

Uso do fogo para o manejo da vegetação no Pantanal



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

DOCUMENTOS 164

Uso do fogo para o manejo da vegetação no Pantanal

*Balbina Maria Araújo Soriano
Evaldo Luis Cardoso
Walfrido Moraes Tomás
Sandra Aparecida Santos
Sandra Mara Araújo Crispim
Luiz Alberto Pellegrin*

Embrapa Pantanal
Corumbá, MS
2020

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pantanal
Rua 21 de Setembro, 1880
Bairro Nossa Senhora de Fátima
CEP 79320-900, Corumbá, MS
Fone: (67) 3368-2000
Fax: (67) 3368-2150
www.embrapa.br/fale-conosco/sac
<https://www.embrapa.br/pantanal>

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Pantanal

Presidente
Suzana Maria Salis

Membros
*Ana Helena B Marozzi Fernandes,
Fernando Rodrigues Teixeira Dias,
Juliana Correa Borges da Silva,
Márcia Furlan Nogueira Tavares de Lima,
Viviane de Oliveira Solano*

Supervisão editorial
Suzana Maria Salis

Revisão de texto
Suzana Maria Salis

Normalização bibliográfica
Viviane de Oliveira Solano

Tratamento das ilustrações
Marilisi Jorge da Cunha

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Marilisi Jorge da Cunha

Foto da capa:
Balbina Maria Araújo Soriano

1ª edição
Versão digital (2020)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pantanal

Uso do fogo para o manejo da vegetação no Pantanal / Soriano et al.... [et al.] -
Corumbá: Embrapa Pantanal, 2020.

PDF (18 p.) : il. color. - (Documentos / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7223;
164).

1. Fogo. 2. Queimada. 3. Ecologia. I. Soriano, Balbina Maria Araújo. II. Cardoso,
Evaldo Luis. III. Tomás, Walfrido Moraes. IV. Santos, Sandra Aparecida. V. Crispim,
Sandra Mara Araújo. VI. Pellegrin, Luiz Alberto. VII. Série. VIII. Embrapa Pantanal.

CDD 577.2 (23.ed.)

Autores

Balbina Maria Araújo Soriano

Meteorologista, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Evaldo Luis Cardoso

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Walfrido Moraes Tomás

Médico-veterinário, doutor em Ecologia e Conservação, pesquisador da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Sandra Aparecida Santos

Zootecnista, doutora em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Sandra Mara Araújo Crispim

Engenheira-agrônoma, mestre em Zootecnia, pesquisadora aposentada da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Luiz Alberto Pellegrin

Contabilista, mestre em Tratamento da Informação Espacial, analista da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Apresentação

De junho a setembro, o Pantanal sofre um período de estiagem quando a ocorrência de chuvas é insignificante ou mesmo ausente. Isso pode resultar, em algumas fisionomias, o acúmulo de material vegetal seco que pode se tornar combustível para a ocorrência de grandes incêndios.

A rapidez e a eficiência na detecção e no monitoramento desses incêndios são imprescindíveis para sua localização e controle, evitando consequências mais drásticas para o ecossistema pantaneiro. O uso de recursos computacionais, aliado ao uso de Sistemas de Informação Geográfica, tem facilitado bastante a previsão e o combate a incêndios.

Este trabalho traz uma caracterização das variáveis climáticas na Planície Pantaneira e sua relação com a ocorrência de incêndios na região. Para isso apresenta também os dados de focos de calor para o período de 1999 a 2019 obtidos em consulta ao Banco de Dados de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Ao final do documento, faz-se considerações sobre as principais estratégias a serem adotadas para controlar e evitar incêndios na região.

Jorge Antonio Ferreira de Lara
Chefe Geral da Embrapa Pantanal

Sumário

Contextualização.....	7
Focos de calor no Pantanal.....	11
Considerações Finais	14
Referências.....	16

Contextualização

O Pantanal é uma extensa planície constituída de diversos tipos de áreas úmidas contínuas, localizado na América do Sul, estando inserido na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, que se localiza na região Centro-Oeste do Brasil. No Brasil, abrange os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, e os países Bolívia e Paraguai (Brasil, 1974). Essa bacia pertence à Bacia do Rio da Prata, a segunda maior da América do Sul e a quinta maior do mundo (Bravo et al., 2005). Na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai existem duas formas de relevo predominantes, o Planalto e a Planície Pantaneira.

O Planalto corresponde às áreas com altitude média acima de 200 m. A Planície Pantaneira corresponde à parte inferior da bacia (abaixo de 200 m em relação ao nível do mar), tendo sido formada pelo rebaixamento de uma grande região, fato relacionado ao soergimento da Cordilheira dos Andes (Horton; Decelles, 1997; Ussami et al., 1999). No Brasil, apresenta uma área de drenagem de 138.183 km², ou 38,21% da área total da bacia (Silva; Abdon, 1998).

Cerca de 65% de todo o território ocupado pelo Pantanal encontra-se no estado de Mato Grosso do Sul e 35% no Mato Grosso, situando-se entre os paralelos de 16° e 22° de latitude Sul e os meridianos de 55° e 58° de longitude Oeste. Suas características geológicas, geomorfológicas e climáticas proporcionam a formação de um habitat único, cuja dinâmica é regida basicamente pela captação, armazenamento e distribuição das águas, ou seja, pelo seu comportamento hidrológico.

Devido a sua posição geográfica, sofre influência de três grandes biomas: Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, que são importantes províncias fitogeográficas do continente e, que são responsáveis pela sua alta biodiversidade, característica do Pantanal (Brasil, 1997). Em função de sua importância e diversidade ecológica, o Pantanal é considerado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), Patrimônio Natural Mundial e Reserva da Biosfera (Brasil, 2000).

De acordo com Silva e Abdon (1998), o Pantanal foi dividido em onze sub-regiões (Figura 1), considerando os aspectos relacionados à inundação, relevo, solo e vegetação, localizados em 16 municípios nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

O clima do Pantanal, bem como em toda Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, está sobre influência do sistema climático do Brasil Central. Os sistemas atmosféricos do Pantanal são de origem tropical quanto extratropical, sofrendo influência dos sistemas que atuam na Região da Amazônica. De acordo com a classificação climática de Köppen, o Pantanal, se enquadra no tipo climático Aw – clima tropical, megatérmico, com temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C (Nimer, 1989).

