



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS
SANIDADE ANIMAL

CAMILO EDUARDO BARCENAS OLAYA

**ASPECTOS MACROSCÓPICOS E MICROSCÓPICOS DE LESÕES CUTÂNEAS E
PULMONARES EM *Tapirus terrestris* (TAPIRIDAE) ASSOCIADAS A INCÊNDIOS
FLORESTAIS NO PANTANAL MATO-GROSSENSE**

CUIABÁ-MT

2024

CAMILO EDUARDO BARCENAS OLAYA

ASPECTOS MACROSCÓPICOS E MICROSCÓPICOS DE LESÕES CUTÂNEAS E PULMONARES EM *Tapirus terrestris* (TAPIRIDAE) ASSOCIADAS A INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PANTANAL MATO-GROSSENSE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências veterinárias na área de concentração de Sanidade Animal, na linha de Patologia animal

Orientador: Fernando Henrique Furlan

Coorientador: Marcos de Almeida Souza

CUIABÁ – MT

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

O42a Olaya, Camilo Eduardo Barcenas.
Aspectos macroscópicos e microscópicos de lesões cutâneas e pulmonares em *Tapirus terrestris* (tapiridae) associadas a incêndios florestais no pantanal mato-grossense [recurso eletrônico] / Camilo Eduardo Barcenas Olaya. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 45 f., pdf). -- 2024.

Orientador: Fernando Henrique Furlan.
Coorientador: Marcos de Almeida Souza.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Cuiabá, 2024.
Modo de acesso: World Wide Web: <https://ri.ufmt.br>.
Inclui bibliografia.

1. Anta brasileira. 2. Pantanal. 3. incêndios florestais. 4. lesões dérmicas. 5. alterações pulmonares. I. Furlan, Fernando Henrique, *orientador*. II. Souza, Marcos de Almeida, *coorientador*. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS
FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ASPECTOS MACROSCÓPICOS E MICROSCÓPICOS DE LESÕES CUTÂNEAS E PULMONARES EM TAPIRUS TERRESTRIS (TAPIRIDAE) ASSOCIADAS A INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PANTANAL MATO-GROSSENSE

AUTORA: **Mestrando Camilo Eduardo Barcenas Olaya**

Dissertação defendida e aprovada em 24 de julho de 2024.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

Doutor Fernando Henrique Furlan Gouvêa (Presidente Banca/Orientador)

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

Doutor Jeann Leal de Araújo (Examinador Externo)

Instituição: Universidade Federal da Paraíba

Doutor Edson Moleta Colodel (Examinador Interno)

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

Doutora Naiani Domingos Gasparetto Veggi (Examinadora Suplente).

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

Cuiabá, 24 de julho de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **EDSON MOLETA COLODEL**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 05/08/2024, às 13:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jeann Leal de Araújo**, **Usuário Externo**, em 06/08/2024, às 18:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **FERNANDO HENRIQUE FURLAN GOUVEA**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 08/08/2024, às 12:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7034573** e o código CRC **EDCF57CF**.

Referência: Processo nº 23108.048819/2024-31

SEI nº 7034573

AGRADECIMENTOS

Agradeço enormemente ao meu orientador o professor Fernando Furlan, primeiro por ter aceitado a minha orientação e ter me dado a oportunidade de aprender e contribuir no conhecimento e pesquisa na área de patologia veterinária, mesmo sabendo que foi uma área totalmente nova para mim como profissional, agradeço a disponibilidade dos seus conhecimentos para meu desenvolvimento nestes dois anos e sua dedicação neste trabalho de dissertação.

Agradeço aos professores Caroline Pescador, Marcos de Almeida Souza e Edson Moleta Colodel pela ajuda, dedicação, conselhos e comprometimento enquanto o desenvolvimento deste trabalho de dissertação, me brindando sua confiança e guia, além de me ensinar sobre a dedicação e qualidade do trabalho.

Agradeço o meu pai Eduardo Jose Barcenas Leyva e minha mãe Olga Mercedes Olaya Salcedo pelas suas palavras de incentivo durante aqueles momentos de fraqueza e dificuldade, me dando sua força e apoio sempre que eu precisava durante estes dois anos.

Agradeço a Fausto D'Nicolas Dueñas e Miguel Angel Figueroa Flores, dois grandes amigos e colegas os quais me auxiliaram com seus conselhos e apoio constante durante estes dois anos longe de casa, me lembrando a importância e desejo de trabalhar pela fauna silvestre.

Agradeço enormemente a meu amigo e residente David Jose Silva pela sua ajuda e conselhos profissionais e pessoais durante estes dois anos de mestrado me aconselhando e apoiando enormemente no desenvolvimento deste projeto e no dia a dia do laboratório.

Agradeço as técnicas do laboratório de patologia veterinária Naiani Domingos Gasparetto e Adriele Queiroz, por compartilhar sua amizade e conhecimento durante estes dois anos de mestrado.

Agradeço aos meus colegas de pós-graduação Wuglenya Daislla, Luis Jhordy Alfaro, Carlos Chaves e João Paulo da Silva Cavasani pelos conselhos profissionais e a amizade que tem se desenvolvido durante este período.

Agradeço aos jovens da graduação Icaro Gutierrez e Luana Dias, sendo excelentes colegas e futuros profissionais, além de pessoas que me apoiaram enormemente durante minha passagem pelo laboratório.

Agradeço os residentes Jessica Nathyelli, Savio Lucas, Natalie Ecker e Deisy Palencia pela amizade e o monte de risadas compartilhadas durante estes dois anos. Fiquem fortes, que vai dar tudo certo.

Agradeço a Angie Vilória Yepes por ter me acompanhado durante estes últimos meses, me brindando tranquilidade e guia quando mais eu precisava. Muito obrigado.

Agradeço ao programa de pós-graduação em ciências veterinárias

Agradeço a Universidade Federal de Mato Grosso

Agradeço a minha banca avaliadora.

Agradeço a CAPES

RESUMO

Incêndios florestais são relativamente comuns no Brasil e trazem como uma das consequências, riscos à saúde de animais que vivem nas áreas afetadas. Em 2020 numerosos focos de incêndios destruíram vastas áreas do pantanal atingindo milhares de animais, incluindo *Tapirus terrestris*, uma espécie de alto valor biológico catalogada como vulnerável pela União Internacional para a Conservação da Natureza. Entre setembro e novembro de 2020, 12 antas resgatadas com queimaduras de pele e anexos foram encaminhadas para o Hospital Veterinário da Universidade Federal de Mato Grosso. Dentre essas, 11 morreram e uma sobreviveu. Todas foram submetidas a avaliação da extensão e profundidade das queimaduras na pele e anexos. As que morreram foram submetidas à necropsia e amostras foram coletadas para avaliação morfológica e microbiológica. A área de queimadura de pele variou entre 2,3% e 26,15% e foram classificadas entre Grau II profunda a IV. Lesões podais foram observadas em 11 antas, notando-se queda do estojo córneo em oito. Pneumonia bacteriana ocorreu em sete antas. Verificou-se que as lesões podais em articulações dos membros ou que causam queda do estojo córneo restringindo a movimentação compromete a sobrevivência dessa espécie. As lesões dérmicas predis põem a pneumonias bacterianas que reduzem ainda mais as chances de sobrevivência de antas vítimas de incêndios florestais.

PALAVRAS-CHAVE: Anta brasileira; pantanal; incêndios florestais; lesões dérmicas; alterações pulmonares.

ABSTRACT

Forest fires are relatively common in Brazil and bring as one of the consequences, risks to the health of animals living in the affected areas. In 2020, numerous fires destroyed vast areas of the wetland, affecting thousands of animals, including the tapir (*Tapirus terrestris*), a species of high biological value cataloged as vulnerable by the International Union for Conservation of Nature (IUCN). Between September and November 2020, 12 tapirs rescued with skin burns and appendages were sent to the Veterinary Hospital of the Federal University of Mato Grosso. Of these, 11 died and one survived. All of them were submitted to evaluation of the extent and depth of the burns on the skin and appendages. All those who died were submitted to necropsy and samples were collected for morphological and microbiological evaluation. The area of skin burns ranged from 2.3% to 26.15% and was classified between Deep grade II and IV. Foot lesions were observed in 11 tapirs, and the corneal case fell in eight. Bacterial pneumonia occurred in seven tapirs. It was found that foot injuries in limb joints or that cause the corneal case to fall, restricting movement, compromise the survival of this species. Dermal lesions predispose to bacterial pneumonia that further reduces the chances of survival of tapirs victims of forest fires.

KEYWORDS: Brazilian tapir; Pantanal; Forest fires; dermal lesions; pulmonary alterations.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Antas vítimas de incêndio no pantanal entre setembro e novembro de 2020, segundo origem, sexo, fase de desenvolvimento biológico (FDB), peso, escore corporal, dias de tratamento (TTO) e Desfecho Clínico (DC).	23
Tabela 2. Critérios considerados para graduação das queimaduras na pele de antas vítimas de incêndio no pantanal.....	24
Tabela 3. Critérios considerados para graduação das alterações microscópicas de queimaduras na pele de antas vítimas de incêndio no pantanal.....	26
Tabela 4. graduação de queimaduras e alterações macroscópicas em pele e anexos de antas durante os incêndios no pantanal.....	30
Tabela 5. Alterações morfológicas e cultivo microbiológico dos pulmões de antas que morreram vítimas de incêndios florestais no pantanal	32

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Esquema com “Regra dos 9” aplicada a <i>Tapirus terrestres</i> para estimativa da porcentagem de superfície de pele afetada por queimaduras nos exemplares vítimas de incêndio no Pantanal.	24
Figura 2. Ilustração esquemática da classificação microscópica do estágio de lesão representando as camadas histológicas comprometidas segundo a profundidade.....	25
Figura 3. Distribuição e classificação das queimaduras em pele e anexos de cada exemplar de <i>Tapirus terrestris</i> com a porcentagem de pele afetada e os graus de lesão.....	28
Figura 4. Alterações macroscópicas em pele e anexos de antas vítimas de incêndios no pantanal Mato-Grossense.	29
Figura 5. Avaliação microscópica de pele de antas recorrentes de incêndios no pantanal.	31
Figura 6. Alterações patológicas pulmonares em antas recorrentes de incêndios no pantanal....	33
Figura 7. Marcação Imuno-histoquímica anti <i>E. coli</i> em fragmentos de pulmão de exemplares <i>Tapirus terrestris</i> atingidos durante incêndios florestais no pantanal Mato-Grossense.....	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo geral	13
2.2. Objetivos específicos	14
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1 Incêndios florestais	14
3.2 Dimensões e impactos dos incêndios florestais	15
3.3. Pantanal mato-grossense.....	16
3.4. IMPACTO NA VIDA SELVAGEM.....	18
3.5. <i>Tapirus terrestris</i> (Anta brasileira).....	19
3.6. Lesões dermatológicas associadas a queimaduras	20
3.7. inalação de fumaça.....	21
4. METODOLOGIA.....	22
4.1 Aspectos éticos.....	22
4.2 Delineamento do estudo.....	22
4.3 Avaliação macroscópica da pele e anexos	22
4.4 Avaliação microscópica	25
4.5 Exames complementares.....	26

5. RESULTADOS.....	27
5.1 Avaliação macroscópica pele e anexos	27
5.2 Avaliação microscópica da pele e anexos	30
5.3 Avaliação macroscópica e microscópica dos pulmões.....	31
6. DISCUSSÃO	34
7. CONCLUSÃO.....	39
8. REFERÊNCIAS.....	40

1. INTRODUÇÃO

A anta brasileira (*Tapirus terrestris*) é o maior mamífero terrestre selvagem brasileiro. É uma espécie de alta importância ecológica que recebe a denominação de “espécie guarda-chuva” ou “espécie paisagem” por necessitar de grandes extensões de habitat e exercer papel crítico na homeostase do ecossistema devido sua interação com o ambiente e demais espécies animais (Medici; Fantacini, 2022), sendo considerado um importante dispersor de sementes de espécies vegetais, como a buriti (*Mauritia flexuosa*), sendo um pilar relevante na distribuição desta palmeira, indicando uma relação evolutiva entre estas espécies (Varela et al., 2019).

