

## **INTEGRAÇÃO ENTRE MEDICINA VETERINÁRIA E TECNOLOGIAS APLICADAS À SAÚDE DE CÃES DE BUSCA EM OPERAÇÕES DE RESGATE <sup>1</sup>**

*Talita Maria Macedo Damasceno<sup>2</sup>*

<https://orcid.org/>

*Wagno Augusto Braga<sup>3</sup>*

<https://orcid.org/>

*Victor Lopes Silva<sup>4</sup>*

<https://orcid.org/>

### **RESUMO**

A atuação de cães de busca e salvamento em desastres é um recurso essencial para a segurança pública, exigindo cuidados veterinários contínuos e tecnologias inovadoras. Este estudo, baseado em revisão bibliográfica nacional e internacional dos últimos 15 anos, analisa como o suporte médico-veterinário aliado a tecnologias assistivas pode otimizar o desempenho e a recuperação desses animais. Identificaram-se quatro principais demandas enfrentadas pelos cães operacionais: ambientais, fisiológicas, físicas e psicológicas. Estratégias como fisioterapia, nutrição personalizada, triagem funcional e desestresse são fundamentais para sua longevidade em campo. Tecnologias como sensores vestíveis, biotelemetria e inteligência artificial destacam-se por permitir monitoramento em tempo real e prevenção de agravos. O estudo também reforça a importância da padronização normativa, da atuação ativa de médicos-veterinários nas missões e da capacitação dos condutores. Conclui-se que a integração entre medicina veterinária e tecnologia é crucial para a saúde, bem-estar e eficiência dos cães de salvamento.

**Palavras-chave:** Saúde animal, fisioterapia preventiva, monitoramento remoto, busca e salvamento e binômio operacional

---

<sup>1</sup>**Artigo Premiado** (2ª Colocação – Apresentação Oral) – Congresso Nacional de Bombeiros – CONABOM 2025.

<sup>2</sup>Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Bacharel em Ciências Biológicas, Natal/[talitammdamasceno@hotmail.com](mailto:talitammdamasceno@hotmail.com).

<sup>3</sup>Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Bacharel em Direito, Natal/[wabwagno@gmail.com](mailto:wabwagno@gmail.com).

<sup>4</sup>Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Bacharel em Direito, Natal/[victorlopes26@hotmail.com](mailto:victorlopes26@hotmail.com).

## **VETERINARY MEDICINE AND TECHNOLOGIES APPLIED TO THE HEALTH OF SEARCH DOGS IN RESCUE OPERATIONS**

### **ABSTRACT**

The use of search and rescue dogs in disaster response operation is an essential resource for public safety, requiring continuous veterinary care and innovative technologies. This study, based on a national and international literature review from the last 15 years, analyzes how veterinary support, combined with assistive technologies, can optimize the performance and recovery of these animals. Four main demands faced by operational dogs were identified: environmental, physiological, physical, and psychological. Strategies such as physiotherapy, personalized nutrition, functional screening, and stress-relief programs are fundamental for their operational longevity. Technologies such as wearable sensors, biotelemetry, and artificial intelligence stand out for enabling real-time monitoring and the prevention of injuries. The study also highlights the importance of standardized regulations, the active role of veterinarians in the field, and continuous training for handlers. It concludes that integrating veterinary medicine with technology is crucial for the health, well-being, and efficiency of search and rescue dogs.

**Keywords:** Animal health; Preventive physiotherapy; Remote monitoring; Search and rescue and operational binomial

**Artigo Recebido em 25/08/2025**

**Aceito em 25/11/2025**

**Publicado em 28/02/2026**

**Artigo Premiado – Seleção - Comitê Científico CONABOM 2025**

## **1. INTRODUÇÃO**

Os cães de busca e salvamento são recursos estratégicos essenciais em operações de resgate, especialmente diante de desastres naturais, soterramentos, enchentes e desaparecimentos em áreas de difícil acesso. Sua alta capacidade olfativa, agilidade, inteligência operacional e vínculo com o condutor conferem desempenho superior ao de muitas tecnologias em ambientes instáveis.