A precipitação total média anual no Pantanal é de 1.184,3 mm, sendo que mais de 50% das estações registram um total médio de precipitação entre 1.100 e 1.200 mm. A distribuição espacial da precipitação total média anual é variável dentro do Pantanal, apresentando valores que variam de 959 mm na direção oeste e próximos de 1500 mm, a nordeste. Quanto a variação sazonal dos índices de precipitação (Figura 2), observa-se que no decorrer do ano as chuvas no Pantanal apresentam dois períodos bem definidos: um chuvoso (de outubro a março), quando ocorre cerca de 80% do total médio anual das chuvas, e um período de estiagem (de abril a setembro).

O trimestre mais chuvoso compreende os meses de dezembro a fevereiro, com 533 mm, equivalentes à cerca de 46% do total anual. O mês mais chuvoso é janeiro, com média anual de 203 mm, com variação de 280 mm a nordeste e 133 mm ao sul. Os meses menos chuvosos (junho-agosto) representam 4,5% do total anual, sendo julho o mais seco com média anual de 15 mm, com variação de 8 mm a norte e 24 mm ao sul.

Durante o período de estiagem, é possível observar longos períodos sem ocorrência de chuvas ou com chuvas insignificantes. Tal período coincide com a época da estação seca, sendo mais comum sua ocorrência em junho, julho e agosto podendo chegar até em meados de setembro (Figura 2). Essa estiagem pode resultar em sérios prejuízos à produção pecuária e à própria biodiversidade, em função da diminuição da oferta de forragens disponível para a alimentação do rebanho bovino e para a fauna silvestre. Nesse período também pode ocorrer o acúmulo de uma grande quantidade de material vegetal seco em algumas fitofisionomias, que se transformam em combustível, favorecendo a ocorrência de grandes incêndios, que podem afetar drasticamente o ecossistema da região (Soares et al., 2007).

Dados de umidade relativa do ar (1986 a 2010), temperatura do ar (1979 a 2010) e velocidade do vento (1986 a 2010) foram coletados na estação climatológica da fazenda Nhumirim (Figura 3), localizada no Pantanal da Nhecolândia, e registraram temperatura média anual de 25,3 °C, variando de 20,8 °C (julho) a 28 °C (janeiro e dezembro). Verifica-se que a partir de outubro até março as temperaturas atingem média acima de 27 °C.

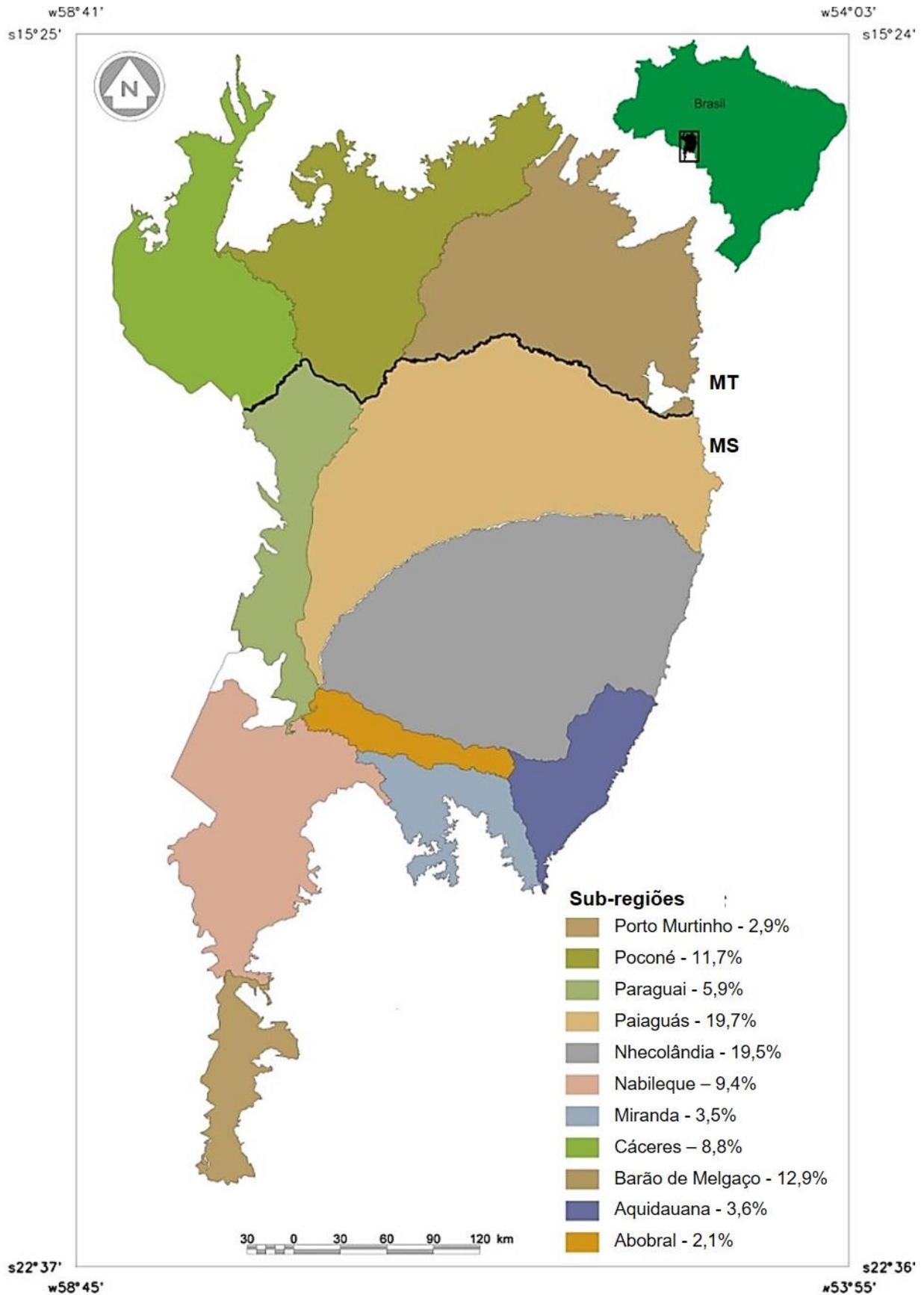


Figura 1. Sub-regiões do Pantanal Mato-Grossense
 Fonte: Adaptado de Silva e Abdon (1998, p. 1706).