T. terrestris apresenta ciclo reprodutivo longo, com 13 a 14 meses de gestação e apenas um filhote, o que a torna muito suscetível a pressões (Medici et al., 2012). É um animal considerado vulnerável segundo a lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) com diminuição maior ao 30% da população nas últimas 3 gerações, associado à perda de ecossistema, caça ilegal, atropelamento e competição com a produção pecuária (Varela et al., 2019). Uma análise de ameaças realizada nos 21 biomas onde ela ocorre no mundo revelou que os incêndios florestais constituem um dos principais perigos para esta espécie (Medici et al., 2007; Medici et al., 2012; Medici; Fantacini, 2022).

Os incêndios florestais constituem um aspecto comum, generalizado e crítico do sistema terrestre que tem ocorrido com maior frequência e gravidade nos últimos anos decorrente, principalmente de alterações climáticas (Krawchuk et al., 2009; Flannigan et al., 2013; Haque et al., 2023). Incêndios florestais descontrolados de alta complexidade e significativamente devastadores, muitas vezes chamados de mega incêndios (Williams et al., 2005) ou ainda incêndios florestais extremos (Tedim et al., 2018), podem causar grande impacto na conservação da vida selvagem (de Barros et al., 2022; Garcês; Pires, 2023; Bardales et al., 2024). Em 2020 um incêndio dessas proporções devastou grande parte do pantanal brasileiro causando a morte de aproximadamente 17 milhões de vertebrados (Tomas et al., 2021) e reduzindo a detecção de antas na região (Bardales et al., 2024).

Animais de grande porte feridos durante queimadas, (como as antas) frequentemente são encontrados vivos pelas equipes de resgate, indicando que eles podem ser menos propensos a

morrer imediatamente, no entanto, as queimadas trazem consequências, incluindo a morte, dias ou semanas após o incêndio devido às queimaduras ou sequelas pulmonares (Tomas et al., 2021).

As principais alterações observadas em animais vítimas de incêndios florestais, além de desidratação e estresse térmico agudo, envolvem a pele e pulmões (Garcês; Pires, 2023). As lesões na pele são caracterizadas principalmente por queimaduras que podem ser classificadas de acordo com a localização, profundidade e extensão (Wohlsein et al., 2016; Garcês; Pires, 2023). Os animais podem ainda sofrer problemas pulmonares decorrentes da inalação de toxinas na fumaça ou material particulado fino (causando asfixia) ou ainda injúrias térmicas ou químicas do trato respiratório resultando em doenças respiratórias agudas ou crônicas (Wohlsein et al., 2016; Sanderfoot et al., 2021; Garcês; Pires, 2023).

Apesar das lesões dérmicas e pulmonares decorrentes de incêndios serem amplamente registradas na medicina humana (Cascio, 2018; Stokes et al., 2021), os trabalhos descrevendo essas alterações são escassos em animais domésticos (Pavletic; Trout, 2006; Krawchuk et al., 2009; Vaughn; Beckel, 2012; Vaughn; Beckel; Walters, 2012; Wohlsein, et al., 2016; Cowled et al., 2022), e raros em animais selvagens (Sanderfoot et al., 2021; Baek et al., 2023; Garcês; Pires, 2023). Dessa forma, o objetivo deste trabalho é descrever as alterações da pele e pulmonares de antas vítimas do mega incêndio que afetou o pantanal brasileiro em 2020.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Descrever os achados anatomopatológicos das lesões térmicas de pele e pulmão em exemplares de anta brasileira (*Tapirus terrestris*) decorrente de focos de incêndio florestais entre os meses de setembro e novembro de 2020 no Pantanal Mato-Grossense

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Descrever e classificar macroscopicamente e microscopicamente as lesões dermatológicas e pulmonares associadas ao incêndio no Pantanal Mato-Grossense.

Caracterizar macroscópica e microscopicamente as alterações nos demais órgãos além da pele e pulmão quando estiverem presentes.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 INCÊNDIOS FLORESTAIS

Para o melhor entendimento dos incêndios florestais, é importante a definição prévia de conceitos que podem apresentar similitudes, no entanto apresenta definições diferentes, considerando a queimada e o incêndio florestal. A queimada é definida como uma atividade antrópica, recorrente na agricultura, utilizando o fogo como ferramenta de limpeza do terreno, sendo comumente associado ao uso de fogo como ferramenta (MPMT, 2020). Por outro lado, os incêndios florestais são não planejados e descontrolados, geralmente causados por raios ou humanos, sendo capaz de evoluir para um incêndio destrutivo, danificando recursos naturais, propriedades e ameaçando vidas (Pivello et al., 2021).

Os incêndios florestais são fenômenos que possuem diversas características associadas à intensidade e severidade, além de gerar diferentes graus de impacto e respostas variáveis sobre o meio ambiente (Cochrane; Ryan, 2009). A severidade e intensidade destes incêndios, mesmo sendo conceitos relacionados na descrição de um incêndio florestal, são dois conceitos totalmente diferentes. A intensidade do fogo consiste na quantidade de calor (energia) liberado durante a combustão das estruturas presentes na floresta durante um período específico, entretanto a severidade é um produto da intensidade do fogo e o tempo de exposição ao mesmo tempo, avaliando o impacto do fogo num local determinado (Berger; Fitzgerald; Parke, 2017). Outras das características relevantes para o desenvolvimento dos incêndios florestais são a altura,

profundidade e comprimento das chamas, intensidade da linha de fogo, taxa de espalhamento, frequência, e tempo de resistência (Cochrane; Ryan, 2009; Costa, 2011), sendo importantes para a descrição destes eventos.

3.2 DIMENSÕES E IMPACTOS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

O fogo moldou a vida no planeta terra durante centenas de milhões de anos, modificando ecossistemas, afetando processos evolutivos e alterando a distribuição das espécies (Linley et al., 2022). A maioria dos dois milhões de incêndios florestais registrados todos os anos em todo o mundo são pequenos em termos de área ardida (Bowman et al., 2017). No entanto, os seres humanos vêm influenciado durante muito tempo os regimes de incêndios, as recentes mudanças induzidas pelo homem estão alterando rapidamente a atividade dos incêndios em todo o mundo (Ellis et al., 2021). Alguns desses incêndios tornam-se incidentes muito grandes que têm impactos ecológicos e socioeconômicos significativos. Exemplos deste último incluem eventos na China em 1987; Portugal 2003, 2005 e 2017; Grécia, Itália e EUA 2007; Austrália 2009; Canadá e Chile 2016; e os EUA 2013 e 2017 (Tedim et al., 2018); e mais recentemente, Austrália e os incêndios do pantanal no Brasil em 2020 (Cowled et al., 2022; Tomas et al., 2021).

Alguns argumentam que tais incêndios florestais podem ser vistos como o “novo normal”, uma vez que estão aumentando em frequência, magnitude e alcance geográfico (Daniels et al., 2020), criando um impacto desproporcional no ambiente e nas comunidades e afetando uma série de problemas sociais, econômicos e preocupações políticas. À medida que cresceu a discussão sobre como responder a estes incêndios, também cresceu a variedade de termos usados para descrever tais eventos. No entanto, ainda não há consenso sobre a terminologia e metodologia para descrever tais ocorrências e uma definição clara e comumente aceita permanece indefinida (Sharples et al., 2016). Alguns autores utilizam termos que refletem abordagens disciplinares estreitas que não conseguem captar a complexidade e características diversas e multifacetadas de tais eventos; alguns autores adotam um termo sem defini-lo; e alguns definem um termo usando métricas quantitativas geográficas muito específicas (Tedim et al., 2018).

Na literatura é possível verificar os termos: “incêndio florestal de grande porte”, “incêndio florestal muito grande”, “incêndio extremamente grande”, ou ainda incêndios florestais de primeira

a quinta geração (Costa, 2011; Fernandes et al., 2016). Eles tendem a se concentrar no tamanho do incêndio, embora os limites usados pelos diferentes autores raramente são congruentes; por exemplo, um artigo define “incêndios extremamente grandes” usando um limite menor do que aquele adotado para “incêndios muito grandes” em outros artigos. Apesar da terminologia diferente utilizada, os autores estão se referindo ao mesmo tipo de evento. Esta falta de consistência na terminologia e na conceptualização cria problemas em diversas áreas, incluindo dificuldades na comparação de resultados e na coordenação da investigação, e barreiras de comunicação entre agências operacionais, decisores políticos e a comunidade de investigação (Tedim et al., 2018).

Estudos recentes sugerem a padronização dos termos utilizados para descrever os incêndios florestais, baseando-se em seu tamanho (Linley et al., 2022) associando ainda outras terminologias que contemplem a complexidade e diversidade do evento como a incerteza do comportamento e a relevância e dimensão dos impactos ecológicos, sociais e econômicos (Tedim et al., 2018). Baseados na área atingida pelos incêndios florestais, sugere-se dimensionar estes eventos em:

- Mega incêndios: área queimada >10.000 hectares;
- Giga incêndios: área queimada >100.000 hectares;
- Tera incêndios: área queimada >1.000.000 hectares.

Outras das características relevantes para a classificação dos incêndios florestais são a altura das chamas, comprimento das chamas, intensidade da linha de fogo, taxa de espalhamento, profundidade da chama, frequência, e tempo de resistência (Cochrall; Ryall, 2009; Costa, 2011) sendo características importantes para a descrição e compreensão destes eventos.

3.3. PANTANAL MATO-GROSSENSE

O pantanal é considerado um ecossistema fogo-dependente, dessa forma, o incêndio florestal é uma característica essencial, assim como em outros ecossistemas no Brasil, particularmente em áreas úmidas de cerrado (Myers, 2006). A alta carga vegetal sustentada pela fertilidade induzida por inundações torna essas áreas susceptíveis a queimadas principalmente durante a temporada de seca (García et al., 2021). A alternância de período úmido e seco representa

um fator regulatório em termos de atividade biótica e abiótica, determinando os aspectos botânicos e da fauna na região (Pereira; Chávez; Silva, 2012). Sua proximidade com a linha do Equador faz com que a região tenha uma alta incidência de radiação solar e clima tropical úmido com verão chuvoso de outubro a abril e inverno seco de junho a outubro, dividindo sua meteorologia entre períodos de cheia, período da seca e período vazante de abril a maio (Peixoto et al., 2022; ICMBIO 2024c). Este Bioma compreende uma vasta área tropical, com 140.000 km² em território brasileiro, caracterizado por um período úmido e outro seco é conhecido por ser a maior planície alagável do mundo, localizado entre os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, sendo dividido em 11 sub-regiões: Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço, Paiaguás, Nhecolândia, Abobral, Miranda, Aquidauana, Nabileque, e Porto Murtinho (Souza; Lani; Sousa, 2006). O pantanal possui uma importante diversidade faunística com pelo menos 264 espécies de peixes, 652 espécies de aves, 102 espécies de mamíferos, 177 espécies de répteis e 40 espécies de anfíbios, sendo a maioria dos exemplares derivadas do cerrado e com influências amazônicas. Dentre as principais espécies de répteis encontram-se o *Caiman cocodrilus yacare*, *Eunectes notaeus*, *Tupinambis teguixin* e *Iguana iguana*. Dentre as espécies de mamíferos destacam-se o *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Pteronura brasiliensis*, *Alouatta caraya*, *Blastocerus dichotomus*, *Panthera onca* (ICMBio, 2024.a). Entre os representantes da avifauna temos muitas espécies aquáticas geralmente migratórias como são o *Phalacrocorax brasiliensis*, *Anhinga anhinga*, *Ardea cocoi*, *Butorides striata*, *Ardea albas*, *Egretta thula*, *Tigrisoma lineatum*, *Mycteria americana*, *Phaetusa simplex* (ICMBio, 2024.b)

O pantanal conta com regiões de matas, cerrado e savanas associadas à influência da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, apresentando formações vegetais, entre as quais estão os carandazais, buritizais e os paratudais. Nas beiras dos rios encontra-se uma mata-de-galeria ou mata ciliar que atua protegendo os rios, retendo sedimento e regulando os ciclos hidrológicos com espécies vegetais como o tucum, jenipapo e cambará (Ayello, 2023).

