigação dos efeitos potenciais da carga ocupacional sobre os policiais militares.

Estudos recentes demonstram que programas específicos de fortalecimento da musculatura do tronco ("core training") podem reduzir dores musculoesqueléticas e melhorar parâmetros de desempenho físico em operadores policiais submetidos ao transporte frequente de equipamentos pesados (GRANI et al., 2022).



Grani et al. (2022), ao investigarem policiais militares de unidade especializada, observaram que um programa simples de treinamento isométrico da musculatura do tronco, realizado durante o período regular de treinamento físico da tropa, promoveu redução significativa da dor musculoesquelética geral e melhora da resistência muscular do core. Os autores destacam que o fortalecimento da musculatura estabilizadora do tronco pode contribuir para melhor controle postural, maior estabilidade durante o transporte de carga e menor risco de lesões relacionadas à atividade operacional.

Os resultados observados no estudo de Grani et al. (2022) tornam-se particularmente relevantes no contexto das especialidades analisadas no presente trabalho, especialmente aquelas que transportam cargas superiores a 30% da massa corporal. Nessas condições, a literatura demonstra aumento significativo da demanda biomecânica sobre coluna lombar, quadril e membros inferiores (FOX et al., 2020; ORR et al., 2021).

Dessa forma, compreender o impacto fisiológico e biomecânico da carga transportada sobre o policial militar representa etapa fundamental para otimização do desempenho tático, preservação da saúde ocupacional e aumento da longevidade funcional dos operadores especializados.

3.7. Limitações do estudo

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Inicialmente, trata-se de uma investigação descritiva e observacional, não sendo realizadas avaliações fisiológicas, biomecânicas ou funcionais diretas relacionadas aos efeitos da carga transportada sobre os policiais militares avaliados, como análise de consumo de oxigênio, frequência cardíaca, cinemática da marcha ou marcadores objetivos de fadiga muscular.

Além disso, a classificação das cargas operacionais foi realizada a partir de uma massa corporal de referência de 80 kg, adotada com base em parâmetros utilizados na literatura internacional relacionada ao transporte ocupacional de carga. Dessa forma, variações individuais relacionadas à composição corporal, sexo, estatura, condicionamento físico e características antropométricas específicas dos operadores não foram consideradas na presente análise.

Outra limitação refere-se à variabilidade operacional existente entre equipes e missões distintas dentro das próprias especialidades analisadas. Embora os equipamentos tenham sido identificados por meio de entrevistas técnicas com operadores especializados e representem a configuração operacional mais frequentemente utilizada durante o serviço, determinadas



ocorrências podem demandar alterações pontuais na composição e distribuição da carga transportada.

Adicionalmente, o presente estudo concentrou-se na quantificação da carga externa transportada pelos operadores, não sendo avaliados diretamente os efeitos da sobrecarga sobre variáveis de desempenho físico, capacidade funcional, incidência de lesões ou desempenho técnico-operacional.

Apesar das limitações descritas, o estudo apresenta importante contribuição científica ao investigar de forma específica e aplicada a magnitude da carga operacional transportada por diferentes especialidades da Polícia Militar do Paraná, tema ainda pouco explorado na literatura nacional relacionada à fisiologia e biomecânica policial.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo identificou importantes diferenças na magnitude da carga ocupacional transportada por policiais militares pertencentes a diferentes especialidades da Polícia Militar do Paraná. Os resultados demonstraram que o nível de sobrecarga física varia substancialmente conforme a natureza da missão desempenhada, o grau de especialização tática e os equipamentos específicos exigidos em cada função operacional.

Observou-se que todas as especialidades analisadas apresentaram incremento de carga em relação ao equipamento básico do policiamento ostensivo convencional, sendo que determinadas funções ultrapassaram significativamente os limiares fisiológicos descritos na literatura internacional relacionada ao transporte de carga ocupacional.

As maiores cargas operacionais foram observadas nas funções do Operador BOPE/EAB e do Arrombador BOPE/COE, ambas classificadas como cargas extremas por excederem 45% da massa corporal considerada no estudo. Tais valores representam níveis elevados de exigência fisiológica e biomecânica, com potencial impacto negativo sobre mobilidade, resistência física, estabilidade postural e desempenho funcional dos operadores.

Além do peso absoluto transportado, verificou-se importante variabilidade biomecânica entre as especialidades policiais analisadas. Enquanto algumas funções apresentaram predominância de carga frontal e assimétrica, outras demonstraram maior sobrecarga axial decorrente do transporte prolongado de mochilas operacionais, armamentos longos e equipamentos especializados.

Os achados do presente estudo corroboram evidências científicas internacionais que associam o transporte de carga ocupacional ao aumento do custo metabólico, alterações



biomecânicas da marcha, maior risco de fadiga e aumento da incidência de lesões musculoesqueléticas em populações militares e táticas.