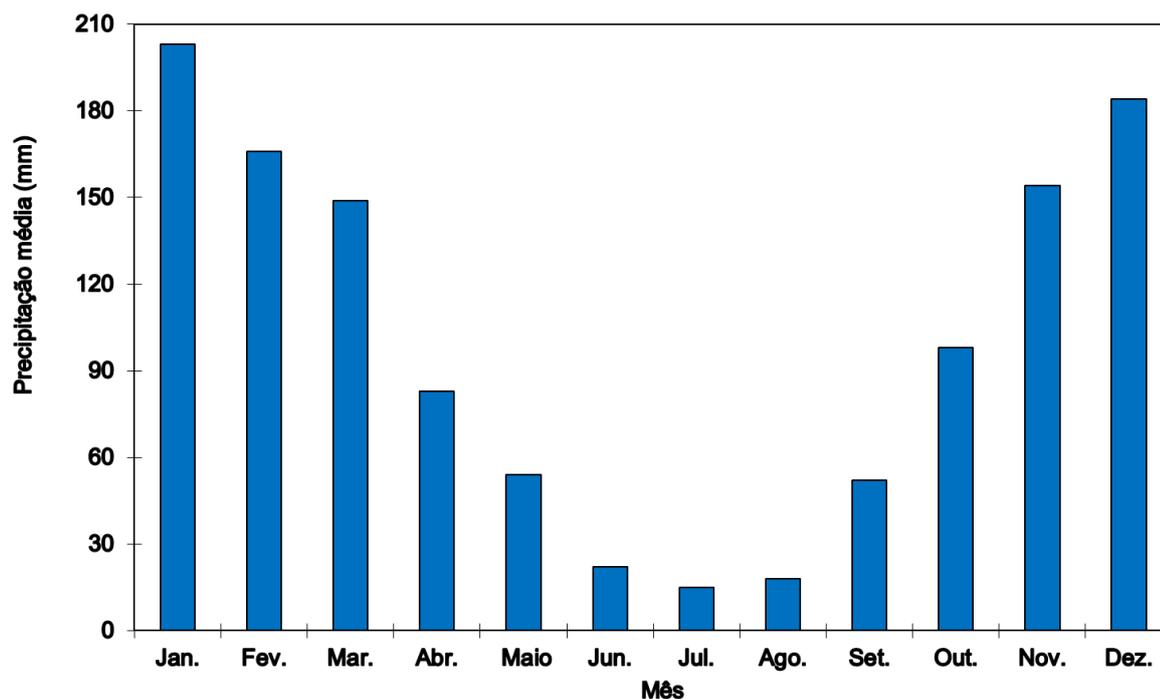


Figura 2. Distribuição média mensal da precipitação pluvial no Pantanal, no período de 1969 a 2010. Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da Hidroweb (2012).

A umidade relativa média anual foi de 80%, oscilando entre 72% (setembro) e 85% (março). As menores médias foram registradas entre os meses de julho e novembro, sendo setembro o mês mais seco da região e onde ocorrem os maiores valores de focos de calor no Pantanal. Nos meses de agosto a setembro a umidade relativa mínima absoluta variou entre 10 a 15% em determinados horários do dia, períodos críticos para ocorrência de queimadas.

A umidade relativa e a temperatura do ar têm influência na umidade do material combustível, especialmente nos que estão em estado de senescência e com nível de umidade abaixo de 30% estando em situação crítica. A velocidade do vento média anual foi 1,7 m/s, oscilando entre 1,2 m/s (março) e 2,2 m/s (setembro). A partir de agosto até outubro a velocidade fica acima de 2 m/s. Esta variável tem influência na propagação do fogo (Figura 3).

A ocorrência e a propagação dos incêndios florestais estão fortemente associadas às condições climáticas. A intensidade de um incêndio e a velocidade com que ele se propaga estão diretamente ligados a umidade relativa e a temperatura do ar, além do efeito direto da velocidade do vento. A utilização de dados meteorológicos de boa qualidade é, portanto, vital para o planejamento de prevenção e combate aos incêndios florestais (Nunes et al., 2006).

O Pantanal é formado por um mosaico de áreas de campo, savanas e florestas, além de áreas inundáveis. Geralmente em setembro (final da seca) as áreas de campo, principalmente aquelas sem gado, acumulam um excesso de capim seco que constitui num material combustível de fácil ignição e de propagação do fogo. Portanto, em áreas de fácil acesso ao homem qualquer fagulha poderá ocasionar o início do fogo que se alastra rapidamente nas áreas com alta densidade de biomassa seca. Em campos de alta inundação como beira de rios, em determinados anos (mais secos) há um acúmulo, ao longo do tempo, de uma grande quantidade de fitomassa e liteira de macrófitas aquáticas que favorece a propagação do fogo que é mais persistente e de difícil controle (caso da borda do Rio Paraguai próximo de Corumbá) (Santos et al., 2005).

Um dos mecanismos mais utilizados para o manejo da vegetação, tanto na agricultura, quanto na agropecuária, é a queima controlada, atuando no sentido de eliminar resíduos, pragas ou ainda para a renovação do pasto. O uso do fogo para manejo de pastagens é uma prática comum e tradicional no Pantanal brasileiro e visa aumentar a oferta de forragens para os animais, principalmente no período seco (agosto a setembro). Na parte arenosa do Pantanal o fogo é aplicado com maior frequência, devido à grande quantidade de material seco produzido pelas espécies de gramíneas nativas indesejáveis, ou seja, aquelas que são pouco consumidas pelos bovinos e também em áreas onde se observa invasores arbustivos e arbóreos que dificultam o manejo dos animais (Rodrigues et al., 2002).