Embora o pantanal seja considerado um ecossistema fogo-dependente (Myers, 2006), as proporções alcançadas pelos incêndios de 2020 culminaram em um evento extremo de incêndio florestal da magnitude de um Tera-incêndio impactando de forma sem precedentes a vida selvagem da região (Tomas et al., 2021).

3.4. IMPACTO NA VIDA SELVAGEM

Os incêndios florestais têm o potencial de alterar os ecossistemas como resposta do ambiente a estas perturbações, afetando populações de fauna silvestre de maneira direta ou indireta. Estes eventos podem ser considerados cíclicos com o potencial de aumentar ou melhorar o pasto para a vida selvagem após sua extinção, além de melhorar as características nutricionais das plantas e aumentar temporariamente sua disponibilidade. Árvores mortas pelo fogo podem virar recursos para grande quantidade de invertebrados que posteriormente tornam-se alimento para espécies de pássaros. (Berger; Fitzgerald; Parke, 2017). Em regiões úmidas da Flórida, os incêndios aumentam as áreas aquáticas abertas, alterando o equilíbrio entre o habitat terrestre e aquático eliminando acúmulos de lixo e reduzindo a altura das plantas por um ou dois anos, contribuindo também na produção de frutos (Lyon et al., 2000).

Durante os incêndios florestais, múltiplos exemplares encontram-se expostos a temperaturas extremas, associando uma temperatura ambiente maior a 62,7 °C com mortalidade em pequenos mamíferos (Howard; Fenner; Childs, 1959). Animais com mobilidade limitada e desenvolvimento biológico na superfície do solo apresentam maior vulnerabilidade e mortalidade frente a este tipo de eventos (Lyon et al., 2000). Numa estimativa sobre a mortalidade de exemplares pertencentes à fauna silvestre durante os incêndios do pantanal em 2020 observou-se que 943.830 ± 252.740 vertebrados de médio a grande porte morreram em 39.030 km² das áreas queimadas entre janeiro e novembro daquele ano (Tomas et al., 2021). Adicionalmente, consequências negativas como alterações comportamentais ou na disponibilidade de recursos derivado destes incêndios podem contribuir indiretamente na taxa de mortalidade de fauna silvestre (Lyon et al., 2000).

O pantanal é um sistema frequentemente acometido por incêndios, no entanto um número incomum destes se apresentou na estação chuvosa de 2019 que se intensificou na estação seca e continuou em 2020, amplificado por uma das secas mais intensas registradas na região do pantanal nos últimos 60 anos (Thielen et al., 2020). Esses incêndios atingiram 40.000 km², com um número registrado de focos de incêndio 400% maior que a mediana entre 1998 e 2019 (LASA-UFRJ, 2021; Filho et al., 2021; García et al., 2021), podendo ter afetado mais de 17 milhões de vertebrados (Tomas et al., 2021). Como exemplo temos a *Panthera onca* cuja população estimada na região do

pantanal foi afetada em 45% pelos múltiplos incêndios ocorridos neste ano (de Barros et al., 2022). Este incêndio, sem antecedentes, pode ser caracterizado como um evento extremo de incêndio florestal da magnitude Tera incêndio (Tedim et al., 2018; Linley et al., 2022).

3.5. *TAPIRUS TERRESTRIS* (ANTA BRASILEIRA)

Tapirus terrestris é um espécime pertencente à superordem dos ungulados e a ordem Perissodactyla, juntamente com *Tapirus bairdii*, *Tapirus pinchaque* e *Tapirus indicus* é uma das 4 espécies de antas que podem ser encontradas na América do Sul (Brooks; Bodmer; Matola, 1997). É o maior mamífero terrestre da América do Sul, com peso variando de 150 a 250 kg (Barongi, 1993), espécimes adultos comumente têm uma fórmula dentária de 2X (I-3/3, C-1/1, PM-4/3, M-3/3) para um total de 42 dentes, tanto em machos como fêmeas (Padilla; Dowler, 1994). Da mesma forma, apresenta uma estrutura corporal bastante sólida com uma silhueta alongada no dorso e mais estreita na frente e uma camada de tecido fibroso sob a pele que justifica a rusticidade e proteção (Brooks; Bodmer; Matola, 1997).

Tapirus terrestris apresenta semelhanças anatômicas do sistema gastrointestinal com a espécie equina, com ceco bastante desenvolvido, apresentando maior atividade fermentativa, em contraste com a história evolutiva dos demais perissodáctilos, tendo assim um bom aproveitamento de alimentos de origem vegetal (Hagen et al., 2015).

As espécies do gênero *Tapirus* possuem uma ampla distribuição geográfica cobrindo a grande maioria da América do Sul que se estende desde o centro norte da Colômbia, até o nordeste da Argentina e do Paraguai, Bolívia, Brasil, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela (Varela et al., 2019), além de possuir uma grande adaptabilidade ao ambiente, incluindo pantanal, savana, floresta seca, floresta tropical, manguezais e picos alpinos (Padilla; Dowler, 1994). Apesar de sua ampla distribuição e notável adaptabilidade a anta brasileira é classificada como espécie vulnerável da lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (Varela, 2019), e está sob ameaça de extinção local em muitas regiões da América do Sul (Flesher; Medici, 2022).

A estimativa da população de antas na região do pantanal é de 29.400 indivíduos, dos quais 48% ou 14.700 são exemplares maduros, distribuídas em populações com um número variável de indivíduos, no entanto as populações com menos de 200 indivíduos podem desaparecer num período aproximado de 33 anos (Medici et al., 2012). Contudo, apesar de ser uma espécie considerada vulnerável, há evidências que sugerem que as antas poderiam estar amplamente distribuídas em biomas da Mata Atlântica e que com ações de conservação apropriadas, estas, poderiam ter a capacidade de habitar muitas das paisagens dominadas pelo homem (Flesher; Medici, 2022).

3.6. LESÕES DERMATOLÓGICAS ASSOCIADAS A QUEIMADURAS

Na medicina veterinária, as lesões cutâneas geradas por queimaduras são relativamente raras (Garzotto, 2009) principalmente aquelas que têm relação com incêndios florestais, sendo escassos os trabalhos que as descrevem em animais domésticos ou silvestres (Wohlsein et al., 2016). São lesões de importante complexidade e variabilidade, por vezes associadas a quadros respiratórios pela inalação de fumaça relacionada a incêndios, sendo a maior causa de mortalidade e morbidade (Park et al., 2003).

As principais causas de lesões térmicas são aquelas associadas a eletrocussão, radiação solar, contato direto ou indireto (calor) com o fogo e podem ser classificadas de acordo com a profundidade e número de camadas de pele afetadas, chegando a ter diferentes tempos de resolução (Garzotto, 2009). Sua apresentação clínica depende de prolongada exposição do local de lesão a uma temperatura maior a 40 °C, o que gera desnaturação de proteínas e finalmente a perda da integridade da membrana plasmática. Esta desnaturação de proteínas é também um processo rápido levando só alguns segundos em temperatura maior a 60°C (Evers; Bhavsar; Mailänder, 2010).

No desenvolvimento das lesões por queimaduras é importante considerar o modelo de Jackson, o qual divide a área de lesão em três regiões, sendo desde o centro para a periferia, a zona de coagulação, zona de estase e zona de hiperemia. A zona de coagulação é aquela associada à área de maior contato com a fonte de calor e maior lesão tissular, depois a zona de estase é considerada uma área alteração de perfusão vascular e isquemia tissular e finalmente a zona de hiperemia é

onde ocorre e alterações vasculares inflamatórias sem danos estruturais térmicos (Jackson, 1953); (Evers; Bhavsar; Mailänder, 2010).

3.7. INALAÇÃO DE FUMAÇA

Além das complicações associadas às queimaduras em queimadas, a inalação de fumaça, causa envenenamento por gases tóxicos e fuligens que levam à falha respiratória, sendo uma causa de morte em seres humanos (Gerling et al., 2001). Quadros semelhantes também podem ser observados em animais expostos à aspiração destes elementos (Marsh, 2007; Stern; Lewis; Thompson, 2014).

A lesão associada à inalação por fumaça pode ser classificada baseada na localização anatômica, seja em vias respiratórias altas, baixas ou no parênquima pulmonar, sendo as lesões de trato respiratório baixo e do parênquima pulmonar as que apresentam maior relação com a mortalidade em seres humanos (Enkhbaatar et al., 2016). O grau de lesão observado nestes eventos depende diretamente do tempo de exposição à fumaça e a composição da mesma (Kimura et al., 1988). A lesão direta associada pelos agentes tóxicos desenvolve importantes alterações patológicas com liberação de mediadores pró inflamatórios, incremento no fluxo de fluido transvascular e fluxo de neutrófilos desenvolvendo quadros de edema, hiperemia das mucosas, formação de acúmulos obstrutivos e broncoespasmos, que contribuem na diminuição do lúmen em vias respiratórias altas, sendo assim um fator mecânico que resulta na obstrução do fluxo normal do ar ao alvéolo. (Enkhbaatar et al., 2016). Histologicamente, as lesões no parênquima pulmonar associadas a morte imediata em seres humanos por incêndios são resumidas em dilatação bronquiolar, hiperinsuflação identificada por aumento heterogêneo de ductos, sacos e alvéolos, colapso de septos alveolares, congestão passiva caracterizada por distensão capilar, depósitos de material amorfo eosinofílico e hemorragia (de Paiva et al., 2008). Complementarmente a patogênese pode ser diferenciada entre lesão direta pela inalação de fumaça e as lesões em trato respiratório superior ou secundárias associado à lesão pulmonar aguda pela ativação da resposta inflamatória sistêmica, considerando também a lesão pulmonar tardia associada a sepse e pneumonia (Ipaktchi; Arbabi, 2006).

4. METODOLOGIA

4.1 ASPECTOS ÉTICOS

O presente estudo foi avaliado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, sob o protocolo N° 23108.031812/2023-07, e considerado de acordo com os princípios éticos da experimentação adotados pela Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório (SBCAL).

4.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Em 2020 um mega incêndio consumiu 30% da área total do pantanal brasileiro, queimando 39.030 Km² (390.300.000 hectares – \cong 965milhoes de acres) de sua vegetação nativa. Entre os meses de setembro e novembro, 12 *T. terrestris* (Antas 1 a 12) foram resgatadas vivas e encaminhadas para o Hospital Veterinário da Universidade Federal de Mato Grosso. Dentre estas, cinco morreram durante o transporte (Antas 4, 5, 7, 8 e 9), seis morreram durante o tratamento (Antas 1, 2, 3, 10 e 11), uma (Anta 6) foi submetida a eutanásia *in extremis*. Uma (Anta 12) sobreviveu e se recuperou após 70 dias em tratamento. Todos os que morreram foram submetidos à necropsia imediatamente após a morte. Dados referentes aos animais envolvidos neste estudo encontram-se descritos na Tabela 1.

4.3 AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA DA PELE E ANEXOS

Durante a necropsia estimou-se a área superficial afetada seguindo a “regra dos 9” adaptada (Pavletic; Trout, 2006; Vaughn; Beckel, 2012; Wohlsein et al., 2016) e posteriormente realizou-se a classificação das queimaduras em cinco estágios: Grau I, Grau II superficial, Grau II Profunda, Grau III e Grau IV, (Pavletic; Trout, 2006; Vaughn; Beckel, 2012; Wohlsein et al., 2016; Garzotto, 2023) conforme evidenciada na Figura 1 e critérios adaptados da literatura, estabelecidos na Tabela 2.

A Anta 5, além das queimaduras, apresentava, na pele, lesões compatíveis com ataque por predador (possivelmente *Panthera onca*). Essas lesões não foram consideradas neste estudo.

Tabela 1. Antas vítimas de incêndio no Pantanal Mato-Grossense entre setembro e novembro de 2020, segundo origem, sexo, fase de desenvolvimento biológico (FDB), peso, escore corporal, dias de tratamento (TTO) e Desfecho Clínico (DC).