Além disso, o presente estudo amplia a literatura nacional relacionada à fisiologia e biomecânica aplicada à atividade policial, ao analisar de forma específica diferentes especialidades operacionais da Polícia Militar do Paraná, aspecto ainda pouco explorado em pesquisas brasileiras.

Dessa forma, os resultados sugerem que a sobrecarga operacional constitui fator potencialmente relevante para redução do desempenho funcional dos operadores policiais, especialmente em atividades de elevada exigência física e longa duração.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros investiguem diretamente os efeitos da sobrecarga ocupacional sobre variáveis fisiológicas e funcionais, incluindo desempenho cardiorrespiratório, potência muscular, mobilidade, fadiga, composição corporal, risco de lesões e desempenho técnico-tático em policiais militares submetidos às diferentes cargas identificadas no presente estudo.

REFERÊNCIAS

BEEKLEY, Matthew D. et al. **Effects of heavy load carriage during constant-speed, simulated road marching.** *Military Medicine*, Bethesda, v. 172, n. 6, p. 592-595, 2007.

BLOODGOOD, A. M. et al. **Can lower-body strength and power alleviate load carriage performance decrements (tactical deficit) in simulated law enforcement job tasks?** *International Journal of Exercise Science*, v. 17, n. 4, p. 1577-1594, 2024. DOI: 10.70252/DRUA9419.

BONNEAU, John; BROWN, John. **Physical ability, fitness and police work.** *Journal of Clinical Forensic Medicine*, London, v. 2, n. 3, p. 157-164, 1995.

DEMPSEY, Peter C.; HANDCOCK, Peter J.; REHRER, Nicholas J. **Impact of police body armour and equipment on mobility.** *Applied Ergonomics*, Oxford, v. 44, n. 6, p. 957-961, 2013.

FOX, Kyle R. et al. **Biomechanics of military load carriage and resulting musculoskeletal injury: a review.** *Journal of Orthopaedics*, Duluth, v. 17, p. 202-204, 2020.

GRANI, Gabriel et al. **Can training trunk musculature influence musculoskeletal pain and physical performance in military police officers?** *Ergonomics*, London, v. 65, n. 2, p. 265-275, 2022. DOI: 10.1080/00140139.2021.1973576.

HOINATSKI, Rafael et al. **Load carriage does not reduce absolute mechanical power output but reduces agility in elite military police officers.** *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, London, v. 30, n. 4, p. 1069-1076, 2024. DOI: 10.1080/10803548.2024.2371733.



HUDSON, Sean et al. **The comfort and functional performance of personal protective equipment for police officers: a systematic scoping review.** Ergonomics, London, v. 67, n. 10, p. 1317-1337, 2024. DOI: 10.1080/00140139.2024.2302957.

KNAPIK, Joseph et al. **Load carriage using packs: a review of physiological, biomechanical and medical aspects.** Applied Ergonomics, Oxford, v. 27, n. 3, p. 207-216, 1996.

MANSFIELD, Neil J. **Human response to vibration.** Boca Raton: CRC Press, 2005.

ORR, Robin et al. **Soldier load carriage, injuries, rehabilitation and physical conditioning: an international approach.** International Journal of Environmental Research and Public Health, Basel, v. 18, n. 8, p. 4010, 2021. DOI: 10.3390/ijerph18084010.

RAMSTRAND, N.; ZÜGNER, R.; LARSEN, L. B.; TRANBERG, R. **Evaluation of load carriage systems used by active duty police officers: relative effects on walking patterns and perceived comfort.** Applied Ergonomics, Oxford, v. 53, pt. A, p. 36-43, 2016. DOI: 10.1016/j.apergo.2015.08.007.

THOMAS, M. J. et al. **Effect of load carriage on tactical performance in special weapons and tactics operators.** Journal of Strength and Conditioning Research, v. 32, n. 2, p. 554-564, 2018.

TIEMESSEN, I. J. H.; HULSHOF, C. T. J.; FRINGS-DRESEN, M. H. W. **Low back pain in drivers exposed to whole body vibration: analysis of a dose-response pattern.** Occupational and Environmental Medicine, London, v. 65, n. 10, p. 667-675, 2008. DOI: 10.1136/oem.2007.035147.

TOMES, Christopher; ORR, Robin; POPE, Rodney. **The impact of body armor on physical performance of law enforcement personnel: a systematic review.** Annals of Occupational and Environmental Medicine, Seoul, v. 29, n. 14, p. 1-15, 2017.

U.S. ARMY PUBLIC HEALTH CENTER. **Foot marching, load carriage, and injury risk.** Aberdeen Proving Ground, 2017.

WILEY, A. et al. **The impact of external loads carried by police officers on vertical jump performance.** International Journal of Exercise Science, v. 13, n. 6, p. 1179-1189, 2020. DOI: 10.70252/MTPB8978.