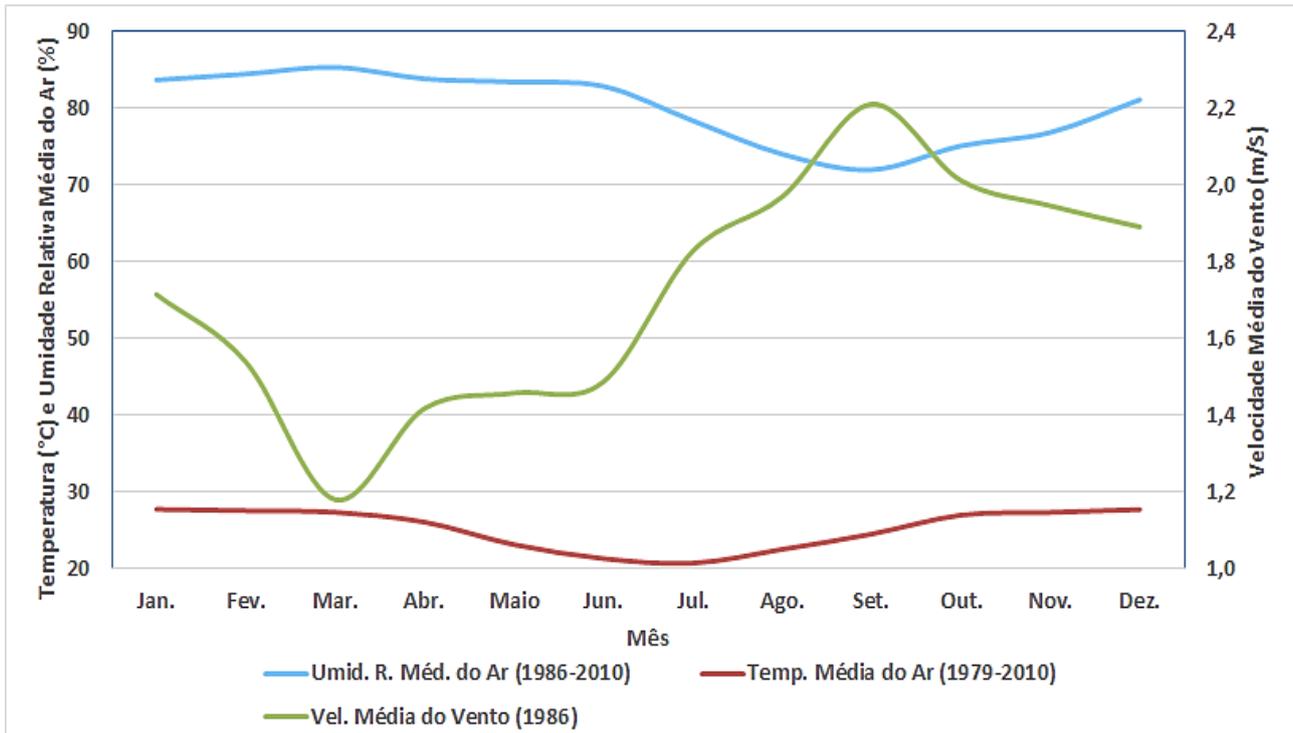


Figura 3. Distribuição média mensal da temperatura do ar (1979 a 2010), da umidade relativa e da velocidade do vento (1986 a 2010) no Pantanal, sub-região da Nhecolândia, MS.

Fonte: Elaborado pelos autores.

As fitofisionomias comumente manejadas com a queima controlada são aquelas que ocorrem nas áreas de campo limpo e de campo cerrado (Figura 4), dominados por espécies duras, grosseiras e de baixa digestibilidade, como capim carona (predominância de *Elionurus muticus*), capim vermelho (*Andropogon hypogynus*), capim rabo-de-burro (*Andropogon bicornis*), rabo-de-lobo (*Pappophorum krapovickasii*), capim fura-bucho (*Paspalum lineare*), capim barba-de-bode (*Paspalum carinatum*), barba-de-bode ou cabeçudo (*Aristida setifolia*) (Pott, 1994).

Outras áreas frequentemente queimadas são os campos sujos, geralmente invadidos por espécies arbustivas como canjiqueira (*Byrsonima cydoniifolia*), mercúrio (*Microstachys hispida*), ariticum (*Annona dioica*), entre outras. A queima também é usada para eliminar material proveniente de limpeza de pastagem ou supressão vegetal que são colocados em montes ou leiras. Todas essas queimas necessitam de autorização do órgão competente.



Foto: Sandra Aparecida Santos

Figura 4. Áreas de campo limpo com predominância de capim-carona - *Elionurus muticus* (à esquerda) e capim-vermelho - *Andropogon hypogynus* (à direita), Pantanal da Nhecolândia, MS.

Em função deste contexto, disciplinar o uso do fogo como ferramenta para o manejo da vegetação no Pantanal é uma medida extremamente necessária, uma vez que há riscos de danos potenciais à biodiversidade, ao patrimônio e à saúde humana. O fogo, nestas condições, deveria ser evitado em áreas florestais de qualquer natureza, no Pantanal, o que só pode ser obtido a partir da definição de época de defeso contra incêndios, critérios e práticas de manejo da vegetação, além de governança e legislação eficazes.

Focos de calor no Pantanal

Muitas são as ocorrências de incêndios no Pantanal, e frequentes são as notícias de focos de calor nesse Bioma. Desde 1999, a Embrapa Pantanal vem monitorando as variáveis meteorológicas e sua relação com a ocorrência de incêndios no Pantanal (Rodrigues, 1999; Cardoso et al., 2003; Onigemo, 2006; Soriano; Pellegrin, 2007; Padovani et al., 2008; Soriano et al., 2008; 2015; Soriano, 2012), onde pode ser observado que, dependendo da variação do clima entre anos, ocorre maior ou menor número de eventos, modificando a paisagem local.

Na Figura 5, observa-se o somatório de janeiro a setembro do número de focos de calor (FC) no Pantanal brasileiro no período de 1999 a 2019. O ano de 2019 foi muito “seco” no Pantanal, em decorrência das chuvas abaixo da média histórica, ocupando a 4ª posição com relação ao total de FC quando comparado aos demais anos que compõem a série histórica. Tem-se um aumento dos FC de 360% de janeiro a setembro quando comparado ao mesmo período de 2018. Além da influência do clima no aumento dos incêndios em 2019, outros fatores importantes podem contribuir. Como a grande quantidade de material combustível acumulado no ano anterior, quando o número de FC foi baixo, que associado à longa estiagem de 2019 e os baixos índices de umidade relativa do ar (chegando a valores mínimos, cerca de 15%, ao longo do dia) favoreceu a ocorrência de grandes incêndios, o que afetou drasticamente o ecossistema da região.