Anta	Origem	Sexo	FDB	Peso (KG)	Escore corporal	Dias de TTO	DC
1	Poconé	F	Adulto	200	2/5	7	MN*
2	Poconé	F	Adulto	200	3/5	4	MN
3	Cáceres	M	Adulto	150	3/5	1	MN
4	Barão de Melgaço	M	Adulto	140	2/5	0	MN
5	Poconé	F	Adulto	110	1/5	0	MN
6	Poconé	F	Adulto	160	1/5	19	Eutanásia
7	Poconé	M	Adulta	200	2/5	0	MN
8	Poconé	M	Jovem	100	1/5	0	MN
9	Poconé	F	Filhote	26	2/5	0	MN
10	Poconé	F	Adulto	180	2/5	20	MN
11	Poconé	F	Adulto	140	2/5	17	MN
12	Poconé	M	Filhote	25	2/5	70	Sobreviveu

*MN-Morte Natural

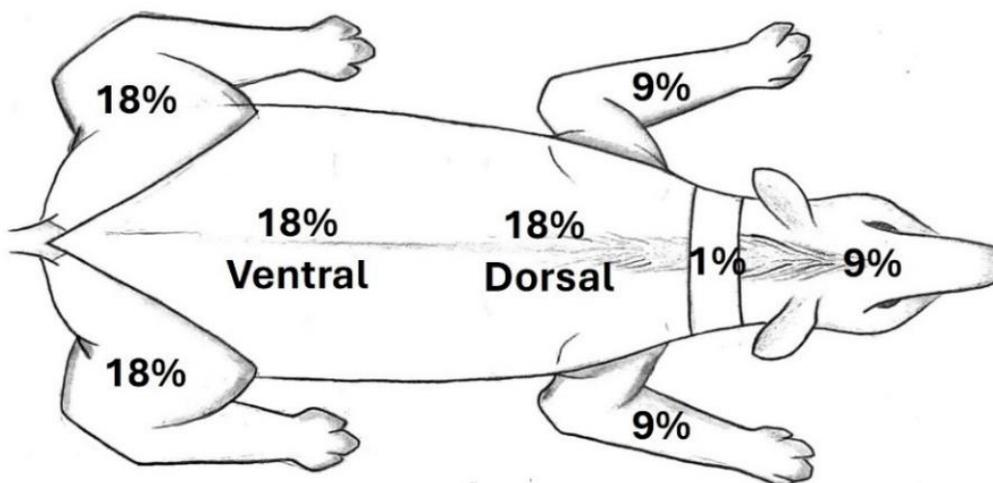


Figura 1. Esquema com “Regra dos 9” aplicada a *Tapirus terrestris* para estimativa da porcentagem de superfície de pele afetada por queimaduras nos exemplares vítimas de incêndio no Pantanal.

Tabela 2. Critérios considerados para graduação das queimaduras na pele de antas vítimas de incêndio no pantanal.

Grau	Características	Profundidade
I	Eritema leve e aumento de volume	Epiderme superficial
II S	Eritema moderado, presença de bolhas e/ou secreção serosa/hemorrágica com folículos pilosos preservados	Epiderme e região superficial da derme
II P	Pele escurecida ou branco-amarelada com destruição da derme superficial.	Epiderme e região profunda da derme
III	Pele escurecida apresentando perda de elasticidade e sequidade ou ausência da epiderme com ulcerações e exposição da derme.	Epiderme e derme completa
IV	Destruição da epiderme com exposição e/ou comprometimento de tecido muscular, perda de estojo córneo e/ou exposição de tecido ósseo	Camada muscular, tendão e osso

S: Superficial. P: Profunda.

4.4 AVALIAÇÃO MICROSCÓPICA

Amostras de todos os tecidos foram coletadas, fixadas em formol a 10% e processadas rotineiramente para confecção de lâminas histológicas. Os cortes de tecidos foram corados com hematoxilina e eosina. Adicionalmente, fragmentos de pulmão foram corados pela técnica de Gram e metenamina de prata de Grocott (Prophet et al., 1992).

As alterações microscópicas da pele foram classificadas em 5 estágios: Grau I, Grau II superficial, Grau II Profunda, Grau III e Grau IV conforme estabelecido na Fig. 2 e Tabela 3 (Wohlsein et al., 2016).

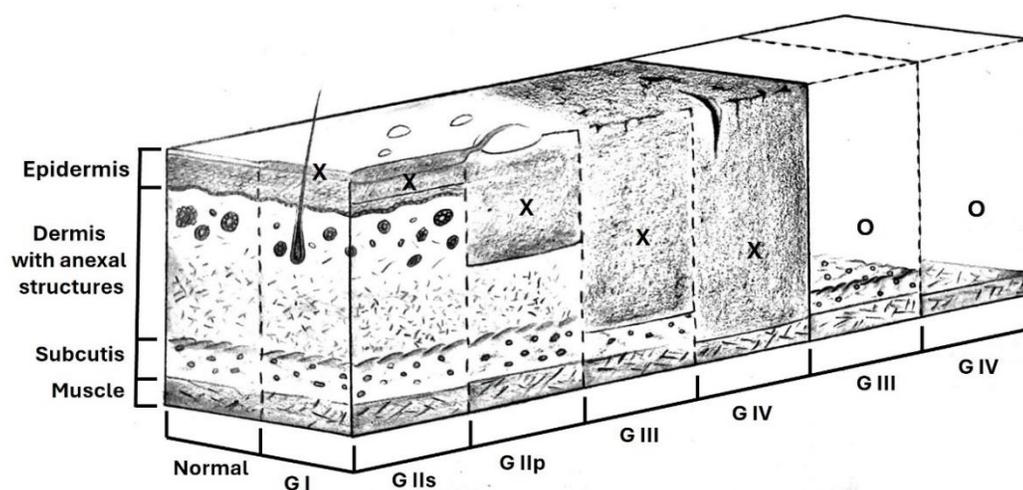


Figura 2. Ilustração esquemática da classificação microscópica do estágio de lesão representando as camadas histológicas comprometidas segundo a profundidade: Grau I (GI), Grau II superficial (GII), Grau II profunda (GIIp) e Grau IV (GIV) complementarmente identificando os cenários associados a carbonização (X) ou ausência de tecido (O). Adaptado de (Wohlsein et al., 2016)

Tabela 3. Critérios considerados para graduação das alterações microscópicas de queimaduras na pele de antas vítimas de incêndio no pantanal.

Grau	Características
I	Necrose na superfície de epiderme por vezes associada a vesículas citoplasmáticas.
II S	Bolhas intra e/ou subepidérmicas serosas ou hemorrágicas, edema e necrose coagulativa de células epiteliais.
II P	Comprometimento da camada germinativa da epiderme com redução de núcleo, cariorrexia e espongiose de células epiteliais. Epitélio folicular hipereosinofílico e hiperemia em regiões adjacentes
III	Destruição total das camadas com necrose coagulativa da epiderme e derme, incluindo estruturas anexas até o subcutâneo, necrose dos vasos sanguíneos, trombose vascular, vasculite subcutânea e edema cutâneo.
IV	Tecido enegrecido com destruição de subcutis, musculatura e por vezes osso ou perda nas estrias transversais musculares

S: Superficial. P: profunda

4.5 EXAMES COMPLEMENTARES

Amostras dos pulmões de todas as antas necropsiadas foram encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia Molecular e semeadas nos meios ágar sangue ovino 8% (Sigma-Aldrich, Darmstadt, Alemanha), agar MacConkey (Neogen Corporation, São Paulo, Brasil), incubadas a 37°C em aerobiose por até 4 dias e agar Sabouraud (Neogen Corporation, São Paulo, Brasil) a 37°C e 25 °C por até 15 dias e caracterizadas morfológicamente e bioquimicamente de acordo com Quinn e colaboradores (Quinn; Carter; Markey, 2013).

Adicionalmente, fragmentos de pulmão das antas que apresentaram crescimento de *E. coli* no cultivo microbiológico foram submetidos à imuno-histoquímica (IHQ). Os cortes foram desparafinados e reidratados. A recuperação antigênica foi realizada com tampão citrato (pH 6) sobre calor e pressão (panela de pressão) por 40 min a 100°C. Os cortes foram tratados com anticorpos primários anti-*E. coli* (Portland, ME. ViroStat®) em diluição 1:200 e foram incubados *overnight*. Posteriormente tratados com anticorpo secundário MACH 4 UNIV HRP Polymer kit (Biocare®, Grupo Eviegas®) e incubados novamente por 20 min em câmara escura à temperatura ambiente. Em seguida foi realizada a revelação com cromógeno líquido DAB (Dako) por 5 min e posteriormente os cortes foram contra corados com hematoxilina de Mayers, desidratados em álcool e montados.

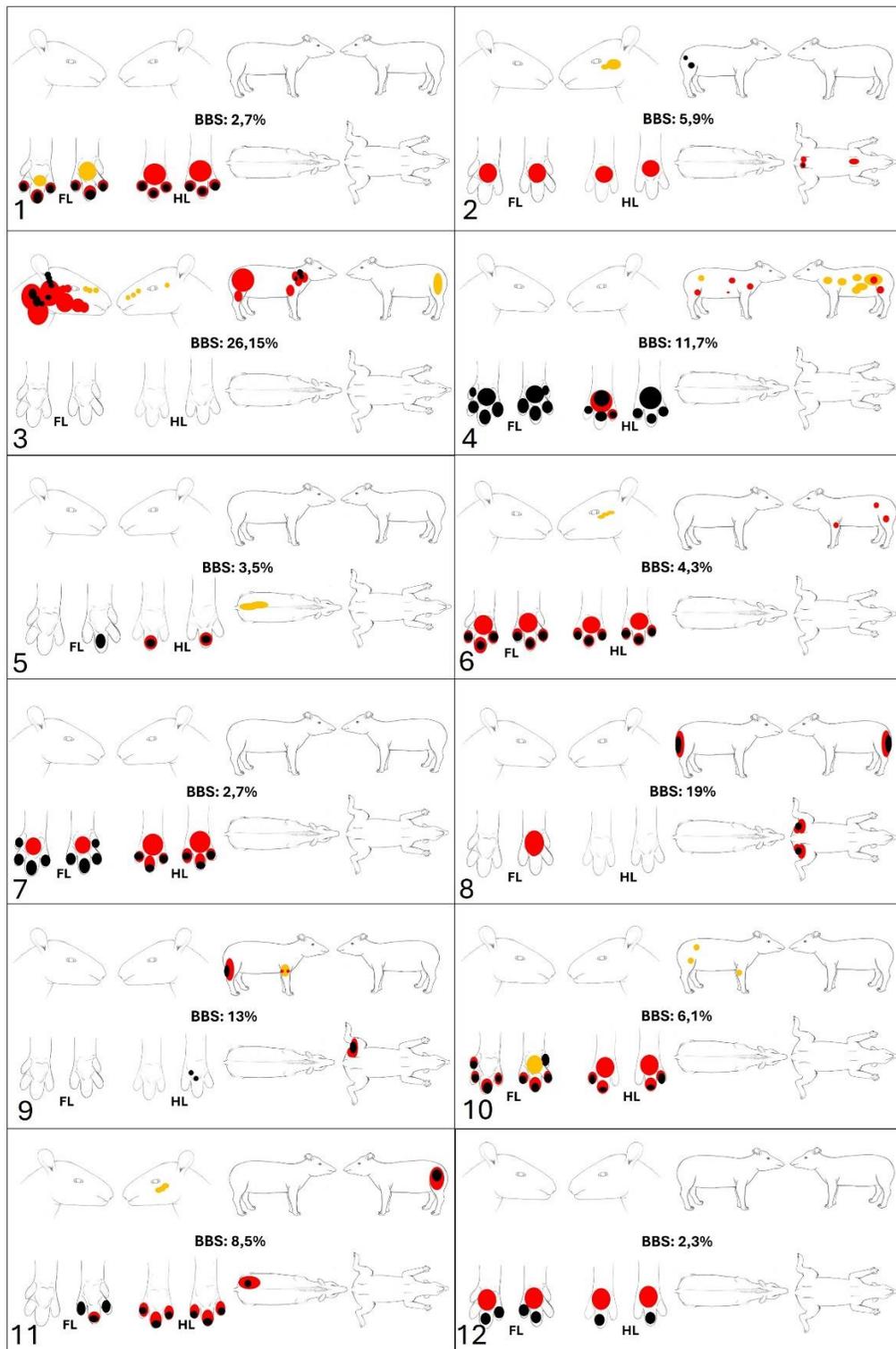
5. RESULTADOS

5.1 AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA PELE E ANEXOS

Todas as antas apresentaram queimaduras na pele ou anexos, com classificação que variou de Grau II profunda a Grau IV, afetando entre 2,3% a 26,15% da superfície corporal. As queimaduras Graus III e IV foram as mais frequentemente observadas, ocorrendo em 12/12 antas, segue-se Grau IIp em 9/12 antas. A distribuição, extensão e graduação das lesões de cada animal pode ser observada na Figura 3.