Historicamente empregados desde o exército romano, esses binômios demonstraram sua eficácia em eventos como o atentado de 11 de setembro, o desastre de Brumadinho e enchentes recentes no Brasil. No entanto, seu desempenho depende majoritariamente da sua saúde física e emocional que frequentemente está comprometida.

Nesse contexto, o suporte da medicina veterinária preventiva, aliado à reabilitação funcional e ao uso de tecnologias de monitoramento, é essencial para prolongar a vida útil dos cães e garantir sua segurança. Apesar de avanços regionais como os do CBMDF, CBMGO, CBMMA e CBMCE, ainda há carência de normas nacionais padronizadas, políticas integradas e difusão institucional estruturada.

Este artigo objetiva analisar como o suporte veterinário, combinado com a inovação tecnológica, pode contribuir para a saúde, desempenho e recuperação dos cães de salvamento. Parte-se da premissa de que a longevidade operacional desses animais depende de práticas preventivas, nutrição personalizada, controle de estresse e biomonitoramento.

A pesquisa articula três pilares: ciência veterinária aplicada, tecnologia e doutrina operacional, com o intuito de apresentar recomendações baseadas

em evidências que qualifiquem o cuidado com os cães e fortaleçam as capacidades institucionais das equipes.

A pergunta-problema central é: **de que forma o suporte veterinário aliado a tecnologias modernas contribui para otimizar o rendimento e a recuperação dos cães de salvamento?** Para isso, os objetivos são: (1) identificar demandas fisiológicas e comportamentais; (2) descrever estratégias de prevenção e reabilitação; e (3) avaliar a aplicabilidade de tecnologias emergentes.

A metodologia adotada é uma revisão bibliográfica exploratória e qualitativa, com base em fontes nacionais e internacionais publicadas nos últimos quinze anos, selecionadas por aderência temática, atualidade e aplicabilidade prática no contexto dos Corpos de Bombeiros.

O artigo está estruturado em quatro partes: panorama teórico sobre cães de salvamento e suas demandas nas operações; estratégias veterinárias de suporte; uso de tecnologias no monitoramento e recuperação; e recomendações finais para qualificação do atendimento multidisciplinar.

## **2.DESENVOLVIMENTO**

### **Metodologia aplicada ao estudo**

Trata-se de uma pesquisa do tipo exploratória e qualitativa, fundamentada em revisão bibliográfica, com o objetivo de reunir, analisar e interpretar produções científicas e técnico-operacionais relacionadas à atuação de cães de busca e salvamento, à medicina veterinária preventiva aplicada e às tecnologias emergentes de apoio. Foram selecionados artigos publicados entre 2010 e 2024, disponíveis em bases como SciELO, PubMed, Google Acadêmico e bibliotecas institucionais do Corpo de Bombeiros Militar. Os critérios de inclusão envolveram a aderência temática ao eixo “saúde e

desempenho de cães operacionais”, originalidade e aplicabilidade prática no contexto de desastres e missões de resgate.

### **Classificação funcional das demandas operacionais enfrentadas por cães de busca**

A eficácia operacional dos cães de busca e salvamento depende de múltiplos fatores interdependentes, como genética, adestramento, estado físico, equilíbrio emocional, alimentação e o vínculo com o condutor. De acordo com Silva (2023), suas funções são classificadas em categorias como detecção de entorpecentes, explosivos, localização de vítimas vivas ou cadáveres e rastreamento em áreas extensas, o que permite uma alocação estratégica conforme o tipo de missão.

A atuação desses cães acelera significativamente o processo de localização de vítimas, sendo possível, com apenas um indivíduo treinado, cobrir grandes áreas com rapidez e precisão, em contraste com o número elevado de profissionais humanos necessários para a mesma tarefa. Corrêa (2024) destaca que o uso de cães pode reduzir em até 70% o tempo de resposta em determinadas ocorrências, fator crucial para a sobrevivência de vítimas em situações críticas.