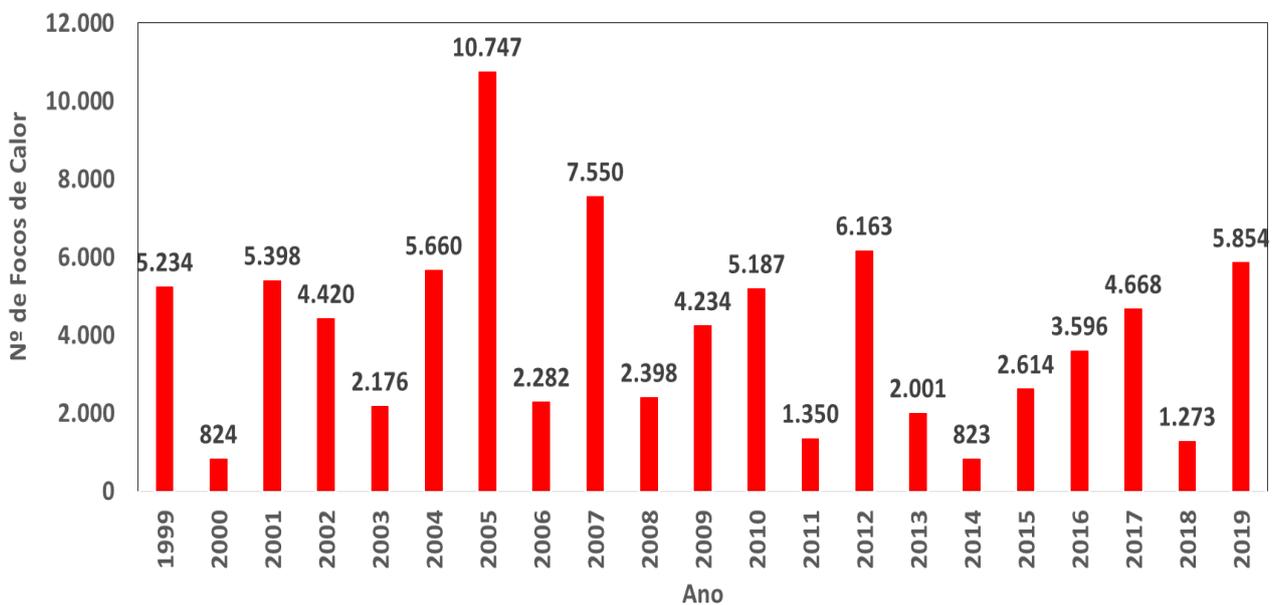


Figura 5. Somatório de janeiro a setembro (1999-2019) do número de focos de calor no Pantanal brasileiro. Fonte: Elaborado pelos autores a partir do Banco de Dados de Queimadas do INPE (INPE, 2019).

No mapa de distribuição espacial dos focos de calor (Figura 6), aplicou-se o estimador de densidade Kernel para o total de focos registrados durante o período de 1999-2018, para se ter uma visão geral da distribuição espacial dos pontos, sendo possível apurar a intensidade pontual dos focos de calor de toda área do Pantanal brasileiro e com isso verificar as regiões críticas dentro desta delimitação (Soriano et al., 2019).

A densidade de Kernel possibilitou identificar a densidade de focos por sub-região do Pantanal. Foram registrados um total de 108.081 FC no período de 1999 a 2018. Os anos de maior incidência de FC no Pantanal foram 2005, com 11.695 (11% do total), seguidos de 2002 e 2007, com 9.246 e 9.100 números de

focos, respectivamente. Os anos onde se registrou uma redução nos números de focos de calor foram 2014, com 1.450 focos, seguidos de 2018 com 1.533, 2000 com 1.901 e 2006 com 2.751. A maior quantidade de ocorrência de FC foi registrada entre agosto e outubro, atingindo seu pico em setembro (35% do total de FC), período este marcado pela diminuição das chuvas e baixos índices de umidade relativa do ar na região.

A partir do estimador de Kernel, verificou-se que dos 108.081 focos detectados, 23.785 (22%) ocorreram na sub-região do Nabileque, seguido das sub-regiões do Paiguás com 20.722 (19%), Nhecolândia com 13.541 (13), Barão de Melgaço com 12.997 (12%) e Poconé com 11.578 (11%).

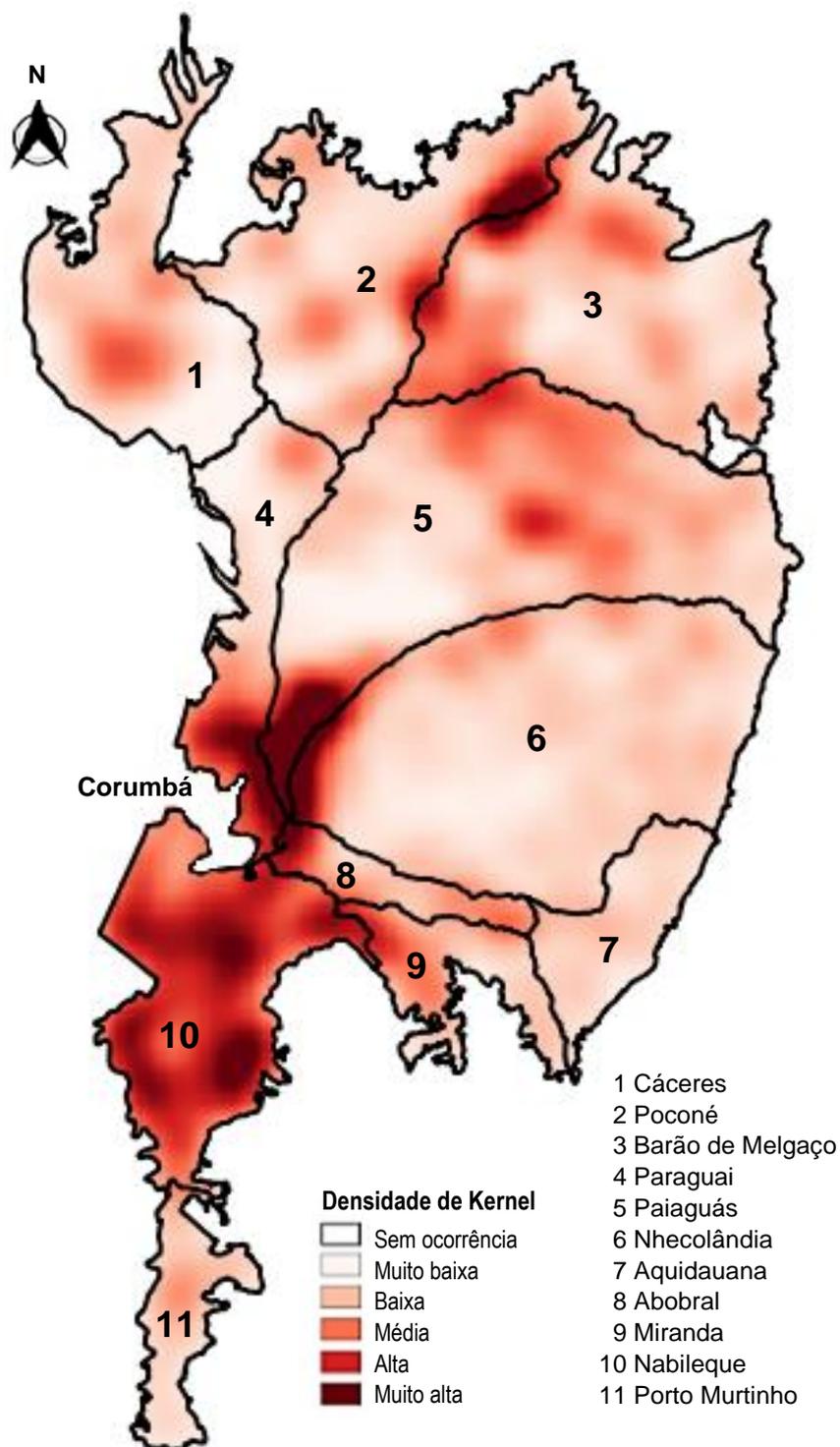


Figura 6. Densidade dos focos de calor por sub-região do Pantanal brasileiro, no período de 1999 a 2018.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do Banco de Dados de Queimadas do INPE (INPE, 2019).