As lesões observadas, caracterizavam-se como áreas multifocais a coalescentes de eritema moderado a acentuado com perda de elasticidade e ressecamento da pele, frequentemente notando-se ulceração dérmica de bordos moderadamente definidos com tonalidade acinzentada a amarelada, raramente enegrecida e graus variáveis de profundidade. Nos casos mais graves notou-se exposição da camada muscular e/ou óssea. Regularmente, as lesões encontravam-se em processo de regeneração associadas a extensa proliferação de crostas, formação de tecido de granulação e/ou reepitelização.

Todos as antas apresentaram queimaduras nos membros. A região podal foi a mais frequentemente afetada acometendo 11/12 animais com perda do estojo córneo, culminando clinicamente em perda de mobilidade e decúbito nas Antas 1, 4, 5, 6, 7, 10, 11 e 12 (Fig. 4a-b) e exposição da falange nas Antas 4 a 7 e 10 a 12 (Fig. 4c-d). Nas Antas 1, 4, 6, 7, 8,10 e 12 as queimaduras destruíram também a epiderme dos coxins causando a exposição da derme (Fig.4d-e). Outras regiões afetadas incluíram articulações e/ou virilha nas Antas 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10 e 11 (Fig. 4f-g). Áreas menos frequentemente envolvidas foram dorso nas Antas 4 e 5, e a face, nas Antas 2, 3, 6 e 11 com queimaduras perioculares e ulceração da córnea na Anta 3 (Fig. 4h). As características macroscópicas observadas e a respectiva classificação encontram-se expostas na Tabela 4.



Legenda: ● Grau II Profundo; ● Grau III; ● Grau IV

Figura 3. Distribuição e classificação das queimaduras em pele e anexos de cada exemplar de *Tapirus terrestris* com a porcentagem de pele afetada e os graus de lesão.



Figura 4. Alterações macroscópicas em pele e anexos de antas vítimas de incêndios no Pantanal Mato-Grossense **a**). Anta 1 com perda de estojo córneo em membros torácicos (G. IV). **b**). Anta 1 apresentando perda de estojo córneo em membros pélvicos grau (G. IV). **c**). Anta 5 com exposição de falange distal do terceiro dedo de membro pélvico direito (G. IV) (seta). **d**). Anta 7 tinha exposição de falange distal (setas) e queda da epiderme e exposição da derme em coxim do membro pélvico direito (G. III) (*). **e**) Anta 4 com carbonização da superfície do coxim em membro torácico esquerdo (G. IV) (*). **f**) Anta 9 apresentando perda da epiderme e exposição da derme e musculatura na região poplíteia de membro pélvico direito (G. III-IV). **g**) Anta 8 com extensa destruição da epiderme e derme com exposição de musculatura na porção interna da coxa e da virilha dos membros posteriores (G. III-IV). **h**) Anta 3 com Queimaduras na região periocular e úlcera córnea (G. IIp-III).

Tabela 4. gradação de queimaduras e alterações macroscópicas em pele e anexos de antas durante os incêndios no pantanal.

Achados macroscópicos/Anta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grau II Profunda												
Tecido branco-amarelado	+	+	+++	+	-	++	-	-	-	++	++	-
Perda de folículos pilosos	++	+++	++	+	++	-	-	-	++	+	++	-
Grau III												
Tecido escuro a acinzentado e ou perda da epiderme	++	++	+	++	++	++	+	++	-	-	++	++
Perda de elasticidade da pele	+	++	+++	+++	-	-	++	++	+++	+	+++	+
Sequidão da pele ressecamento	-	-	+++	+++	-	-	++	++	-	-	+++	-
Grau IV												
Exposição de tecido muscular	+	+	++	++	-	+	-	+++	+++	++	++	-
Perda do estojo córneo	sim	não	Não	sim	sim	Sim	sim	não	não	sim	sim	sim
Exposição de tecido ósseo	não	não	não	sim	sim	Sim	sim	não	não	sim	sim	sim
Classificação de lesão	2P-4	2P-4	2P-4	2P-4	2P-4	2P-4	3-4	3-4	2P-4	2P-4	2P-4	3-4

Avaliação qualitativa do grau de lesão em (-): Ausente, (+): Leve, (++) : Moderado, (+++): Acentuado

5.2 AVALIAÇÃO MICROSCÓPICA DA PELE E ANEXOS

Nos casos com lesões Grau II profundas havia perda da epiderme, permanecendo preservadas apenas as estruturas anexas e derme. Frequentemente essa lesão era acompanhada de intenso infiltrado de neutrófilos e macrófagos. Nas regiões com queimadura Grau III notou-se destruição completa da epiderme e derme, incluindo estruturas anexas e subcutâneo. Raramente havia carbonização da epiderme e derme, na maioria dos casos, a epiderme e derme estava ausente, causando exposição do subcutâneo associada a intenso infiltrado neutrofílico com alguns macrófagos (Fig. 5a). Notou-se ainda necrose de coagulação dos vasos sanguíneos dérmicos, trombose vascular, vasculite subcutânea muitas vezes acompanhada de necrose coagulativa e edema no subcutâneo.

Da mesma forma, na maioria dos casos classificados como Grau IV, a epiderme, derme e subcutâneo estavam necrosadas ou ausentes, causando a exposição da camada muscular. As fibras apresentavam flocculação, hipereosinofilia e frequentemente havia intenso infiltrado neutrofilico, com alguns macrófagos (Fig. 5b).

Frequentemente, nos casos de queimadura Grau II profundo, Grau III e Grau IV, as reações inflamatórias eram acompanhadas de agregados bacterianos. Adicionalmente, em todas as antas havia início de reepitelização nas bordas das ulcerações na pele e nas Queimaduras classificadas como Grau III e IV, havia formação de tecido de granulação de intensidade variada.

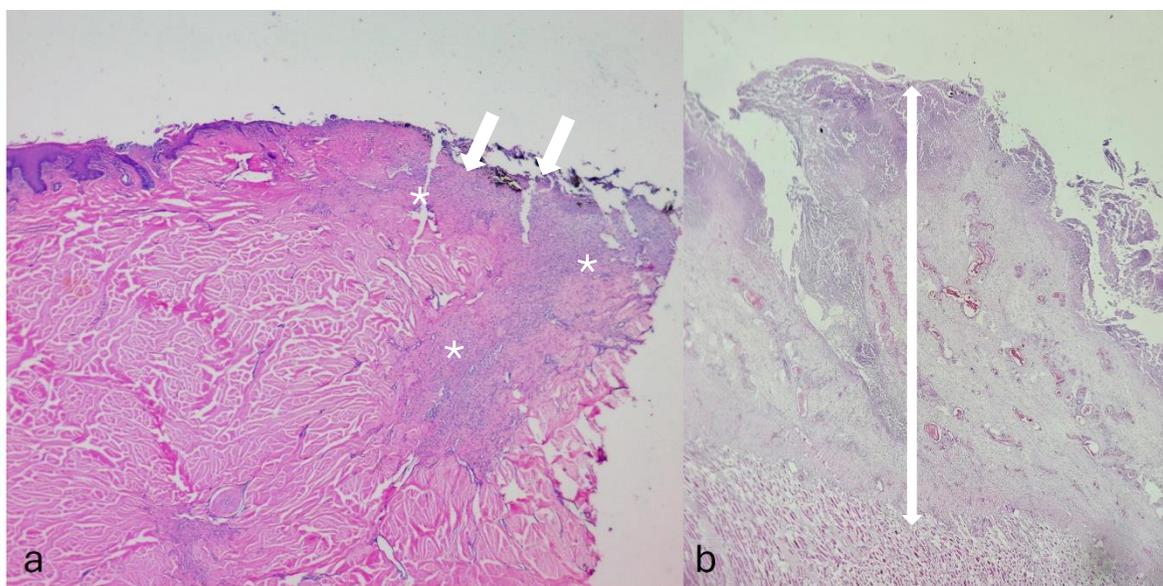


Figura 5. Avaliação microscópica de pele de antas recorrentes de incêndios no pantanal. **a)** Fragmento de pele da Anta 3 apresentando perda da epiderme associado a necrose de coagulação e infiltrado inflamatório invadindo a derme superficial e derme profunda (*). É possível observar ainda algumas áreas de carbonificação (seta). HE. **b).** Fragmento de pele da Anta 9 com extensas áreas de necrose estendendo-se da epiderme até a musculatura (seta dupla).

5.3 AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA E MICROSCÓPICA DOS PULMÕES

As alterações pulmonares mais frequentes foram as inflamatórias, observados nas Antas 1,3,6, 7, 8, 9 e 11. O padrão de lesão pulmonar, a distribuição, a área pulmonar afetada e o resultado do cultivo microbiológico encontram-se relacionadas na Tabela 5.

Pneumonia embólica aguda, diagnosticada nas Antas 3, 7, 8 e 9, foi a alteração pulmonar mais frequente (Fig. 6a). A avaliação histológica mostrou necrose de liquefação multifocal a coalescente associada a agregados bacterianos Gram positivos e Gram negativos e infiltrado acentuado de neutrófilos e alguns macrófagos (Fig. 6b-c). Nas áreas adjacentes havia deposição de fibrina no interior de alvéolos e vasos contendo trombos de fibrina, por vezes com agregados bacterianos. Frequentemente os septos interlobulares e pleura estavam espessados por edema, deposição de fibrina e infiltrado de neutrófilos.

Tabela 5. Alterações morfológicas e cultivo microbiológico dos pulmões de antas que morreram vítimas de incêndios florestais no pantanal

Anta	Alteração pulmonar	Distribuição	Área com pneumonia %	Cultivo Bacteriológico
1	Broncopneumonia supurativa	Crânio ventral	20	<i>Bacillus sp.</i> , <i>Proteus sp.</i> , <i>Citrobacter sp.</i> , <i>Escherichia coli</i>
2	Deposição de fuligem/antracose	Multifocal	0	Sem isolamento
3	Pneumonia embólica	Multifocal	70	<i>Staphylococcus sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i>
4	Deposição de fuligem/antracose	Multifocal	0	Sem isolamento
5	Deposição de fuligem/antracose	Multifocal	0	Sem isolamento
6	Broncopneumonia supurativa	Crânio ventral	70	Sem isolamento
7	Pneumonia embólica	Multifocal	70	<i>E. coli.</i> , <i>Proteus sp.</i> , <i>Candida sp.</i>
8	Pneumonia embólica	Multifocal	5	<i>Citrobacter sp.</i> , <i>Enterobacter sp.</i> , <i>E. coli.</i> , <i>Micrococcus sp.</i>
9	Pneumonia embólica	Multifocal	40	<i>Streptococcus sp.</i> , <i>Staphylococcus sp.</i> , <i>Enterobacter sp.</i> , <i>Citrobacter sp.</i> , <i>E. coli.</i>
10	Deposição de fuligem/antracose	Multifocal	0	Sem isolamento
11	Broncopneumonia supurativa	Crânio ventral	20	Sem isolamento

Broncopneumonia supurativa foi observado nas Antas 1 e 11. Microscopicamente havia infiltrado acentuado de neutrófilos nos brônquios, bronquíolos e alvéolos (Fig. 6d), por vezes associado a edema e agregados bacterianos Gram Positivos e Negativos. A Anta 6 apresentou broncopneumonia por aspiração caracterizada por infiltrado acentuado de neutrófilos e macrófagos nos brônquios, bronquíolos e alvéolos, frequentemente associado a deposição de fibrina e presença

de estruturas morfológicas consistentes com fibras e células vegetais de tamanhos e espessuras variáveis e diferentes padrões de coloração, mas mais frequentemente basofílicas (Fig. 6e).

