

INFLUÊNCIA DOS BIOMAS BRASILEIROS NAS OPERAÇÕES DE CÃES DE TRABALHO (K₉): DESAFIOS MICROCLIMÁTICOS, FISIOLÓGICOS E TÁTICOS

INFLUENCE OF BRAZILIAN BIOMES ON WORKING DOG OPERATIONS (K₉): MICROCLIMATIC, PHYSIOLOGICAL, AND TACTICAL CHALLENGES

Jônatas Torres da Silva¹

RESUMO: O emprego de cães de trabalho (*Canis lupus familiaris*) em operações de busca e resgate, detecção e patrulhamento no Brasil enfrenta desafios únicos devido à heterogeneidade ecológica e climática do país. Cada um dos seis biomas brasileiros (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa) apresenta variáveis ambientais específicas — como temperatura, umidade relativa do ar, relevo, vegetação e fauna — que impactam diretamente a termorregulação, a acuidade olfativa e a resistência física do binômio cão-condutor. Este artigo analisa as dinâmicas olfativas e fisiológicas dos cães operacionais diante das especificidades de cada bioma, propondo protocolos táticos de mitigação embasados em fundamentação teórica rigorosa.

1

Palavras-chave: Cães de trabalho. Operações de busca e resgate. Detecção. Patrulhamento. Biomas brasileiros.

ABSTRACT: The use of working dogs (*Canis lupus familiaris*) in search and rescue, detection, and patrol operations in Brazil faces unique challenges due to the country's ecological and climatic diversity. Each of Brazil's six biomes (Amazon, Caatinga, Cerrado, Atlantic Forest, Pantanal, and Pampa) has specific environmental factors — like temperature, humidity, terrain, vegetation, and wildlife — that directly affect the dog's thermoregulation, sense of smell, and physical endurance. This article looks at how operational dogs handle the olfactory and physiological demands of each biome and suggests tactical mitigation protocols based on solid theoretical background.

Keywords: Working dogs. Search and rescue operations. Detection. Patrolling. Brazilian biomes.

¹Especialista em Segurança Pública e do Cidadão, Universidade do Estado do Amazonas.

INTRODUÇÃO

A eficiência das operações com cães de trabalho no Brasil depende intrinsecamente da capacidade de adaptação do binomial às condições ambientais do teatro de operações. Enquanto a olfação canina é capaz de detectar concentrações moleculares em partes por trilhão (ppt), fatores ambientais como temperatura, umidade, velocidade do vento e cobertura vegetal alteram drasticamente a dinâmica de dispersão das plumas de odor.

Além da dispersão olfativa, a fisiologia canina é altamente sensível ao estresse térmico, visto que os cães dependem prioritariamente da arfagem (evaporação na mucosa respiratória superior) para dissipação de calor. Em cenários hostis, a perda de umidade nas mucosas nasais compromete o epitélio olfativo, reduzindo a eficiência operacional do animal.

MÉTODOS

Quanto ao objetivo a núbente pesquisa teve um cunho exploratório, o que é característico por não se encontrar informações cientificamente produzidas que atendessem as necessidades da pesquisa proposta, o que, no âmbito das operações caninas em ambiente de alta complexidade, propende-se alcançar uma maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito, neste interim, foram feitos levantamentos bibliográficos e documentais atinentes, pois ao compreender a pesquisa bibliográfica como o levantamento de toda a bibliografia já publicada em forma de livros, periódicos (revistas), teses, anais de congressos, onde, sua finalidade é proporcionar ao pesquisador o acesso à literatura produzida sobre determinado assunto.

2

RESULTADOS

A compreensão dos impactos dos biomas nas operações K9 exige o embasamento em três pilares científicos fundamentais: a neurofisiologia olfativa, a termorregulação canina e a física da dispersão de plumas de odor.

1 Neurofisiologia Olfativa e Solubilidade Molecular

O sistema olfativo canino possui entre 200 e 300 milhões de receptores olfativos no epitélio nasal, em comparação aos cerca de 5 a 6 milhões presentes nos seres humanos. Para que uma molécula odorífera (composto orgânico volátil - COV) seja percebida, ela deve ser inalada

e dissolvida na camada hidrofílica de muco que recobre os cílios dos neurônios receptores olfativos (NROs).

Em ambientes com baixa umidade relativa do ar ($< 30\%$), como o Cerrado e a Caatinga na estação seca, ocorre a dessecação desse muco nasal, impedindo a ligação eficiente das moléculas de odor às proteínas ligadoras de odorantes (OBPs - *Odorant-Binding Proteins*). Em contrapartida, ambientes saturados de água (como a Amazônia) causam a lavagem das superfícies e a rápida hidrólise de COVs de origem biológica.