A ocorrência de incêndio depende das três entidades do triângulo do fogo que são: o combustível, o comburente (oxigênio) e o calor. Dessas três, a quantificação do material combustível é de extrema importância, pois é o que sofre influência antrópica (Crispim; Santos, 2009). A partir do mapa da cobertura de vegetação do Pantanal (Monitoramento... 2009, p. 26) observa-se que as áreas com maior densidade de queimadas são aquelas com dominância de Chaco ou savana estépica úmida (Figura 7). Silva et al. (1998) avaliaram em levantamento aéreo as classes de vegetação em termos fitofisionômicos por sub-região e observaram que na sub-região do Nabileque domina a vegetação de campo inundado, campo seco e carandazal, e que no Paiaguás domina campo seco, cerradão e cerrado. A partir desses estudos, conclui-se que essas áreas intensamente queimadas dispõem de grande quantidade de combustível geralmente seco.

O monitoramento dos focos de calor por satélite é uma ferramenta importante e eficaz para o controle desses focos no Pantanal, o qual dará subsídios a medidas preventivas e de combate quanto a um possível incêndio que venha ocorrer.

Para ajudar na prevenção de incêndios no Pantanal, foi construído um sistema de avaliação de risco de incêndio, a partir de um software denominado Saripan - Sistema de avaliação de risco de incêndio para o Pantanal (Narciso; Soriano, 2019). Este software fornece diferentes métodos para o cálculo de risco de incêndio e assim possibilita a emissão de um alerta. São usados métodos de risco de incêndio conhecidos na literatura tais como: Fórmula de Monte Alegre (FMA), Fórmula de Monte Alegre Modificada (FMA+), índice Nesterov, índice logarítmico Telecyn e índice de Angström. Estes métodos podem ser usados para o cálculo de risco de incêndio em qualquer região, desde que se tenham dados climáticos disponíveis para alimentar o software.

Saripan é um sistema web e contém uma série de dados climáticos registrados nas estações meteorológicas automáticas e telemétricas instaladas na região do Pantanal e entorno, de 2017 até a presente data. Esses dados são usados como entrada para fornecer resultados sobre índices de risco de incêndio na região desejada no Pantanal. Caso o usuário tenha os dados climáticos de sua região, que pode estar fora da região do Pantanal, o sistema permite a inserção destes dados, que deverão estar contidos em arquivo texto, para que seja feito o cálculo do índice de risco de incêndio.

O uso destes índices, quando corretamente calculados, fornece uma boa estimativa do grau de perigo de incêndio que determinado dia ou a época pode apresentar. Este sistema foi desenvolvido usando-se as linguagens javascript, PHP e HTML, além do banco de dados feito com o sistema gerenciador de banco de dados MySQL.

A importância do Saripan, para a região do Pantanal, é quanto a existir um sistema de alerta que informe o risco de incêndio para cada sub-região do Pantanal, possibilitando às autoridades ou interessados tomarem medidas preventivas quanto a um possível incêndio que venha ocorrer.

Em vista desses avanços, fica demonstrado que geotecnologias avançadas podem e devem ser utilizadas como ferramentas para o estabelecimento de critérios, estratégias e períodos adequados e de defeso para a queima da vegetação. Essas tecnologias também podem servir de base para a fiscalização adequada de incêndios em períodos e condições não permitidos por lei. Essa instrumentação é crucial para que uma política nacional para o uso do fogo no manejo da vegetação possa ser eficiente e eficaz.