As Antas 2, 4, 5 e 10 apresentaram deposição de material amorfo preto (fuligem) no epitélio de brônquios e bronquíolos (Fig. 6f) e no citoplasma de macrófagos agrupados em regiões peribronquiais e peribronquiolares (antracose).

Houve marcação imuno-histoquímica para *E. coli* nos pulmões das Antas 1, 7, 8 e 9 (Fig. 7). Em nenhuma das seções de pulmão das antas estudadas notou-se presença de estruturas argentafílicas (técnica Grocott) compatíveis com hifas e leveduras fúngicas não houve lesões significativas nos demais órgãos.

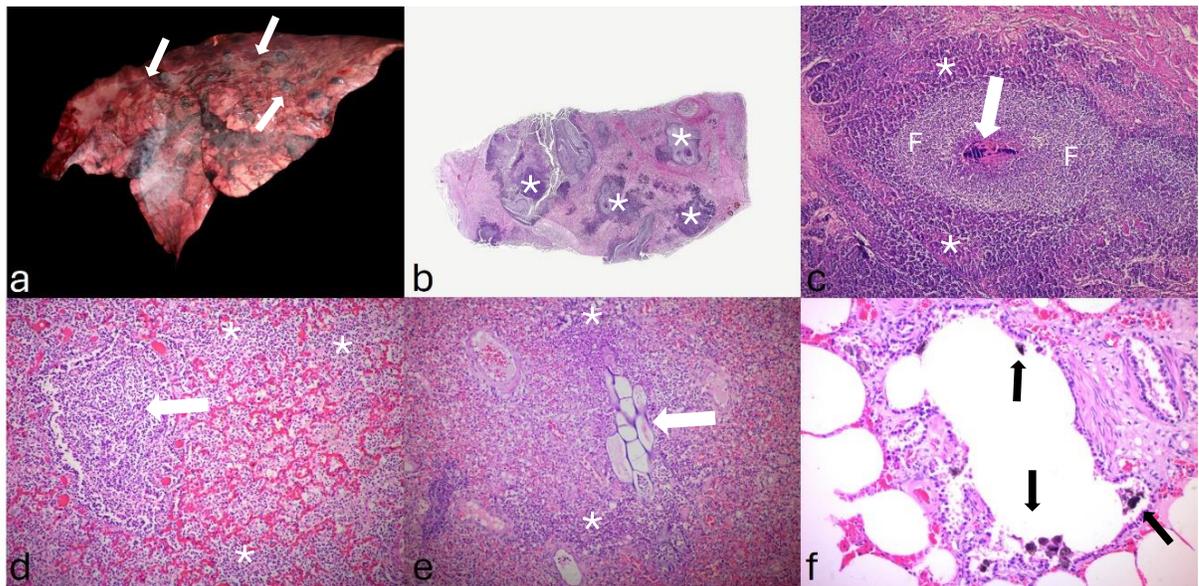


Figura 6. Alterações patológicas pulmonares em antas recorrentes de incêndios no pantanal. **a)** Pulmão da Anta 3 apresentando áreas multifocais vermelho-escuras (necrose) (setas). **b)** avaliação de seção histológica corada em HE de pulmão da Anta 7 evidenciando múltiplas áreas nodulares que tinham necrose de liquefação e inflamação purulenta. **c).** Corte histológico de pulmão da Anta 3. Nota-se área de necrose de liquefação, envolvendo agregados bacterianos basofílicos (F) circundada por infiltrado de neutrófilos (*) e, ao centro, agregado bacteriano basofílico (seta), HE. **(d)** Corte histológico de pulmão da Anta 1 evidenciando infiltrado acentuado de neutrófilos em bronquíolo (seta) e alvéolos (*). **e)** Corte histológico de pulmão da Anta 6 apresentando células vegetais com parede espessa em bronquíolo (seta) circundadas por infiltrado intenso de neutrófilos (*). HE. **f)** Fragmento de pulmão da Anta 5 apresentando a luz de um bronquíolo contendo macrófagos com material granular preto intracitoplasmático. HE.

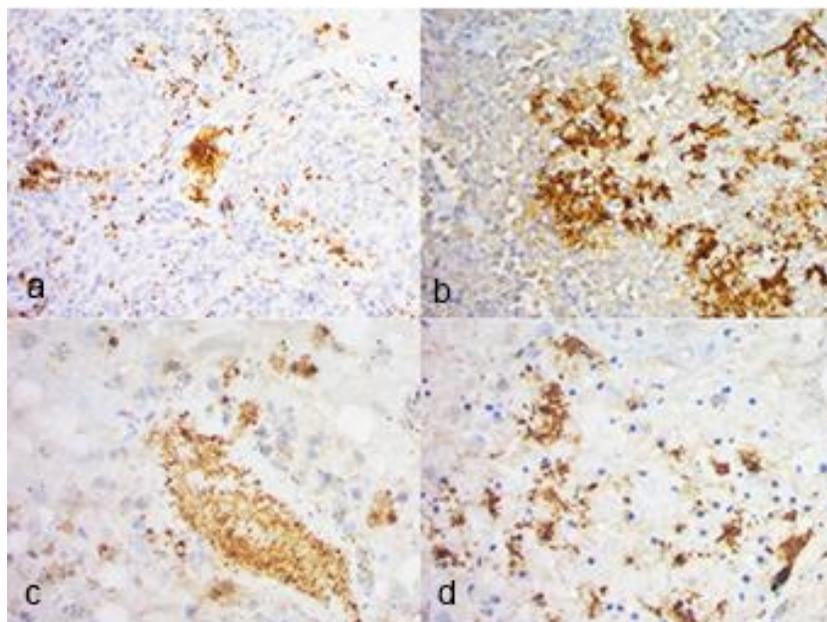


Figura 7. Marcação Imuno-histoquímica anti *E. coli* em fragmentos de pulmão de exemplares *Tapirus terrestris* atingidos durante incêndios florestais no pantanal Mato-Grossense. Observam-se fragmentos de pulmão do animal 1 (**a**), 7 (**b**), 8 (**c**) e 9 (**d**) apresentando imureatividade para o anticorpo anti *E. coli* frequentemente associado a alterações histopatológicas.

A associação das lesões em pele e/ou anexo e pulmões foram consideradas as causas diretas da morte das Antas 1, 3, 6-7, 9 e 11 e, nas Antas 4, 8 e 10 as lesões em pele e/ou cascos foram responsáveis pela morte. A Anta 2 morreu durante o processo de reversão da anestesia, após apresentar convulsão e a Anta 5 foi resgatada viva, porém com graves lesões devido ataque por predador (possivelmente *Panthera onca*).

6. DISCUSSÃO

As principais alterações observadas em antas vítimas de incêndios no pantanal restringiram-se a pele, anexos e pulmões, assim como descrito em outros estudos envolvendo outras espécies (McAuliffe; Hucker; Marshall, 1980; Hanson, 2005; Pavletic; Trout, 2006; Vaughn; Beckel, 2012; Vaughn; Beckel; Walters, 2012; Stern; Lewis; Thompson, 2014; Wohlsein et al., 2016; Herbert, 2018; Chigerwe et al., 2020; Lohse; Pietrantoni; Tummers, 2020; Sanderfoot et al., 2021; Cowled et al., 2022; Baek et al., 2023; Bolcato et al., 2023; Garcês; Pires, 2023;).

Apesar das lesões causadas por incêndios serem amplamente registradas na medicina humana (Casco, 2018; Stokes et al., 2021), em medicina veterinária, poucos artigos abordam essa

temática (Pavletic; Trout, 2006; Vaughn; Beckel; Walters, 2012; Wohlsein et al., 2016). Há descrição dessas alterações em animais de produção (McAuliffe; Hucker; Marshall, 1980; Chigerwe et al., 2020; Cowled, Brendan et al., 2022; Bolcato et al., 2023), burros e cavalos (Hanson, 2005; Herbert, 2018; Lohse; Pietrantoni; Tummers, 2020) e pequenos animais (Pavletic; Trout, 2006; Vaughn; Beckel, 2012; Vaughn; Beckel; Walters, 2012; Stern; Lewis; Thompson, 2014). No entanto são escassas as informações científicas sobre efeitos de incêndios florestais em animais silvestres (Sanderfoot et al., 2021; Baek et al., 2023; Garcês; Pires, 2023), não existindo trabalhos que descrevam essas alterações em mamíferos selvagens de grande porte, como a anta brasileira.

Aparentemente, considerando sinais de regeneração das queimaduras no momento de admissão no hospital veterinário, nenhuma das antas foi resgatada logo após terem entrado em contato com o fogo. A carbonização de peles, como descrito por alguns autores (Pavletic; Trout, 2006; Wohlsein et al., 2016) foi achado incomum nesse estudo. Normalmente, após alguns dias, essas áreas são exfoliadas, restando as úlceras (Hanson, 2005; Pavletic; Trout, 2006; Vaughn; Beckel, 2012; Wohlsein et al., 2016; Herbert, 2018; Garcês; Pires, 2023), como observado nas antas desse estudo.

A área superficial afetada foi estimada seguindo a “regra dos 9” adaptada a partir de outros estudos. Este sistema consiste em considerar valores múltiplos de nove para diversas regiões do corpo e é frequentemente utilizado na medicina humana e em pequenos animais (Pavletic; Trout, 2006; Vaughn; Beckel, 2012; Wohlsein et al., 2016). No entanto alguns autores ressaltam a falta de um sistema próprio para animais selvagens e animais de produção ou mesmo a utilização de técnicas mais precisas como “Resuscitation Burn Card” (que utiliza um cartão do tamanho de um cartão de crédito para dimensionar a área de superfície corporal queimada) ou técnicas computadorizadas (Williams et al., 2013; Benjamin et al., 2017; Lohse; Pietrantoni; Tummers, 2020; Baek et al., 2023; Garcês; Pires, 2023).

A “regra dos 9”, mesmo reconhecida como ferramenta de utilidade em medicina humana (Wohlsein et al., 2016) apresenta importantes limitações em medicina veterinária, associado à subjetividade no critério do avaliador para atribuir uma porcentagem à superfície de pele queimada e às múltiplas variações anatômicas próprias dos exemplares de fauna silvestre, sendo este o principal fator que dificulta a aplicação da “regra dos 9” para exemplares de taxas diferentes. Como exemplo consideramos a superfície corporal de uma girafa, onde a região cervical representa uma

porcentagem francamente maior ao 1% da superfície do corpo. Ou um jacaré, para o qual se deveria de atribuir uma porcentagem representativo à região da cauda, lembrando assim a necessidade de criar sistemas próprios para animais de fauna silvestre e a avaliação da porcentagem de pele queimada durante incêndios florestais segundo as características anatômicas específicas para cada táxon.

A graduação das queimaduras utilizada neste estudo foi adaptada da literatura disponível para pequenos animais que se baseia na profundidade das lesões na pele (Pavletic; Trout, 2006; Vaughn; Beckel, 2012; Wohlsein et al., 2016), no entanto, acrescentou-se, como lesão de grau IV, as queimaduras nos pés que levaram a perda do estojo córneo dos cascos das antas, considerando a gravidade dessa lesão descritas em estudos envolvendo outras espécies com cascos (McAuliffe; Hucker; Marshall, 1980; Rethorst; Spare; Kellenberger, 2018; Chigerwe et al., 2020; Cowled et al., 2022; Bolcato et al., 2023).

Todas as antas apresentaram lesões em pele e anexos variando de Grau II profunda a IV. Queimaduras grau I são raras em animais de produção ou selvagens resgatados de inocência, uma vez que o pelo, penas ou escamas garantem alguma proteção (McAuliffe; Hucker; Marshall, 1980; Herbert, 2018; Chigerwe et al., 2020; Lohse; Pietrantonio; Tummers, 2020; Cowled et al., 2022; Bolcato et al., 2023; Garcês; Pires, 2023). Observou-se que as regiões afetadas com maior frequência e gravidade foi a pele dos membros, coxins e cascos, assim como descrito em outros estudos com animais selvagens ou de produção vítimas de incêndios florestais (McAuliffe; Hucker; Marshall, 1980; Herbert, 2018; Chigerwe et al., 2020; Lohse; Pietrantonio; Tummers, 2020; Cowled et al., 2022; Baek et al., 2023).