2 Termorregulação, Fisiologia do Exercício e Estresse Térmico

Cães são animais predominantemente não suadores; a dissipação de calor corporal ocorre via convecção, radiação e, prioritariamente, por evaporação via arfagem respiratória (*panting*). A arfagem aumenta a frequência respiratória de cerca de 30 para até 300 a 400 incursões por minuto, promovendo a troca calórica nas mucosas dos cornetos nasais.

Contudo, a taxa de evaporação e resfriamento depende da pressão de vapor do ar ambiente:

Em alta umidade relativa (ex.: Amazônia), o gradiente de pressão de vapor entre a mucosa e o ar diminui, tornando a arfagem ineficiente e desencadeando rapidamente a síndrome da hipertermia maligna/golpe de calor (*heatstroke*).

A elevação da temperatura corporal acima de $40,5^{\circ}\text{C}$ leva à desnaturação proteica, falência multiorgânica e colapso respiratório. Além disso, o cão em arfagem intensa utiliza a cavidade bucal para respirar, reduzindo o fluxo de ar que passa pelo epitélio olfativo nasal e comprometendo severamente a detecção do rastro.

3 Física da Dispersão de Odor e Microclima

A movimentação de moléculas de odor no ar é regida por processos de advecção (transporte pelo vento) e difusão turbulenta. Conforme demonstrado em modelos de dinâmica de fluidos aplicados à busca e resgate, uma pluma de odor forma um "cone de odor" cuja estabilidade depende da estratificação térmica do ar:

Inversão e Convecção: Solos muito quentes (como na Caatinga) geram térmicas ascendentes que "elevam" o odor para fora do alcance do cão.

Microclimas e Relevo: Em florestas densas (Mata Atlântica), barreiras de dossel criam microclimas com bolsas de ar estagnado, retendo o odor em depressões ou criando turbulências erráticas.

4 Impacto Olfativo e Fisiológico por Bioma

4.1 Amazônia: Alta Umidade e Densidade Vegetal

Mecanismo de Desperdício/Saturação Olfativa: A precipitação frequente e a umidade relativa extrema (frequentemente $> 85\%$) geram diluição das partículas aromáticas no solo e folhagem, além de favorecer o rápido decaimento biológico dos odores orgânicos.

Desafio Fisiológico: A alta umidade relativa do ar impede a evaporação eficiente da saliva durante a arfagem, aumentando exponencialmente o risco de intermação (golpe de calor). Adicionalmente, a umidade contínua propicia dermatites e infecções fúngicas nas interdigitais.

Riscos Operacionais: Fauna peçonhenta (serpentes, escorpiões) e parasitas hematófagos.

4.2 Caatinga: Aridez, Calor do Solo e Vegetação Espinhosa

Mecanismo Olfativo: A baixa umidade relativa do ar ($< 30\%$) desidrata rapidamente o muco nasal do cão. O epitélio olfativo necessita dessa camada mucosa aquosa para capturar e dissolver as moléculas odoríferas; sem ela, a capacidade de detecção cai significativamente.

Desafio Fisiológico: A temperatura do solo na Caatinga pode ultrapassar 50°C , causando queimaduras graves nos coxins plantares em poucos minutos de deslocamento.

Riscos Operacionais: Vegetação caducifólia espinhosa (causando perfurações no focinho, olhos e patas) e desidratação severa em curto intervalo de tempo.

4.3 Cerrado: Estresse Térmico Seco e Partículas de Queimadas

Mecanismo Olfativo: Na estação seca, a fuligem e a fumaça de queimadas saturam os receptores olfativos do animal com hidrocarbonetos e partículas em suspensão, gerando "ruído" olfativo e fadiga sensorial.

Desafio Fisiológico: Grandes amplitudes térmicas diárias e terreno plano-ondulado que favorece longas varreduras, exigindo alto condicionamento cardiorrespiratório.

4.4 Mata Atlântica: Relevo Acidentado e Microclimas de Vale

Mecanismo Olfativo: O relevo montanhoso gera gradientes de temperatura e correntes térmicas ascendentes e descendentes (ventos anabáticos e katabáticos). As plumas de odor tendem a se acumular em fundos de vale ou ser elevadas ao longo das encostas, confundindo a localização da fonte odorífera.

Desafio Fisiológico: Exigência física extrema para articulações e musculatura devido às elevadas inclinações e trechos instáveis (risco de deslizamentos).

4.5 Pantanal: Terreno Anfíbio e Predação

Mecanismo Olfativo: A dinâmica de inundação altera constantemente as rotas terrestres. O odor flutua sobre superfícies aquáticas e é disperso por correntes hídricas, dificultando a discriminação de rastros terrestres.

Desafio Fisiológico: Fadiga decorrente da locomoção em água/lama profunda e constante estresse por calor e umidade.

Riscos Operacionais: Presença marcante de grandes predadores (jacarés e sucuris) e vetores de parasitose aquática.