A atuação dos binômios em ambientes hostis, imprevisíveis e de alta exigência física requer uma compreensão profunda das diferentes demandas às quais os animais são submetidos. A proposta de Silva (2023) é organizar essas demandas em quatro grandes eixos: ambientais, fisiológicas, físicas e psicológicas. Essa classificação permite não apenas um diagnóstico mais preciso dos riscos enfrentados em campo, mas também a formulação de estratégias específicas de prevenção, intervenção e reabilitação para garantir a longevidade operacional dos cães e sua segurança durante as missões.

**a) Demandas ambientais**

Os cães de busca, resgate e salvamento, utilizados em ocorrências como colapsos estruturais, desaparecimentos em matas, enchentes e deslizamentos, são submetidos a exigências operacionais extremas, que impactam diretamente sua integridade fisiológica, física e emocional. As demandas ambientais referem-se aos desafios impostos pelo cenário da missão, como ruídos intensos, variações extremas de temperatura, terrenos instáveis, presença de poeira, fumaça ou produtos químicos, e poluição olfativa. Esses fatores afetam a capacidade sensorial do cão e podem comprometer sua performance.

**b) Demandas fisiológicas**

As demandas fisiológicas referem-se ao desgaste metabólico e às alterações internas provocadas pelo esforço físico contínuo, especialmente durante operações prolongadas ou sob condições climáticas extremas. Nesses cenários, os cães de busca estão sujeitos a riscos como hipertermia, desidratação, hipoglicemia e colapso circulatório, podendo evoluir para quadros mais graves, como rabdomiólise, desidratação severa e colapso metabólico (Lefebvre *et al.*, 2009). Em ambientes de elevada temperatura e esforço constante, observam-se alterações significativas em parâmetros bioquímicos, como elevação de creatinaquinase, lactato, AST e hemoconcentração, o que exige triagem fisiológica contínua para a prevenção de emergências clínicas (Feitosa, 2019; Oliveira *et al.*, 2022). Nesse contexto, Rovira (2008) destaca a importância de distinguir as respostas fisiológicas esperadas daquelas que indicam alterações clínicas emergenciais, o que demanda atuação especializada baseada em protocolos bem definidos.

**c) Demandas físicas (mecânicas)**

As missões executadas por cães de busca e resgate exigem intenso esforço físico, especialmente quando realizadas em ambientes hostis, como escombros, florestas densas, lamaçais ou locais de temperaturas extremas. Esses cenários, frequentemente resultantes de desastres naturais ou acidentes de grandes proporções, impõem desafios significativos à mobilidade e à integridade física dos animais. O deslocamento em terrenos instáveis ou escorregadios eleva o risco de traumas musculoesqueléticos, além de potencializar quadros de fadiga muscular. Logo, demandas físicas(ou mecânicas)abrangem lesões relacionadas à locomoção e ao desgaste musculoesquelético, como luxações, lesões em coxins plantares, entorses e mialgias (Feitosa, 2019).

**d) Demandas psicológicas**

As demandas psicológicas envolvem os aspectos emocionais e comportamentais que impactam diretamente o desempenho e a saúde mental dos cães. Visto que, a sensibilidade desses animais ao estado emocional dos condutores e das vítimas pode gerar impactos psicológicos substanciais. É comum alterações comportamentais associadas ao estresse, como hiperatividade, apatia ou agressividade, além de sinais clínicos como taquicardia, salivação excessiva e tremores. A exposição repetida a situações traumáticas pode desencadear quadros de ansiedade e até exaustão psicológica, comprometendo sua capacidade de trabalho e exigindo acompanhamento especializado contínuo para preservar seu bem-estar (Santos, 2022).

Além das questões metabólicas, o confinamento prolongado em canis, a ausência de rotinas de desestresse e a intensidade das missões afetam o comportamento e a responsividade dos cães. Estudos como o de Lefebvre e

colaboradores (2009) demonstraram que o confinamento contínuo ativa o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal(HHA), levando a alterações neuroendócrinas que impactam o comportamento, a imunidade e o desempenho funcional dos animais.