A associação entre a superfície corporal atingida e o grau da queimadura pode ser utilizada para determinar o prognóstico do paciente. Animais com queimaduras Grau II a IV em áreas correspondentes a 20% a 50% da superfície corpórea correm risco de desenvolver distúrbios metabólicos fatais, enquanto o envolvimento de áreas superiores a 50% da superfície corporal é considerado incompatível com a sobrevivência, dado que a apresentação clínica observada em vítimas de incêndios encontra-se relacionada a um quadro conhecido como “*Burning disease*”, diretamente associado ao porcentagem de pele queimada, sendo considerada uma causa de morte em medicina humana e medicina veterinária. A “*Burning disease*” encontra-se dividida em 4 períodos: Shock neurogênico, alterações em permeabilidade vascular, intoxicação e infecção. (Hanson, 2005; Pavletic; Trout, 2006; Vaughn; Beckel, 2012; Vaughn; Beckel; Walters, 2012;

Wohlsein, P. *et al.*, 2016). Neste estudo apenas a Anta 3 apresentou extensa superfície dérmica (BBS 26,5%) afetada por queimaduras grau III e IV. No entanto, verificou-se que queimaduras Grau III e IV, atingindo 2,7% a 19%, podem ser fatais em antas, quando afetam os coxins e/ou causam queda do estojo córneo do casco (Antas 1, 4, 6., 7, 10 e 11 – BBS: 2,7% a 11,7%), ou ainda quando afetam as articulações dos membros (Antas 8 e 9, BBS 19% e 13%, respectivamente). Lesões nestes locais anatômicos comprometem a locomoção dos exemplares, associado a tempos de decúbito prolongado. Complementarmente a extensão, tempo de desenvolvimento e grau da lesão observados nestes exemplares sugerem que a maioria se encontrava no último período da “*Burning disease*”, sendo este o período de infecção. Este conjunto de fatores, relacionados com o decúbito prolongado e predisposição a infecções, faz com que as antas sejam mais susceptíveis a quadros sépticos com alterações frequentemente observadas em trato respiratório e agravantes associados a estresse, imunossupressão e alterações na locomoção (Wholsein et al., 2016). Fazendo com que os animais apresentem um prognóstico clínico ruim.

Dentre todas as antas vítimas dos incêndios do pantanal atendidas no HOVET-UFMT, apenas uma sobreviveu após perder os estojos córneos dos cascos (Anta 12). Queimaduras podais e digitais podem ser fatais em animais silvestres quando restringem sua movimentação ou os impedem de executar funções cruciais como a escalada de árvores nos casos de esquilos, macacos ou koalas (Baek et al., 2023; Garcês; Pires, 2023). Lesões podais causando decúbito prolongado também indicam prognóstico ruim em animais de produção vítimas de incêndio como bovinos, suínos e ovelhas (McAuliffe; Hucker; Marshall, 1980; Rethorst; Spare; Kellenberger, 2018; Chigerwe et al., 2020; Cowled et al., 2022). Complementarmente, a presença de lesões em membros apendiculares junto com lacerações compatíveis com ataque interespecie no exemplar 5 faz considerar a susceptibilidade de exemplares atingidos por incêndios florestais a grandes depredadores como a *Panthera onça* a causa da marcada dificuldade para se locomover.

Considerando que os animais desse estudo, apresentavam indícios de que foram resgatados dias depois de sua exposição ao fogo, alterações microscópicas mostraram perfeita correlação com as observações macroscópicas, de modo que, nessas condições, a avaliação macroscópica é tão versátil e assertiva quanto a microscópica. Por outro lado, em animais avaliados logo após sua exposição ao fogo, as lesões iniciais, por vezes classificadas como superficiais, tendem a progredir devido lesões em camadas mais profundas da pele não detectáveis macroscopicamente

(queimaduras ocultas) (Pavletic; Trout, 2006; Vaughn; Beckel, 2012). Nesses casos, a avaliação histológica, associando as alterações observadas em coloração de hematoxilina e eosina bem como pelo método do tricrômico de Masson e/ou lactato desidrogenase tem grande valia (Singer et al., 2016; Karim; Shaum; Gibson, 2020).

Distúrbios respiratórios, como os observados neste estudo, são comuns em animais vítimas de incêndios e podem ocorrer por três mecanismos: Lesão térmica direta, intoxicação por monóxido de carbono e injúria química. Lesão térmica direta afeta majoritariamente as vias aéreas superiores, uma vez que o ar superaquecido sofre resfriamento antes de chegar ao trato respiratório inferior. A intoxicação por monóxido de carbono é altamente letal devido a maior afinidade desta molécula pela hemoglobina, formando caboxihemoglonia, impossibilitando o transporte de oxigênio, resultando em asfixia por hipóxia. As injúrias químicas variam de acordo com o material que sofreu combustão. Fumaça tóxica pode causar traqueobronquite aguda severa, resultando em morte rápida. Em outros casos, há a deposição de partículas que sobre o epitélio da mucosa respiratória resultando em redução da eficiência e da limpeza promovida pelo elevador mucociliar e atividade fagocítica dos macrófagos alveolares (Demarest; Hudson; Altman, 1979; Fick et al., 1984; Loke, 1984), predispondo esses animais a pneumonias bacterianas (McAuliffe; Hucker; Marshall, 1980; Hanson, 2005; Pavletic; Trout, 2006; Vaughn; Beckel, 2012; Vaughn; Beckel; Walters, 2012; Stern; Lewis; Thompson, 2014; Wohlsein et al., 2016; Sanderfoot et al., 2021; Garcês; Pires, 2023).

A deposição de fuligem nos pulmões e/ou interior de macrófagos alveolares, como observado nas Antas 2, 4, 5 e 10 é uma forte evidência da inalação de fumaça (Stern; Lewis; Thompson, 2014; Wohlsein et al., 2016). Esta alteração não foi evidente nos demais animais, talvez obliterada pelo processo inflamatório instaurado. As antas 1, 6 e 11 apresentaram broncopneumonia. Esta alteração pulmonar pode ocorrer em virtude de contaminação aerógena (Antas 1 e 11) (López; Martinson, 2017), por ineficiência do elevador mucociliar e redução de atividade fagocitária, que ocorre com frequência em animais vítimas de incêndio, como descrito anteriormente, ou ainda por aspiração em virtude de decúbito prolongado, como observado na Anta 6. As Antas 3, 7, 8 e 9 desenvolveram pneumonia embólica. Neste tipo de pneumonia a disseminação ocorre por via hematogena, através de êmbolos sépticos (López; Martinson, 2017) que ocorrem com frequência em animais que apresentam queimaduras Grau IV, uma vez que a septicemia é comum nesses casos (McAuliffe; Hucker; Marshall, 1980; Pavletic; Trout, 2006;

Vaughn; Beckel, 2012; Vaughn; Beckel; Walters, 2012; Wohlsein et al., 2016; Chigerwe et al., 2020; Sanderfoot et al., 2021; Garcês; Pires, 2023). Como observado neste estudo, a correlação entre queimaduras cutâneas e a ocorrência de infecções pulmonares não é constante, embora pareça ser frequentemente associada à morbidade e mortalidade destes exemplares (Demarest; Hudson; Altman, 1979; Fick *et al.*, 1984; Loke, 1984; Hanson, 2005).

Por fim, mamíferos silvestres de grande porte como as antas, são afetados, mas frequentemente escapam com vida de incêndios florestais devido sua mobilidade e afinidade por ambientes aquáticos (Garcês; Pires, 2023). Geralmente esses animais são encontrados vivos pelas equipes de resgate, mas podem morrer dias ou semanas após em decorrência de ferimentos pelo incêndio, notando-se que as queimaduras nas patas, com perdas de casco e diminuição de mobilidade articular, são marcadores de prognóstico clínico (Tomas et al., 2021), como observado neste estudo.

7. CONCLUSÃO

Verificou-se que, para as antas, extensas áreas de queimaduras Grau III a IV tendem a causar desfechos clínicos fatais, mas também áreas menores envolvendo a pele das articulações de membros ou lesões podais envolvendo ulcerações de coxins e/ou queda de estojo córneo dos cascos, principalmente quando essas lesões culminam em decúbito prolongado, podem ser relacionadas a prognósticos desfavorável. Observou-se ainda que frequentemente animais resgatados apresentam doenças respiratórias geralmente consequência da inalação de fumaça, aspiração (devido decúbito), pneumonia bacteriana, ou tromboembolismo pulmonar (a partir de lesão dérmicas graves) e essas alterações pulmonares, juntamente com as queimaduras na pele e anexos, causam agravamento clínico e amplificam o risco de morte.

8. REFERÊNCIAS

- AYELLO, M. **REBOB. Rede Brasil de Organismos de Bacias Hidrograficas**. Disponível em: <https://www.rebob.org.br/post/pantanal-flora-e-fauna#:~:text=A%20vegeta%C3%A7%C3%A3o%20do%20Pantanal%20conta,campos%20inund%C3%A1veis%20de%20diversos%20tipos%2C.%20Acesso%20em:%2016%20mai.%202024>. Acesso em: 16 mai. 2024.
- BAEK, C. *et al.* Cutaneous and Respiratory Lesions in Bushfire-Affected Koalas. **Veterinary Sciences**, v. 10, n. 11, p. 1-10, 2023.
- BARDALES, R. *et al.* Neotropical mammal responses to megafires in the Brazilian Pantanal. **Global Change Biology**, v. 30, n. 4, p. 1-17, 2024.
- BARONGI, R. Husbandry and conservation of tapirs *Tapirus* spp. **International Zoo Yearbook**, v. 32, n. 1, p. 7–15, 1993.
- BENJAMIN, N. *et al.* Accuracy of Currently Used Paper Burn Diagram vs a Three-Dimensional Computerized Model. **Journal of Burn Care and Research**, v. 38, n. 1, p. 254-260, 2017.
- BERGER, C.; FITZGERALD, S.; PARKE, B. **Fire Science: Core Curriculum**, promoting awareness, understanding, and respect of fire through knowledge of the science. 1. ed. Oregon: Oregon State University, 2017.
- BOLCATO, M. *et al.* First Report on Medical Treatment and Outcome of Burnt Cattle. **Veterinary Sciences**, v. 10, n. 3, p. 1-9, 2023.
- BOWMAN, D. *et al.* Human exposure and sensitivity to globally extreme wildfire events. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 3, p. 1, 2017.
- BROOKS, D.; BODMER, R.; MATOLA, S. **Tapirs: Status survey and conservation action plan**. 1. ed. Gland: International union for conservation of nature resources, 1997.
- CASCIO, W. Wildland fire smoke and human health. **Science of The Total Environment**, v. 624, n. 1, p. 586–595, 2018.
- CHIGERWE, M. *et al.* Clinical management and outcomes for goats, sheep, and pigs hospitalized for treatment of burn injuries sustained in wildfires: 28 cases (2006, 2015, and 2018). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 257, n. 11, p. 1165–1170, 2020.
- COCHRANE, M.; RYAN, K. Fire and fire ecology: Concepts and principles. In: Cochrane, Mark A., **Tropical fire ecology: Climate change, land use, and ecosystem dynamics**. 1. ed. Chichester, UK: Praxis Publishing, Ltd 2009. Cap. 2, p. 25-62
- COSTA, P. **La prevención de los grandes incendios forestales adaptada al incendio tipo**, 1. ed. Cataluña: Unitat Tècnica del GRAF, 2011.