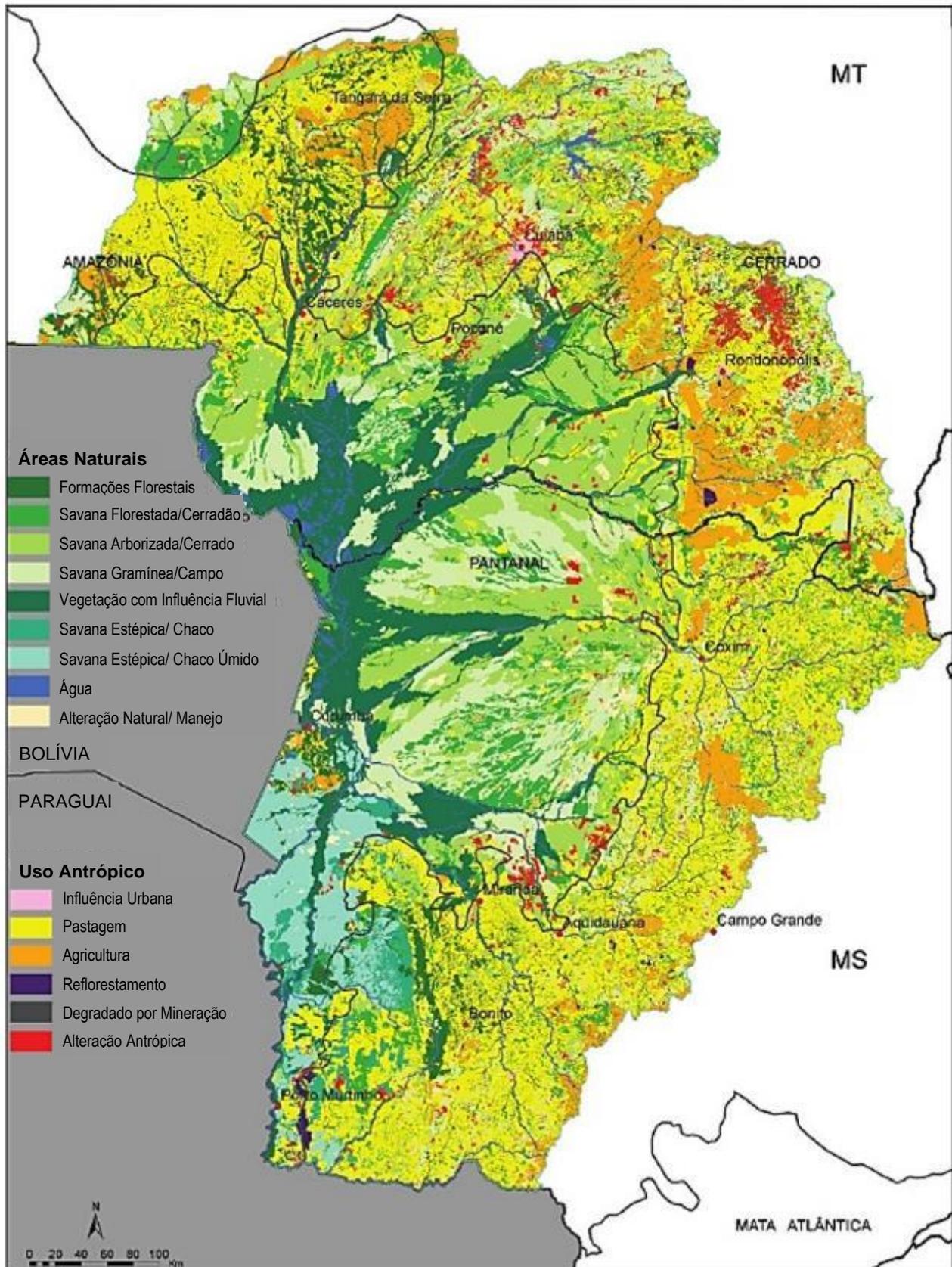


Figura 7. Mapa de vegetação natural e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai em 2008 (legenda simplificada).

Fonte: Monitoramento... (2009, p. 26).

Considerações Finais

É preciso que se adote a estratégia de fogo prescrito, o qual depende da avaliação das condições de umidade e da biomassa da vegetação para definir a necessidade ou não da prática dessa queima controlada. Dessa maneira, é preciso propor critérios e definir épocas adequadas para que o uso do fogo seja realizado. Por último, mas não menos importante, é recomendável que zoneamentos sejam construídos no País, em escala regional, visando definir os períodos em que autorizações para queima possam ser fornecidas e, como consequente, o período de total proibição da queima (defeso contra o uso do fogo).

Para o manejo das pastagens nativas, recomenda-se que os fazendeiros elaborem um plano de queima prescrita que contribua com a heterogeneidade ambiental, conforme critérios técnicos já estabelecidos sobre o uso de queima controlada. No plano são definidos no mapa da fazenda quais as áreas que podem ser queimadas, geralmente manchas, utilizando a interação queima e pastejo para aumentar a heterogeneidade espacial das pastagens nativas (Kerby et al., 2007), permitindo que os herbívoros tenham livre acesso às áreas queimadas e não queimadas. Após a queima, o gado concentra-se nessas manchas, prevenindo a formação de combustível pelo menos um ano após a queima. No plano são definidos o tamanho e o local da queima, pois dependendo da espécie forrageira dominante, o consumo ocorre somente durante 15 dias após a rebrota. Este cálculo deve ser estimado para definir a real capacidade de suporte das áreas queimadas e da unidade de manejo com um todo (Santos et al., 2013), evitando degradação e/ou formação de novas áreas de macegas. O plano pode ser feito para vários anos.

O fogo controlado depende muito mais das condições meteorológicas da época e da vegetação (grande volume de biomassa) no momento da aplicação da estratégia de manejo do que do controle físico por meio de aceiros e outras ferramentas. O fogo pode ultrapassar os limites de rios, estradas e aceiros com facilidade em condições de forte vento, alta temperatura e baixa umidade relativa do ar e grande biomassa vegetal. Com base nas informações seria possível o estabelecimento da época, das condições, das regiões e das formas de uso do fogo para o manejo da vegetação, de forma a disciplinar seu uso e ainda educar o público de forma progressiva.

Na Figura 6 podem ser observadas as áreas com maior risco de incêndio no Pantanal, iniciando de julho a outubro, onde ocorre a maior concentração de focos de calor no Pantanal. Medidas de prevenção devem ser tomadas, tais como: educação ambiental, divulgação do Saripan (Sistema de avaliação de risco de incêndio para o Pantanal), elaboração de planos de queima prescrita nas localidades de maior foco, divulgação de informações das condições de tempo.

Atualmente, a rede de estações meteorológicas automáticas e telemétricas existente na Bacia do Alto Paraguai, onde o Pantanal está inserido, é muito pequena. No Pantanal há extensas lacunas de milhares de hectares sobre os quais não existem informações precisas a respeito do tempo/clima por conta da inexistência de estações meteorológicas automáticas e telemétricas para a geração de dados e informações. Portanto, é de extrema urgência a implementação de mais estações, bem localizadas e em pleno funcionamento, cujos os dados meteorológicos possam ser disponibilizados em tempo real. Tais dados são essenciais para o uso e o aperfeiçoamento dos modelos numéricos de previsão de tempo, estudos do clima e dos sistemas de alerta de risco de incêndio no Pantanal. Tais informações podem também subsidiar planejamentos de ações para a prevenção de incêndios florestais e ainda apoiar diversas atividades que dependem do clima como: agropecuária, turismo, defesa civil, transporte, produção de energia, construção civil, etc.

É fundamental que a legislação defina situações que fogem ao conceito desejável para o uso do fogo, e que essas situações sejam tratadas como crimes e com penalidades estabelecidas. É preciso também definir quais ecossistemas podem ser objeto de manejo utilizando o fogo, bem como aqueles que nunca deveriam ser queimados, como os ambientes florestais não savânicos, os quais não possuem resiliência adaptativa para o fogo.

Cabe ainda ressaltar que incêndios florestais (significando queimas em ambientes de florestas de qualquer tipo) podem ser evitados por meio da definição de critérios sobre as condições e as épocas em que o uso do fogo possa ser permitido. Para tanto, uma base científica sólida precisa ser desenvolvida por instituições de pesquisa, que sirva para regulamentar o uso do fogo para manejo da vegetação. Isso implica em épocas de total proibição do uso do fogo (defeso) em função dos altos riscos de queimas não controláveis, capazes de causar danos ambientais, econômicos, ao patrimônio, além de onerar os órgãos públicos encarregados de combater incêndios.