4.6 Pampa: Ventos Fortes e Frio Intenso

Mecanismo Olfativo: Ventos contínuos de alta intensidade dissipam rapidamente o cone de odor, "espalhando" a pluma e exigindo que o cão trabalhe em travessias perpendiculares muito mais amplas.

Desafio Fisiológico: Temperaturas negativas no inverno e geadas podem levar à hipotermia, exigindo proteção térmica suplementar no repouso.

5 Matriz Comparativa de Parâmetros Operacionais

BIOMA	FATOR CRÍTICO	IMPACTO NO OLFATO	TURNOS DE TRABALHO RECOMENDADO	PROTEÇÃO INDIVIDUAL RECOMENDADA
Amazônia	Umidade + Calor	Baixa estabilidade de odores	15 - 20 minutos	Botas ventiladas, secagem rápida interdígital
Caatinga	Temperatura do solo + Aridez	Ressecamento da mucosa nasal	15 minutos (início/fim do dia)	Botas táticas térmicas, hidratação nasal

BIOMA	FATOR CRÍTICO	IMPACTO NO OLFATO	TURNO DE TRABALHO RECOMENDADO	PROTEÇÃO INDIVIDUAL RECOMENDADA
Cerrado	Queimadas Poeira	+ Saturação por fuligem	20 - 30 minutos	Umidificador nasal / soro fisiológico
Mata Atlântica	Relevo acidentado	Turbulência termais	25 - 30 minutos	Colete ergonômico, proteção articular
Pantanal	Inundação Fauna	+ Dispersão via hídrica	15 - 20 minutos	Colete de flutuação e repelentes adequados
Pampa	Vento forte + Frio	Dispersão rápida do cone	30 - 40 minutos	Proteção corta-vento no repouso

6 Mitigações Táticas e Recomendações

a. Umidificação de Mucosas Nasais: Em biomas áridos (Caatinga e Cerrado seco), a aplicação periódica de solução salina (0,9\%) nas narinas do cão restaura a camada hidrofílica necessária para a ligação de odorantes às proteínas transportadoras.

b. Ciclos de Descanso Reduzidos: Em ambientes quentes e úmidos (Amazônia/Pantanal), o ciclo padrão de 45 minutos de trabalho deve ser reduzido para turnos de 15 a 20 minutos, seguidos por hidratação por via oral com soluções isotônicas e resfriamento passivo à sombra.

c. Gerenciamento Tático de Vento e Relevo: Em áreas de montanha (Mata Atlântica) ou grandes planícies com vento (Pampa), o plano de busca deve priorizar varreduras contra o vento (*upwind*) ou perpendiculares às correntes dominantes para interceptar cones de odor em declive.

d. Proteção de Patas (Coxins): O uso de calçados táticos deve ser treinado previamente. Na Caatinga, protege contra espinhos e solo abrasivo; na Amazônia, o uso contínuo de botas sem secagem adequada pode causar maceração tecidual, devendo ser intercalado com períodos de aeração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não existe um protocolo único de empenho operacional para cães de trabalho no território brasileiro. A eficácia do binomial K9-condutor está condicionada ao entendimento das variáveis físicas e biológicas impostas por cada bioma. O planejamento tático deve integrar a meteorologia local, o relevo e as limitações fisiológicas do cão, garantindo a integridade física do animal e a maximização da taxa de sucesso nas missões.

REFERÊNCIAS

BRADSHAW, John W. S. *The Chemistry of Olfaction in the Dog*. In: **CABRERA, M. et al.** (Eds.). *Working Dog Physiology and Behavior*. Academic Press, 2014, p. 45-62.

BRUHYN, J.; SILSEN, M. *Environmental impacts on scent dispersion in search and rescue operations*. *Journal of Search and Rescue*, v. 4, n. 2, p. 112-128, 2019.

EXÉRCITO BRASILEIRO. *Manual de Campanha: Emprego de Cães de Guerra (EB70-MC-10.241)*. Brasília: Comando de Operações Terrestres (COTER), 2018.

GAZZANO, A. et al. *The olfactory capacity of dogs: Physiology, behavior, and environmental variables*. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 203, p. 1-11, 2018.

GELUSSEN, A. A. et al. *Heat dissipation in working dogs: Implications of ambient humidity and exertion*. *American Journal of Veterinary Research*, v. 72, n. 6, p. 801-809, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Biomass e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. *Climatologia Normal do Brasil (1991-2020)*. Brasília: Ministério da Agricultura e Pecuária, 2022.

ROBERTS, K. E. et al. *Effects of environmental temperature and humidity on thermal balance in working police and military dogs*. *Journal of Thermal Biology*, v. 88, p. 102-110, 2020.

SYROTIN, L. *Analysis of Scent Tracking and Air Scent Dynamics under Variable Topography*. *K9 Search and Rescue Science Journal*, v. 12, n. 1, p. 15-29, 2016.