### **Estratégias veterinárias na prevenção e manutenção da saúde de acordo com as demandas**

#### **a) Demandas ambientais**

As estratégias incluem protocolos de ambientação gradual, emprego de protetores para as patas, coletes com reforço anatômico e outros acessórios adaptados reduzem significativamente os impactos de terrenos irregulares e da exposição prolongada a agentes físicos e químicos adversos. A instalação de sensores ambientais em coletes inteligentes permite alertar a equipe sobre gases tóxicos, excesso de calor ou risco de baixa oxigenação, promovendo respostas rápidas e seguras em ambientes hostis (Eberle *et al.*, 2019; Bozkurt *et al.*, 2014). Sistemas de rastreamento georreferenciado e comunicação remota contribuem para preservar a segurança do cão mesmo quando atua de forma isolada (Nogueira, 2021).

#### **b) Demandas fisiológicas**

Dada a intensidade física e emocional das operações de resgate, é fundamental estabelecer limites rigorosos quanto ao tempo de atuação dos cães em campo, considerando fatores como temperatura ambiente, tipo de terreno e estado de saúde do animal. Os períodos de descanso, intercalados com hidratação adequada e alimentação balanceada, são cruciais para a manutenção da performance e prevenção de lesões. A utilização de sensores corporais para monitoramento em tempo real, associada a pausas para hidratação eletrolítica e alimentação leve, tem reduzido emergências clínicas. Protocolos de triagem fisiológica e controle de esforço são indispensáveis.

Além disso, protocolos de triagem fisiológica e controle de esforço são fundamentais, antes da mobilização, os cães devem passar por avaliações clínicas criteriosas, com exames físicos, laboratoriais e ortopédicos para detecção precoce de condições que comprometam o desempenho ou a segurança do animal. Inclusive, a elaboração de protocolos personalizados de aptidão física garante que apenas os cães plenamente capacitados irão às operações. Ainda, o cumprimento de vacinação, vermifugação e controle de ectoparasitassão indispensáveis na prevenção de enfermidades incapacitantes (Jesus, 2019).

Os testes laboratoriais e bioquímicos possibilitam monitorar o estado fisiológico dos animais, identificando alterações hematológicas, eletrolíticas e metabólicas associadas ao estresse físico intenso, sendo fundamentais na triagem prévia à mobilização dos cães e na fase de recuperação pós-operação. Esses testes asseguram que os animais estejam em condições plenas para retomar suas atividades. A implementação sistemática desses exames representa um avanço na promoção do bem-estar animal e na eficiência das missões (Costa *et al.*, 2022).

Paralelamente aos cuidados clínicos, o suporte nutricional ocupa posição estratégica na manutenção da saúde e da performance dos cães de resgate. Devido à alta demanda energética inerente às suas funções, esses animais necessitam de dietas específicas, formuladas com densidade calórica elevada, além de nutrientes essenciais que sustentam a resistência física e a recuperação muscular. Em alguns casos, é necessária a suplementação alimentar por meio do uso de condroprotetores, ácidos graxos como o ômega 3, vitaminas antioxidantes e eletrólitos, especialmente durante períodos de intenso esforço físico. Durante as operações, a oferta de alimentação leve e balanceada, bem como a reposição hídrica adequada, contribui para evitar quadros de hipoglicemia, desidratação e fadiga precoce (Costa *et al.*, 2022).

**c) Demandas físicas (mecânicas)**

Além desses aspectos, lesões podem ser prevenidas com o uso de equipamentos de proteção, avaliações ortopédicas, condicionamento físico regular e protocolos de reabilitação funcional. A fisioterapia veterinária representa uma ferramenta eficaz na prevenção e reabilitação de lesões em cães de busca. A aplicação de exercícios específicos de alongamento, fortalecimento muscular e condicionamento cardiorrespiratório permite que esses animais desenvolvam maior resistência ao esforço e à sobrecarga articular.

Em situações pós-operatórias ou em casos de trauma, protocolos individualizados de reabilitação funcional, incluindo técnicas como hidroterapia e eletroestimulação, aceleram o retorno à plena capacidade de trabalho. Dessa forma, a fisioterapia não apenas pode prevenir incapacidades, como também prolonga a vida ativa do cão no serviço de busca e salvamento (Corrêa, 2024).