Referências

- BRASIL. Ministério do Interior. Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS. **Estudos hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai: fluviometria**. Rio de Janeiro, 1974. v. 4. 664p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Programa Nacional de Meio Ambiente. Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF: PNMA, 1997. 3v. 354p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Unesco declara Pantanal Reserva da Biosfera**. 2000. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/1019-unesco-declara-pantanal-reserva-da-biosfera>. Acesso em: 24 jun. 2020.
- BRAVO, J. M.; COLLISCHONN, B.; ALLASIA, D. G.; VILLANUEVA, A. O. N.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. Estimativa de ganhos e perda de volume lateral nos trechos dos rios do Pantanal. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO SUL E SIMPÓSIO DE ÁGUAS DA ASSOCIAÇÃO DE UNIVERSIDADES GRUPO DE MONTEVIDEO (AUGM), 1, 2005, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005. v. 1. p. 1-16.
- CARDOSO, E. L.; CRISPIM, S. M. A.; RODRIGUES, C. A. G., BARIONI JÚNIOR, W. Efeitos da queima na dinâmica da biomassa aérea de um campo nativo no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38. n. 6, p. 747- 752, 2003.
- CRISPIM, S. M. A.; SANTOS, S. A. Queima controlada como prevenção de incêndios em el Pantanal. In: SIMPÓSIO PRODUCTIVIDAD EN GANADO DE CORTE, 1, 2009, Beni, Bolivia. **Anais ...** [Sl.: s.n], 2009. Não paginado.
- HIDROWEB: **Sistema de Informações Hidrológicas**. 2020. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2020. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 24 jun. 2020
- INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Banco de dados de queimadas: programa queimadas apoio**. 2018. Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>. Acesso em: 24 jun. 2020.
- KERBY, J. D.; ENGLE, D. M.; FUHLENDORF, S. D.; NOFZIGER, D. L.; BIDWELL, T. G. Patch burning as a heterogeneity approach to rangeland management. In: MASTERS, R. E.; GALLEY, K. E. M. (Ed.). **Proceedings of the 23rd tall timbers fire ecology conference: fire in grassland and shrubland ecosystems**. Tallahassee Florida: Tall Timbers Research Station, 2007. p. 158-162. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj12b-CvanqAhWLILkGHSyBCLcQFjAAegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Ftalltimbers.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2018%2F09%2F158-Kerby2007_op.pdf&usg=AOvVaw2LETnV85Y8vFfjliqHXc8A. Acesso em 30 jun. 2020.
- HORTON, B. K.; DeCELLES, P. G. The modern foreland basin system adjacent to the Central Andes. **Geology**, v. 25, p. 895-898, 1997.
- MONITORAMENTO das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai porção brasileira: período de análise: 2002 a 2008. Brasília, DF: CI- Conservação Internacional, ECOA - Ecologia e Ação, Fundación AVINA, Instituto SOS Pantanal, WWF- Brasil, 2009. 58 p. Relatório Técnico. Disponível em: https://www.sospantanal.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Publicac%CC%A7a%CC%83o_BAP_Relato%CC%81rio_2012-2014_Web.pdf. Acesso em: 22 jun. 2020.
- NARCISO, M. G.; SORIANO, B. M. A. Sistema de avaliação de risco de incêndio para o Pantanal - SARIPAN. **Biodiversidade Brasileira**, n. 1, p. 257, 2019. Apresentado na VII Conferência Internacional sobre Incêndios Florestais - Wildfire Conference 2019.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422p.
- NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. FMA+ - um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná, Brasil. **Floresta**, v. 36, n. 1, p. 75-91, 2006.
- ONIGEMO, A. E. **Avaliação de índices de risco de incêndio em áreas com predominância de gramíneas cespitosas na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS**. 2006. 142f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

PADOVANI, C. R.; CRUZ, M. L. L.; CRISPIM, S. M. A.; SANTOS, S. A. Fire monitoring and spatial analysis for Brazilian Pantanal. In: INTERNATIONAL WETLANDS CONFERENCE, 8., Cuiabá, 2008. **Big wetlands, big concerns: abstracts**. [Sl.: s.n], 2008. p.158. INTECOL.

POTT, A. Ecosistema Pantanal. In: PUIGNAU, J. P. (Ed). **Utilizacion y manejo de pastizales**. Montevideo: IICA-PROCISUR, 1994. p. 31-44. (IICA-PROCISUR. Dialogo, 40).

RODRIGUES, C. A. G. **Efeitos do fogo e da presença animal sobre a biomassa aérea e radicular, nutrientes do solo, composição florística, fenologia e dinâmica de um campo de capim-carona (*Elyonurus muticus* (Spreng. O. Ktze.) no Pantanal (sub-região de Nhecolândia)**. 249 f. 1999. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

RODRIGUES, C. A. G.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A. **Queima controlada no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 23 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 35).

SANTOS, S. A.; DESBIEZ, A. L. J.; BALDIVIEZZO-PEROTTO, H. L.; PELLEGRIN, L. A. **Uso de tecnologia de precisão na estimativa da capacidade de suporte em pastagens sob uso múltiplo no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2013. 6p. (Embrapa Pantanal. Circular Técnica, 107).

SANTOS, S. A.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A. Pastagens no ecossistema Pantanal: manejo, conservação e monitoramento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 23-35.

SILVA, J. dos S. V. da; ABDON, M. de M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 1703-1711, 1998.

SILVA, J. dos S. V. da; ABDON, M. de M.; BOOCK, A.; SILVA, M. P. da. Fitofisionomias dominantes em parte das sub-regiões do Nabileque e Miranda, sul do Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. esp., p.1713-1719, out. 1998.

SOARES, M. T. S.; SORIANO, B. M. A.; ABREU, U. G. P.de; SANTOS, S. A.; COMASTRI FILHO, J. A. **Monitoramento do Comportamento do Rio Paraguai no Pantanal Sul-Mato-Grossense em 2007**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007. 5p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 66).

SORIANO, B. M. A.; PELLEGRIN, L. A. **Monitoramento do número de focos de calor e variáveis meteorológicas observados em 2007 no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007. 3 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 64).

SORIANO, B. M. A.; SANTOS, S. A.; DANIEL, O.; CRISPIM, S. M. A.; PELLEGRIN, L. A.; PADOVANI, C. R. **Monitoramento dos focos de calor e das variáveis meteorológicas para o Pantanal em 2008**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. 4 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 73).

SORIANO, B. M. A. **Zoneamento do risco de incêndio para o Pantanal Sul-Mato-Grossense**. Dourados, MS: UFGD, 2012.

SORIANO, B. M. A.; DANIEL, O.; SANTOS, S. A. Eficiência de índices de risco de incêndios para o Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 809-816, 2015.

SORIANO, B. M. A.; RAMOS, L.; OLIVEIRA, M.; PELLEGRIN, L. A. Distribuição espaço-temporal dos focos de calor no Pantanal brasileiro. **Biodiversidade Brasileira**, n. 1, p. 218, 2019. Apresentado na VII Conferência Internacional sobre Incêndios Florestais - Wildfire Conference 2019.

USSAMI, N.; SHIRAIWA, S.; DOMINGUEZ, J. M. L. Basement reactivation in a sub-Andean foreland flexural bulge: The Pantanal wetland, SW Brazil. **Tectonics**, v.18, n. 1, p. 25-39, 1999.



Pantanal



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL