A Intoxicação por Monóxido de Carbono em Bombeiros que combatem incêndios nas Vegetações Urbanas em Campo Grande, Mato Grosso do Sul

Autor(res)

André Luiz Hoffmann
Heloíse Estanislau
Luivia Maria Cucato
Thiago Lugo Rampazo
Amanda Grande Luft
Rodolfo Vagner Xaubet
Ysabella Juy Selinger
Danielle Priscila Mauro Hoffmann
Miguel Gutierres De Souza
Beatriz Dante Silva
Adriadne Borges Soler

Categoria do Trabalho

Trabalho Acadêmico

Instituição

UNIVERSIDADE ANHANGUERA - UNIDERP

Introdução

Os registros de incêndios urbanos em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, têm aumentado significativamente, alcançando um pico de 87 focos ativos em 2023, conforme dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2024). Esses incêndios podem ser classificados em duas categorias: os que ocorrem em edificações e aqueles que acontecem em vegetações urbanas, popularmente conhecidos como “fogo no mato”. Este último tipo constitui o foco da presente pesquisa, uma vez que provoca maior exposição dos profissionais à intoxicação por monóxido de carbono (CO), sendo esse um gás conhecido pelos seus efeitos tóxicos que possui afinidade por tecido muscular liso e neural (Silverthorn, 2017). O diagnóstico da intoxicação por monóxido de carbono na linha de frente do combate a incêndios representa um grande desafio. Isso ocorre porque seus sintomas podem se confundir com os da desidratação (Deniz et al., 2017), o que contribui para o retardo na identificação do quadro e, consequentemente, para maior tempo de exposição ao contaminante. Fisiologicamente, a intoxicação por CO gera um ciclo de feedback positivo, no qual as hemácias têm seu transporte de oxigênio comprometido, levando à hipóxia tecidual (Guyton, 2021). Recentemente, a Organização das Nações Unidas (ONU) classificou a atividade de bombeiro militar como altamente perigosa e cancerígena, ademais, o câncer ocupacional se classifica como a principal causa de morte em bombeiros (Gonzalez et al., 2024). Nessa mesma linha, um estudo conduzido pela Universidade de Lancaster, no Reino Unido, comissionado pelo Sindicato de
Brigadistas de Incêndio (FBU), demonstrou que os bombeiros apresentam 9% mais risco de diagnóstico de câncer e 14% mais risco de morte pela doença em comparação com a população geral. O estudo ainda evidencia que a exposição a substâncias cardiotóxicas, como o monóxido de carbono, está associada à aceleração de doenças

vasculares e ao maior risco de eventos cardíacos agudos (Stec,2020). No Brasil, pesquisa realizada pelo Departamento de Ciências Farmacêuticas do Centro de Ciências da Saúde da UFES apontou que a expectativa de vida dos bombeiros militares é de 58,6 anos, enquanto a média nacional é de 76 anos (Ximenes, 2019). Essa discrepância pode estar diretamente relacionada à exposição frequente a agentes tóxicos durante as operações de combate a incêndios.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os níveis de intoxicação por monóxido de carbono em bombeiros militares que atuam no combate a incêndios em vegetações urbanas de Campo Grande (MS). Especificamente, busca-se identificar o percentual médio de intoxicação por monóxido de carbono durante um plantão de 24 horas e avaliar o processo de desintoxicação no período de descanso entre plantões, verificando se os níveis retornam a valores considerados seguros antes do início do turno seguinte.

Atualmente, o Corpo de Bombeiros Militares de Mato Grosso do Sul dispõe de oxímetros de pulso com mensuração de

Objetivo

O presente estudo tem como objetivo avaliar a intoxicação por monóxido de carbono em bombeiros que atuam no combate a incêndios em vegetações urbanas no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Especificamente, busca-se identificar o percentual médio de intoxicação por monóxido de carbono ao longo de um plantão de 24 horas desses profissionais, bem como analisar o processo de desintoxicação durante o período de descanso entre plantões, verificando se os níveis retornam a valores considerados seguros antes do início da próxima jornada de trabalho

Material e Métodos

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa na data de 07/08/2025 e tem como número de parecer 7.751.495. Foi quantitativa, tendo como base a aferição do percentual de carboxiemoglobina. Para que seja possível sua realização, foi utilizado oxímetro de pulso com mensuração de carboxiemoglobina, em três períodos, considerando que a escala de plantão segue o regime de 24 horas de trabalho por 72 horas de descanso (24/72), as aferições serão realizadas nos

seguintes períodos: T1: Início do plantão de cada equipe, às 7:30 da manhã, no primeiro dia. T2: Final do plantão de cada equipe, às 7:30 da manhã, no segundo dia. T3: Início do segundo plantão de cada equipe, às 7:30 da manhã, no quarto dia. Este ciclo será repetido por dois meses, sendo um mês em cada uma das unidades selecionadas. Os dados obtidos permitiram verificar o grau de intoxicação a que os bombeiros estão sujeitos, assim como a ocorrência de desintoxicação durante o período de descanso. . A análise dos dados foi feita utilizando o programa Microsoft Excel para compilação e averiguação das informações. Seleção e descrição dos sujeitos de pesquisa O estudo está sendo realizado com 150 bombeiros militares distribuídos em duas unidades do Corpo de Bombeiros de Campo Grande, Mato Grosso do Sul: Unidade Parque dos Poderes e a Unidade Coronel Antonino. Os sujeitos de pesquisa são compostos pelas oito equipes responsáveis pelo combate a incêndios em vegetações urbanas (fogo no mato) na cidade. Os critérios de elegibilidade restringem a participação às guarnições do Corpo de Bombeiros de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, que comprovadamente atuam no combate a incêndios em vegetações urbanas. Consequentemente, o critério de exclusão abrange as guarnições do Corpo de Bombeiros da mesma localidade que não participam do combate a esse tipo de incêndio. Antes do início da coleta, a equipe de pesquisa apresentou o projeto aos participantes através de uma roda de conversa, informando sobre os riscos de intoxicação por monóxido de carbono (CO), a importância do monitoramento e como a participação pode contribuir para a melhoria dos protocolos de segurança. A participação será voluntária e

o consentimento será obtido mediante a assinatura do Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE). Este documento informará claramente sobre os objetivos, métodos, riscos, benefícios, possibilidade de desistência a qualquer momento sem prejuízo, e garantias de sigilo e preservação dos dados. A coleta de dados teve início no dia 27 de agosto de 2025, no Quartel do Corpo de Bombeiros do Parque dos Poderes com 23 bombeiros no total. O grupo foi dividido em escalas para a realização das aferições durante todo o período de coleta (30 dias), iniciadas diariamente às 7h30 da manhã, contemplando tanto os militares que encerravam o plantão quanto aqueles que iniciavam o novo turno de combate a incêndios em vegetações. As aferições foram realizadas por meio de um oxímetro de
pulso com capacidade de mensuração de carboxiemoglobina, procedimento no qual os pesquisadores solicitavam o dedo do militar, aguardavam a mensuração dos parâmetros, e, em seguida, apresentavam o resultado ao participante, registrando-o na planilha de dados coletados. A equipe participante mostrou-se colaborativa e organizada, compreendendo o funcionamento da dinâmica das aferições e demonstrando disposição em auxiliar durante todo o processo. O procedimento ocorreu sem dificuldades, tanto nas aferições quanto no contato com os participantes. Observou-se apenas que o número de ocorrências registradas foi inferior ao esperado pelos pesquisadores. A próxima etapa de coleta de dados foi iniciada no segundo quartel previamente selecionado,
o Quartel do Corpo de Bombeiros Coronel Antonino, no dia 29 de setembro de 2025. O grupo de pesquisadores manteve a mesma divisão de tarefas e metodologia de aferição empregadas na etapa anterior. Esta unidade conta com maior número de militares em comparação ao primeiro quartel, di

Resultados e Discussão

Essas variáveis foram tratadas como quantitativas contínuas, expressas em percentual (%), admitindo valores positivos (incremento), negativos (redução) ou nulos (estabilidade). Casos com dados ausentes em T3, especialmente nos plantões finais (27 a 33), foram mantidos na base descritiva e tratados por análise de exclusão por par nas inferências pareadas (pairwise deletion), garantindo a preservação das observações válidas sem introduzir viés por imputação artificial.
As distribuições de COHb nos três momentos (T1, T2 e T3) foram caracterizadas por média aritmética, mediana, mínimo, máximo e desvio-padrão (DP). Foram também calculados os intervalos de confiança de 95% (IC95%) para as médias, com base na distribuição t de Student, como medida de precisão das estimativas.
Os resultados foram organizados conforme a sequência cronológica dos plantões monitorados, compreendendo o período de 27 de agosto a 28 de setembro de 2025 apenas da unidade do Parque dos Poderes, visto que a coleta ainda se encontra em andamento na
unidade Coronel Antonino. Foram
avaliados 17 bombeiros (BM1 a BM17), com medições seriadas de carboxi-hemoglobina (COHb) realizadas em três momentos distintos: início do plantão (T), término do plantão (T) e retorno após o descanso (T). O conjunto de dados totalizou dez plantões consecutivos, resultando em 51 observações
válidas. A variação percentual da COHb foi calculada tanto para o período de exposição ocupacional (COHb – Plantão) quanto para o intervalo de
recuperação (COHb – Descanso). De forma geral, observou-se que: Os valores de COHb durante o início dos plantões (T) variaram entre 0% e 6%.
Ao final do plantão (T), os valores oscilaram entre 0% e 7%, indicando incremento médio de
+1,8% em relação às medições basais.
Após o período de descanso (T), os níveis médios de COHb tenderam à redução, com média

geral de 2,5%, caracterizando tendência à desintoxicação fisiológica.
A média de intoxicação aguda calculada a partir das diferenças T - T foi de +0,31%, enquanto a média de desintoxicação (T - T) foi de -0,87%. Os valores individuais de variação indicaram comportamentos heterogêneos entre os plantões, com alguns bombeiros apresentando incrementos superiores a 3% de COHb ao término das atividades e outros valores estáveis ou negativos, sugerindo ausência de acúmulo significativo.
Os valores médios de COHb no início dos plantões (T) variaram entre 0% e 6%, com média geral de 2,6% (DP = 1,8%). No término dos plantões (T), as concentrações oscilaram entre 0% e 7%, com média de 3,0% (DP = 1,9%), representando incremento absoluto médio de +0,4 pontos percentuais. Após o período de descanso (T), observou-se redução média de 0,5 pontos percentuais, com média global de 2,5% (DP = 2,0%), caracterizando tendência à normalização fisiológica da COHb (Tabela 1).
Tabela 1 – Variações médias de carboxiemoglobina (COHb) (%) em bombeiros durante os períodos de plantão e descanso, evidenciando elevação dos níveis ao término das atividades operacionais, seguida de redução média após o repouso, o que indica processo fisiológico de desintoxicação e recuperação dos parâmetros basais de oxigenação
A variação percentual de COHb durante o plantão (COHb – Plantão) entre T e T apresentou amplitude de -2% a +4%, com média global de +0,31% (DP = 1,5%). Em 64,7% dos registros (11 de 17 bombeiros), verificou-se o aumento da COHb ao término do plantão, em 29,4%, os níveis permaneceram estáveis e apenas 5,9% apresentaram leve redução (Figura 1)
Figura 1 - Distribuição da variação da carboxiemoglobina (COHb) durante o plantão (COHb – Plantão), mostrando aumento médio de 0,31% entre o início e o término do turno de trabalho, com predomínio de elevação nos níveis de COHb entre os bombeiros monitorados, indicando efeito direto da exposição ocupacional ao monóxido de carbono
Entre os plantões com maior incremento médio destacam-se o Plantão 1 (+4%), Plantão 5 (+2%) e Plantão 9 (+3%), enquanto o Plantão 4 apresentou estabilidade (= 0%). O valor máximo individual de variação positiva foi de +4% (BM1, Plantão 1) e o mínimo de -2% (BM7, Plantão 6).
Durante o intervalo entre o término do plantão e o retorno (T - T), observou-se tendência de redução dos níveis de COHb. A amplitude variou entre -4% e +3%, com média geral de -0,87% (DP = 1,9%). Cerca de 70% dos participantes apresentaram valores negativos de COHb, compatíveis com depuração fisiológica do monóxido de carbono. A maior redução observada foi de -4% (BM11, Plantão 8), em contraste, 20% dos bombeiros apresentaram elevação residual, possivelmente associada a exposições incidentais não relacionadas ao serviço ativo.

Conclusão

Durante o intervalo entre o término do plantão e o retorno (T - T), observou-se tendência de redução dos níveis de COHb. A amplitude variou entre -4% e +3%, com média geral de -0,87% (DP = 1,9%). Cerca de 70% dos participantes apresentaram valores negativos de COHb, compatíveis com depuração fisiológica do monóxido de carbono. A maior redução observada foi de -4% (BM11, Plantão 8), em contraste, 20% dos bombeiros apresentaram elevação residual, possivelmente associada a exposições incidentais não relacionadas ao serviço ativo.

Referências

ALMEIDA, T.; FERNANDES, A.; MARQUES, E.; CARNEIRO, L.; CARVALHO, M.; XAVIER, V. Guia de selecao de aparelhos de protecao respiratoria filtrantes. Lisboa: ACT, 2016. p.24

BRASIL. Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. Programa de Queimadas: Focos de Queimadas e Incêndios. 2024. Disponível em: http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal/dados-abertos/#da-focos. Acesso em: 16 mai. 2024

DENIZ, T.; KANDIS, H.; EROGLU, O.; GUNES, H.; SAYGUN, M.; KARA, I. H. Carbon monoxide poisoning cases presenting with non-specific symptoms. Toxicology and industrial Health, London, v. 33, n. 1, p. 53-60, 2017. Disponivel em: https://doi.org/10.1177/0748233716660641.

GONZALEZ, D. E.; LANHAM, S. N.; MARTIN, S. E.; CLEVELAND, R. E.; WILSON, T. E.;
LANGFORD, E. L.; ABEL, M. G. Firefighter Health: A Narrative Review of Occupational Threats and Countermeasures. Healthcare, v. 12, n. 4, art. 440, 2024. Disponivel em: https://doi.org/10.3390/healthcare12040440.