Técnicas como hidroterapia, eletroestimulação, laser terapêutico e massagens descompressivas aceleram a recuperação e reduzem afastamentos (Millis e Levine, 2014). Além disso, unidades operacionais devem dispor de infraestrutura adequada para manejo de traumas agudos, sendo que protocolos como o Vet-ERAS têm demonstrado eficiência em cirurgias emergenciais bem estruturadas (Carcéles *et al.*, 2025). A atuação contínua de médicos-veterinários em todas as fases das operações, do planejamento até o pós-missão, é decisiva para o sucesso das ações, pois possibilita intervenções preventivas, atendimentos emergenciais e a formulação de protocolos individualizados, prolongando a vida ativa dos cães (Jesus, 2019; Santos, 2024).

Complementarmente, os recursos de diagnóstico por imagem e exames laboratoriais são essenciais para o acompanhamento da saúde dos cães, tanto durante o período de treinamento quanto após as missões. Exames

como radiografias, ultrassonografias e tomografias computadorizadas viabilizam a detecção precoce de lesões musculoesqueléticas, contusões internas ou alterações pulmonares, que podem não ser evidentes em uma avaliação clínica inicial. A utilização rotineira desses métodos diagnósticos garante maior assertividade nas decisões terapêuticas e evita o agravamento de condições subclínicas (JESUS, 2019).

**d) Demandas psicológicas**

Envolvem a manutenção do vínculo entre binômios, reforço positivo, programas de desestresse pós-missão e apoio de veterinários comportamentalistas. Ambientes com alta carga emocional e exposição prolongada aumentam o risco de transtornos. O enriquecimento ambiental e o contato regular com o condutor são essenciais para o equilíbrio comportamental.

A escolha das raças para o serviço de busca segue critérios rigorosos. Raças como Pastor Alemão, Labrador Retriever, Malinois Belga e Border Collie são utilizadas, majoritariamente, devido à sua obediência, vigor físico e elevada inteligência. A seleção leva em conta o temperamento equilibrado, a capacidade de concentração, a motivação para o trabalho e a sociabilidade com humanos e outros animais. Esses fatores garantem que o cão suporte não apenas o esforço físico da missão, mas também o ambiente de tensão característico das operações de emergência (Santos, 2022). Logo, essa seleção deve ser realizada de forma profissional para garantir uma maior chance de sucesso.

Assim, a adaptação do ambiente, com estímulos cognitivos, variação de espaços e enriquecimento ambiental, pode mitigar esses efeitos deletérios. A previsibilidade e a frequência das interações sociais e físicas são mais eficazes na redução do cortisol plasmático do que sessões longas, porém

esporádicas. Em resumo, o acompanhamento clínico regular, o uso de dietas hipercalóricas, fisioterapia preventiva e suplementação específica têm sido estratégias eficazes para redução de afastamentos (Feitosa, 2019; Jesus, 2019). A presença ativa de médicos-veterinários durante treinamentos e operações amplia a segurança e a capacidade de resposta das equipes.

### **Tecnologias assistivas aplicadas à saúde, proteção, rastreabilidade e desempenho dos cães de resgate**

O avanço das tecnologias vestíveis aplicadas à medicina veterinária operacional tem revolucionado o monitoramento da saúde e desempenho dos cães de busca e salvamento. Dispositivos como sensores de frequência cardíaca, respiratória e temperatura corporal, integrados à coletes específicos, permitem transmissão contínua de dados vitais para centrais de monitoramento, possibilitando intervenções rápidas em casos de exaustão, desidratação ou hipertermia, sobretudo em operações longas ou sob condições ambientais extremas, onde há aumento dos riscos à integridade física dos animais (Eberle *et al.*, 2019).

Inicialmente voltadas à produção animal, essas tecnologias foram adaptadas com sucesso à realidade dos binômios operacionais (Grande *et al.*, 2014; Sinha *et al.*, 2019; Han e Lin, 2022). Dessa forma, o uso de dispositivos baseados em Internet das Coisas (IoT), integrados a coletes e coleiras eletrônicas, permite o acompanhamento remoto em tempo real de variáveis fisiológicas e localização geográfica do trajeto percorrido pelo cão, mesmo em ambientes contaminados ou de difícil acesso (Eberle *et al.*, 2019; Chi-Pérez *et al.*, 2024), permitindo à equipe tomar decisões mais rápidas e seguras durante a missão.