- COWLED, B. *et al.* The Australian 2019/2020 Black Summer Bushfires: Analysis of the Pathology, Treatment Strategies and Decision Making About Burnt Livestock. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, n. 790556, p. 1-17, 2022.
- DANIELS, L. *et al.* 2017 megafires in British Columbia: Urgent need to adapt and improve resilience to wildfire. **US Department of agriculture**, v. 1, n1, p. 51-62, 2020.
- DE BARROS, A. *et al.* Wildfires disproportionately affected jaguars in the Pantanal. **Communications Biology**, v. 5, n. 1, p. 1-12, 2022.
- DE PAIVA, L. *et al.* Autopsy-Proven Determinants of Immediate Fire Death in Lungs. **American Journal of Forensic Medicine & Pathology**, v. 29, n. 4, p. 323–329, 2008.
- DEMAREST, G.; HUDSON, L.; ALTMAN, L. Impaired alveolar macrophage chemotaxis in patients with acute smoke inhalation. **The American review of respiratory disease**, v. 119, n. 2, p. 279–286, 1979.
- ELLIS, E. *et al.* People have shaped most of terrestrial nature for at least 12,000 years. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 118, n. 17, p. 1-8, 2021.
- ENKHBAATAR, P. *et al.* Challenges in Research on the Pathophysiology of Smoke Inhalation Injury and Its Clinical Management. **Department of health & human service**, v.388, n. 10052, p. 1-21, 2017.
- EVERS, L.; BHAVSAR, D.; MAILÄNDER, P. The biology of burn injury. **Experimental Dermatology**, v. 19, n. 9, p. 777–783, 2010.
- FERNANDES, P. *et al.* Bottom-Up Variables Govern Large-Fire Size in Portugal. **Ecosystems**, v. 19, n. 8, p. 1362-1375, 2016.
- FICK, R. *et al.* Alterations in the antibacterial properties of rabbit pulmonary macrophages exposed to wood smoke. **The American review of respiratory disease**, v. 129, n. 1, p. 76–81, 1984.
- FILHO, W. *et al.* A framework for the implementation of the Sustainable Development Goals in university programmes. **Journal of Cleaner Production**, v. 299, n. 126915, p. 1-12, 2021.
- FLANNIGAN, M. *et al.* Global wildland fire season severity in the 21st century. **Forest Ecology and Management**, v. 294, n.1, p. 54–61, 2013.
- FLESHER, K.; MEDICI, E. The distribution and conservation status of *Tapirus terrestris* in the South American Atlantic Forest. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 17, n. 1, p. 1-19, 2022.
- GARCÊS, A.; PIRES, I. The Hell of Wildfires: The Impact on Wildlife and Its Conservation and the Role of the Veterinarian. **Conservation**, v. 3, n. 1, p. 96–108, 2023.

- GARCÍA, R. *et al.* Semicontinuous paleomagnetic record of the last 1 Ma from radiometrically dated igneous rocks (Trans-Mexican Volcanic Belt and surrounding areas). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 108, n.1, p. 1-15, 2021.
- GARZOTTO, C. Thermal Burn Injury. *In*: SILVERSTEIN, D.; HOPPER, K. **Small Animal Critical Care Medicine**. 1. ed. ST. Louis: Saunders Elsevier, 2009. Cap 158, p. 683–686
- GARZOTTO, C. Wound management. *In*: SILVERSTEIN, D.; HOPPER, K. **Small Animal Critical Care Medicine**. 3. ed. ST. Louis: Saunders Elsevier, 2023. Cap 129, p. 756–764
- GERLING, I. *et al.* Death from thermal effects and burns. **Forensic Science International**, v. 115, n. 1, p. 33-41, 2000.
- HAGEN, K. *et al.* The macroscopic intestinal anatomy of a lowland tapir (*Tapirus terrestris*). **European Journal of Wildlife Research**, v. 61, n. 1, p. 171–176, 2014.
- HANSON, R. Management of burn injuries in the horse. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 21, n. 1, p. 105–123, 2005
- HAQUE, K. *et al.* Wildfires in Australia: a bibliometric analysis and a glimpse on black summer (2019/2020) disaster. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 29, p. 73061-73086, 2023.
- HERBERT, E. Findings and strategies for treating horses injured in open range fires. **Equine Veterinary Education**, v. 30, n. 4, p. 177–186, 2018.
- HOWARD, W.; FENNER, R.; CHILDS, H. Wildlife Survival in Brush BurnsSource. **Journal of Range Management**, v. 12, n. 5, p. 230-234, 1959.
- ICMBIO - **Estação ecológica de taiamã - Avifauna**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/esectaiama/biodiversidade/avifauna.html>. Acesso em: 19 mar. 2024.a.
- ICMBIO - **Estação ecológica de taiamã - Fauna**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/esectaiama/biodiversidade/faunaem.html>. Acesso em: 19 mar. 2024.b.
- ICMBIO - **Parque nacional do Pantanal Mato-Grossense - Quando ir**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnapantanalmatogrossense/guia-do-visitante/9-quandoir.html>. Acesso em: 20 mar. 2024.c.
- IPAKTCHI, K.; ARBABI, S. Advances in burn critical care. **Critical Care Medicine**, v. 34, n. 9, p. 239–244, 2006.
- JACKSON, D. The diagnosis of the depth of burning. **British Journal of Surgery**, v. 40, n. 164, p. 588–596, 1953.
- KARIM, A.; SHAUM, K.; GIBSON, A. Indeterminate Depth Burn Injury - Exploring the Uncertainty. **Department of health & human services**, v. 245, n. 1, p. 183-197, 2020.

- KIMURA, R. *et al.* Increasing duration of smoke exposure induces more severe lung injury in sheep. **Journal of Applied Physiology**, v. 64, n. 3, p. 1107–1113, 1988.
- KRAWCHUK, M. *et al.* Global pyrogeography: The current and future distribution of wildfire. **PLoS ONE**, v. 4, n. 4, p. 1-12, 2009.
- Laboratório de aplicações de satélites ambientais – Universidade Federal do Rio de Janeiro (LASA-UFRJ). **AAMES 01/2021: Area queimada pantanal 2020**. Rio de Janeiro, 2021.
- LINLEY, G. *et al.* What do you mean, ‘megafire’? **Global Ecology and Biogeography**, v. 31, n. 10, p. 1906–1922, 2022.
- LOHSE, J.; PIETRANTONI, P.; TUMMERS, C. Management of thermal injuries in donkeys: A case report. **Animals**, v. 10, n. 11, p. 1–14, 2020.
- LOKE, J. Rabbit Lung After Acute Smoke Inhalation: Cellular Responses and Scanning Electron Microscopy. **Archives of Surgery**, v. 119, n. 8, p. 956, 1984.
- LÓPEZ, A.; MARTINSON, S. Respiratory System, Mediastinum, and Pleurae. *In*: ZACHARY, J. **Pathologic basis of veterinary disease**. 7. ed. Urbana: Mosby Elsevier, 2017. Cap 9, p. 471-560.
- LYON, L. *et al.* **Wildland Fire in Ecosystems Effects of Fire on Fauna**. 1. ed. Missoula: University of Nebraska - Lincoln, 2000.
- MARSH, P. Fire and Smoke Inhalation Injury in Horses. **Veterinary clinics Equine Practice**, v. 23, n. 1, p. 19-30, 2007.
- MCAULIFFE, P.; HUCKER, D.; MARSHALL, A. establishing a prognosis for fire damaged sheep. **Australian Veterinary Journal**, v. 56, n. 3, p. 123–132, 1980.
- MEDICI, E. *et al.* Avaliação do risco de extinção da anta brasileira *Tapirus terrestris* Linnaeus, 1758, no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 2, n. 1, p. 103–116, 2012.
- MEDICI, E. *et al.* **Workshop para a conservação da Anta Brasileira (*Tapirus terrestris*): Análise de viabilidade populacional e de habitat (PHVA)**. 1. ed. Sorocaba: IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, 2007.
- MEDICI, E.; FANTACINI, F. M. Ordem Perissodactyla: conhecimento atual sobre a anta-brasileira, com ênfase no bioma Pantanal. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 17, n. 1, p. 95–113, 2022.
- MINISTERIO PUBLICO DO ESTADO DE MATO GROSSO (MPMT). **1: Queimadas e incêndios florestais. Efeitos das queimadas na saúde e na natureza**. Cuiabá, 2020.
- MYERS L. **Convivendo com o fogo - manutenção dos ecossistemas & subsistência com o manejo integrado do fogo**. 1. ed. Tallahassee: The nature Conservancy , 2006
- PADILLA, M.; DOWLER, R. *Tapirus terrestris*. **Mammalian Species**, v. 3, n. 481, p. 1–8, 1994.

- PARK, G. *et al.* Prolonged Airway and Systemic Inflammatory Reactions After Smoke Inhalation. **Chest**, v. 123, n. 2, p. 475–480, 2003.
- PAVLETIC, M.; TROUT, N. Bullet, Bite, and Burn Wounds in Dogs and Cats. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 36, n. 4, p. 873–893, 2006.
- PEIXOTO, L. *et al.* Composto bioativos do bioma do Pantanal: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. 1-8, 2022.
- PEREIRA, G.; CHÁVEZ, E.; SILVA, M. estudo das unidades de paisagem do bioma Pantanal. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 7, n. 1, p. 89–103, 2012.
- PIVELLO, V. *et al.* Understanding Brazil’s catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. **Perspectives in ecology and conservation**, v. 19, n.1 p. 233-255, 2021.
- PROPHET, E. *et al.* **Laboratory methods in histotechnology**. 1. ed. Washington , D.C.: American Registry of Pathology, 1992.
- QUINN, P.; CARTER, M.; MARKEY, B. General procedures in microbiology. *In*: MARKEY, B. *et al.* **CLINICAL VETERINARY MICROBIOLOGY**. 2. ed. St Louis: Mosby, 2013. Cap. 1, p. 920.
- RETHORST, D.; SPARE, R.; KELLENBERGER, J. Wildfire Response in Range Cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 34, n.2, p. 281- 288, 2018.
- SANDERFOOT, O. *et al.* A review of the effects of wildfire smoke on the health and behavior of wildlife. **Environmental Research Letters**, v. 16, n. 12, p. 1-24, 2021.
- SHARPLES, J. *et al.* Natural hazards in Australia: extreme bushfire. **Climatic Change**, v. 139, n. 1, p. 85-99, 2016.
- SINGER, A. *et al.* Effects of burn location and investigator on burn depth in a porcine model. **Burns**, v. 42, n. 1, p. 184–189, 2016.
- SOUZA, C.; LANI, J.; SOUSA, J. origem e evolução do Pantanal mato-grossense. **International association of geomorphologists**, v.1, n.1, p. 1-11, 2006.
- STERN, A.; LEWIS, R.; THOMPSON, K. Toxic Smoke Inhalation in Fire Victim Dogs. **Veterinary Pathology**, v. 51, n. 6, p. 1165–1167, 2014.
- STOKES, S. *et al.* Wildfire Burn Patients: A Unique Population. **Journal of Burn Care & Research**, v. 42, n. 5, p. 905–910, 2021.
- TEDIM, F. *et al.* Defining Extreme Wildfire Events: Difficulties, Challenges, and Impacts. **Fire**, v. 1, n. 1, p. 1-28, 2018.

TEDIM, F. *et al.* Exploring the occurrence of mega-fires in Portugal. **Forest Ecology and Management**, v. 294, p. 86–96, 2013.

THIELEN, D. *et al.* Quo vadis Pantanal? Expected precipitation extremes and drought dynamics from changing sea surface temperature. **PLoS ONE**, v. 15, n. 1, p. 1-25, 2020.

TOMAS, W. *et al.* Distance sampling surveys reveal 17 million vertebrates directly killed by the 2020's wildfires in the Pantanal, Brazil. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2021.

Varela, D. *et al.* 2019. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T21474A45174127.en>. Acesso em: 16 mai. 2024

VAUGHN, L.; BECKEL, N. Severe burn injury, burn shock, and smoke inhalation injury in small animals. Part 1: Burn classification and pathophysiology. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 22, n. 2, p. 179-186, 2012.

VAUGHN, L.; BECKEL, N.; WALTERS, P. Severe burn injury, burn shock, and smoke inhalation injury in small animals. Part 2: Diagnosis, therapy, complications, and prognosis. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 22, n. 2, p. 187-200, 2012.

WILLIAMS, J. *et al.* Comparison of traditional burn wound mapping with a computerized program. **Journal of Burn Care and Research**, v. 34, n. 1, p. 29-35, 2013.

WILLIAMS, J. The mega-fire phenomenon: toward a more effective management model. **The Brookings Institution Center for Public Policy Education**, v. 1, n.1, p. 1-19, 2005.

WOHLSEIN, P. *et al.* Thermal Injuries in Veterinary Forensic Pathology. **Veterinary Pathology**, v. 53, n. 5, p. 1001–1017, 2016.