Entre os sistemas mais avançados está o conceito de Cyber-Enhanced Working Dogs (CEWDs), combinando sensores ambientais e fisiológicos,

câmeras, GPS, comandos por vibração e vídeo streaming, e oferecendo não apenas monitoramento à distância, mas também comunicação bidirecional entre cão e condutor, mesmo fora da linha de visão (Bozkurt *et al.*, 2014; Maijikes *et al.*, 2016). O monitoramento nas buscas é um grande avanço na proteção da saúde dos cães de resgate, pois é possível acompanhar, em tempo real, o desempenho e o estado clínico dos animais, mesmo quando distantes dos condutores (Corrêa, 2024).

Estudos recentes validam experimentalmente a utilização de sensores vestíveis acoplados a plataformas como Raspberry Pi e microcontroladores Arduino. O trabalho de Chi-Pérez (2024) demonstrou a eficiência de um sistema com sensores de movimento, batimentos cardíacos e temperatura corporal, transmitindo dados via Wi-Fi e Bluetooth. Os autores ressaltam o potencial desses sistemas quando integrados a algoritmos de inteligência artificial para avaliação de fadiga, estresse e desempenho em tempo real.

Além do monitoramento imediato, tecnologias emergentes como os gêmeos digitais, modelos computacionais que simulam o estado fisiológico do animal com base em dados contínuos, permitem prever alterações clínicas antes do surgimento dos sinais (Martos-Sitcha *et al.*, 2019; Jukan *et al.*, 2017; Rohan *et al.*, 2024). Ferramentas de deep learning também têm sido empregadas para reconhecer padrões comportamentais indicativos de ansiedade, sobrecarga ou alteração cognitiva, permitindo respostas mais integradas por parte das equipes técnicas (Chi-Pérez *et al.*, 2024).

No Brasil, estudos como o de Grande (2014) demonstraram a viabilidade da aplicação de sistemas de rastreamento com GPS e transmissão via GSM/GPRS na rotina dos binômios. Paralelamente, soluções acessíveis como coleiras com sensores biométricos conectadas a aplicativos móveis têm sido desenvolvidas com custo reduzido, oferecendo alternativas para ampliação da cobertura tecnológica.

No CBMDF, iniciativas de gestão digital da atividade cinotécnica vêm sendo implementadas com o uso de ferramentas como AppSheet, Google Sheets e Power BI, integrando dados de treinamento, missões, condutores e atendimentos veterinário sem painéis interativos. Essa sistematização tem contribuído para a tomada de decisões operacionais em tempo real e reforça a necessidade de institucionalização da prática por meio de normativas internas (Corrêa, 2024).

O fortalecimento da atuação do médico-veterinário nas equipes de salvamento, aliado à consolidação dessas inovações, pode representar um divisor de águas na construção de uma medicina veterinária operacional moderna, responsiva e integrada aos desafios dos desastres contemporâneos

**Tabela 1** – Tecnologias aplicadas aos cães de busca e resgate

| Tecnologia                     | Aplicação                 | Finalidade  |
|--------------------------------|---------------------------|---|
| Sensordefrequência cardíaca    | Coletes vestíveis         | Monitoramento de fadiga e esforço físico                        |
| Sensordetemperatura corporal   | Coleiras inteligentes     | Prevenção de hipertermia e hipotermia                           |
| Sensordegás(GLPe gás natural)  | Ambientes hostis          | Detecçãodeáreascontaminadase prevenção de intoxicações          |
| GPS +GSM/GPRS                  | Rastreamento tático       | Localizaçãotemporeale rastreabilidade do binômio                |
| CEWD (colete integrado comIoT) | Operações complexas       | Monitoramentocompleto+comandos remotos bidirecionais            |
| Aplicativosmóveis (Arduino)    | Soluções acessíveis       | Implementaçãodesistemasbiométricos de baixo custo               |
| Gêmeo digital com IA           | Análisepreditiva de saúde | Antecipaçãodealteraçõesfisiológicas com base em dados contínuos |

|                                   |                          |   |
|-----------------------------------|--------------------------|---|
| Deep learning para reconhecimento | Avaliação comportamental | Deteção de padrões de estresse e alterações de comportamental |
|-----------------------------------|--------------------------|---|

### **Infraestrutura e capacitação técnica para a saúde operacional dos cães de salvamento**

A garantia da efetividade e segurança do binômio exige investimentos consistentes em infraestrutura física, logística e humana voltada ao suporte médico-veterinário e à gestão da saúde operacional. A criação de Centros Veterinários Operacionais (CVOs) no âmbito dos Corpos de Bombeiros, bem como a presença de médicos-veterinários militares integrados às operações, é medida fundamental para ampliar a capacidade de resposta e reduzir o tempo de afastamento por lesões ou agravos clínicos (Jesus, 2019; Santos, 2022).

A consolidação da medicina veterinária operacional também depende da padronização normativa das atividades cinotécnicas. Iniciativas como a proposta de POPs no CBMDF visam uniformizar protocolos de formação, certificação, saúde, treinamento e desempenho, promovendo rastreabilidade, segurança jurídica e qualificação técnica. Tais normas são imprescindíveis para elevar a qualidade técnica do serviço e fortalecer a medicina veterinária como especialidade estratégica no contexto do salvamento (Nogueira, 2021).

Em missões intensas ou cenários de desastre, os cães de busca estão sujeitos a traumas agudos e ausência de estrutura veterinária no local da ocorrência compromete a sobrevivência do animal, sendo necessária a implantação de unidades móveis de atendimento emergencial, equipadas com insumos básicos e profissionais capacitados.

A capacitação contínua dos condutores em primeiros socorros veterinários e uso de tecnologias biomédicas é estratégica para otimizar a resposta em campo e reduzir complicações (Gewehr, 2022). A familiaridade do condutor com sinais clínicos precoces e com o manejo adequado pode ser

decisiva entre a vida e a morte do cão em campo. Além disso, a atenção ao bem-estar emocional do binômio é essencial, considerando o impacto do estresse operacional em ambos. Protocolos de desestresse pós-missão são fundamentais para a recuperação física e psicológica dos cães (Lefebvre *et al.*, 2009; Silva, 2023).

Apesar de iniciativas locais, como as normas do CBMGO, CBMDF e CBMMA, o Brasil ainda carece de uma política nacional unificada de saúde para cães operacionais, o que dificulta a padronização de práticas, a formação técnica e a adoção de tecnologias assistivas em todo o país. Nesse contexto, parcerias interinstitucionais entre forças de segurança, universidades, centros de pesquisa e setor tecnológico são cruciais. A literatura evidencia que a atuação do médico-veterinário é determinante para o bem-estar animal e a segurança da missão (Chi-Pérez *et al.*, 2024; Bozkurt *et al.*, 2014).

**Tabela 2** - Resumo das demandas funcionais enfrentadas por cães de busca e respectivas soluções médico-veterinárias e tecnológica

| Categoria de demanda | Problemas identificados   | Soluções veterinárias e tecnológicas  |
|----------------------|---|---|
| Ambientais           | Exposição a calor extremo, gases tóxicos, ruído intenso, fumaça, terreno instável | Ambientação gradual, coletes com sensores (GLP, temperatura), rastreamento GPS, comunicação remota                        |
| Fisiológicas         | Hipertermia, desidratação, hipoglicemia, colapso circulatório, rabdomiólise       | Monitoramento em tempo real, pausas e hidratação controlada, triagem prévia, nutrição personalizada, sensores biométricos |
| Físicas (mecânicas)  | Luxações, lesões em coxins, entorses, mialgias, traumas agudos                    | Avaliação ortopédica, uso de EPIs, fisioterapia preventiva, reabilitação  |

|              |   |   |
|--------------|---|---|
|              |   | funcional, estrutural e cirúrgica de campanha   |
| Psicológicas | Estresse agudo e crônico, ansiedade, alterações comportamentais | Vínculo com condutor, reforço positivo, desestresse pós-operação, enriquecimento ambiental, acompanhamento comportamental |

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A utilização de cães de busca e salvamento nas operações de resposta a desastres tem se mostrado um recurso insubstituível no cenário da segurança pública, especialmente diante de situações que exigem agilidade, precisão e sensibilidade olfativa em ambientes de difícil acesso. Contudo, o pleno desempenho desses animais depende da manutenção de sua saúde física, emocional e funcional, fatores diretamente influenciados pelo suporte médico-veterinário prestado antes, durante e após as missões.

A análise da literatura técnica e da realidade de diferentes Corpos de Bombeiros no Brasil revelou entraves significativos, como a ausência de protocolos preventivos padronizados, infraestrutura insuficiente, fragmentação normativa entre estados e subutilização de tecnologias assistivas.

Este estudo demonstrou que a integração entre práticas veterinárias atualizadas, estratégias de reabilitação e tecnologias emergentes, como sensores vestíveis, rastreamento georreferenciado, gêmeos digitais e inteligência artificial, é capaz de otimizar o desempenho, acelerar a recuperação e promover segurança e qualidade de vida aos cães operacionais.

Evidenciou-se a importância do médico-veterinário militar como figura estratégica nas operações com binômios, sendo essencial sua presença tanto

no planejamento quanto na execução de treinamentos e missões reais. A formação contínua de condutores, a implantação de centros veterinários operacionais, o acompanhamento comportamental pós-missão e o fortalecimento de redes interinstitucionais configuram-se como medidas urgentes e eficazes.

Como limitação desta pesquisa, destaca-se a natureza exclusivamente bibliográfica, o que restringe a avaliação prática da aplicação das estratégias discutidas. Estudos futuros podem explorar, de forma empírica, o impacto da implementação de protocolos veterinários em missões reais, a eficácia do uso de tecnologias vestíveis em campo e a formulação de indicadores padronizados de desempenho e bem-estar animal.

Conclui-se que o avanço da medicina veterinária operacional no Brasil depende do compromisso conjunto entre forças de segurança, instituições acadêmicas, setor tecnológico e gestores públicos. Investir em políticas nacionais integradas, capacitação técnica, inovação e padronização normativa é o caminho para consolidar uma doutrina de salvamento robusta, moderna e alinhada com os desafios contemporâneos da proteção da vida — humana e animal.

## **REFERÊNCIAS**

BOZKURT, Alper et al. Toward cyber-enhanced working dogs for search and rescue. *IEEE Intelligent Systems*, v. 29, n. 6, p. 32-39, 2014.

GRANDE, K. C. et al. Biotelemetria animal por sistema de monitoramento via internet com dispositivo portátil baseado em GPS e GSM/GPRS. In: XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. UFU, Uberlândia. 2014. p. 2252-2255.

JESUS, Larissa Nunes de. **Estudo sobre o tratamento veterinário dispensado aos Cães do CBMDF.** 2019. Disponível em: <https://biblioteca.cbm.df.gov.br/>. Acesso em: 29 abr. 2025.

CORRÊA, Lucas Lima Schiavolini. **A transformação dos dados em conhecimento aplicável para o serviço realizado pela Seção de Salvamento com Cães do Grupamento de Busca e Salvamento do CBMDF.** 2024. Disponível em: <https://biblioteca.cbm.df.gov.br/>. Acesso em: 29 abr. 2025.

FEITOSA, Caroline Sant'Anna. **Cães de busca, resgate e salvamento: uma abordagem sobre o condicionamento físico.** 2019. Disponível em: <https://bdt.d.ibict.br/>. Acesso em: 23 abr. 2025.

NOGUEIRA, Paula Tiemy. **Proposta de normatização do serviço de busca e salvamento com cães do CBMDF.** 2021. Disponível em: <https://biblioteca.cbm.df.gov.br/>. Acesso em: 26 abr. 2025.

SANTOS, Francisco Samuel Nogueira dos. **Atuação do zootecnista no serviço de cães de busca no Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará.** 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/>. Acesso em: 24 abr. 2025.

SANTOS, Caroline da Silva. **Animais de trabalho: uma finalidade zootécnica em expansão.** 2024.