

## **Cartografia de risco de incêndios florestais no Pantanal da Nhecolândia, MS**

Emerson Figueiredo Leite<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Rua Oscar Trindade de Barros, 740, Serraria  
79.200-000, Aquidauana-MS  
lemerson.leite@ufms.br

**Resumo:** O objetivo desta pesquisa foi a de elaborar uma cartografia espacial e sazonal do risco de incêndios florestais na área da sub-região da Nhecolândia, Pantanal de MS. A análise espacial integrada é muito valiosa para a pesquisa de incêndios florestais. Foram levados em consideração o Uso e cobertura da terra, fatores antrópicos; temperatura, pluviosidade e balanço hídrico, fatores relacionados ao clima; e recorrência de focos de calor dos últimos 10 anos detectados para a área, como fatores histórico-geográficos. Todos os dados foram armazenados, elaborados e modelados no software Spring/INPE. Verificou-se na dinâmica sazonal das áreas de risco de incêndios florestais para a sub-região da Nhecolândia, correlação com as variáveis climáticas da área, que caracterizam os ciclos de secas e cheias. Ainda, como prática da pecuária local, têm se verificado o aumento no número de focos de calor nas áreas com alto risco de incêndios.

**Palavras-Chave:** Suscetibilidade ao fogo, risco, prática cultura, uso da terra

**Abstract:** The objective of this research was to elaborate a spatial-seasonal cartography of forest fire risks in Nhecolândia subregion, Pantanal of MS. The integrated spatial analysis is very valuable for research of forest fires. It has been taken into account the use and covering of land, anthropic factors, temperature, rainfall and water balance, climate-related factors, and hotspot recurrences detected for that area in the last 10 years, as historical-geographical factors. All the data were stored, elaborated and modeled in Spring/INPE software. It has been found from the seasonal dynamics in the areas of forest fire risk in Nhecolândia subregion, correlation with climate variables of that area, which characterize the cycles of floods and droughts. Yet, as a practice of local livestock, it has been verified the increase in the number of hotspots in those areas with high risk of fires.

**Keywords:** Susceptibility to fire, risk, cultural practice, use of land.

## 1. Introdução

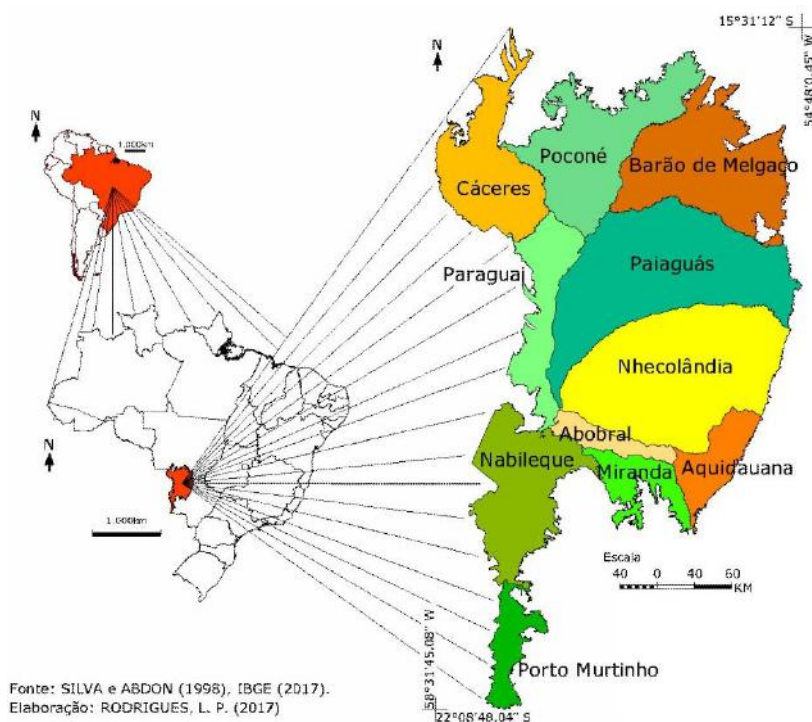
O Pantanal Mato-Grossense é considerado a maior planície alagada contínua do mundo, com aproximadamente 140.000 km<sup>2</sup> em território brasileiro, localizados nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Encontra-se no alto curso do rio Paraguai com altitude entre 90 a 200m, sendo considerada uma imensa área de sedimentação e inundação cuja fonte provém do planalto que o circunda (Souza e Souza, 2010). Silva e Abdon (1998) calcularam com precisão a área em 138.183 km<sup>2</sup>, dos quais 48.865 km<sup>2</sup> (35,36%) estão no Mato Grosso e 89.318 km<sup>2</sup> (64,64%) no Mato Grosso do Sul, tornando-o a maior planície inundável da Terra.

Está região reúne um mosaico de diferentes ambientes e abriga uma rica biota terrestre e aquática. O frágil equilíbrio dos ecossistemas pantaneiros, definidos por dinâmicas de inundações periódicas, está sendo ameaçado pelas novas tendências de desenvolvimento econômico. Os modelos tradicionais de pesca e pecuária estão sendo rapidamente substituídos pela exploração intensiva, acompanhada de desmatamentos e alteração de áreas naturais (Brasil, 2007). O agronegócio da pesca e da pecuária tem sido conduzido em base empírica, em função do não entendimento da dinâmica das inundações (Padovani, 2010).

O Pantanal foi dividido em 11 sub-regiões, conforme Silva e Abdon (1998), e a sub-região denominada Pantanal da Nhecolândia (**Figura 1**), objeto de estudo nesta pesquisa, ocupa 19,48% da área total do Pantanal, perfazendo uma área territorial de 26.921km<sup>2</sup>. Agrega área dos municípios de Rio Verde de Mato Grosso, Aquidauana e Corumbá-MS.

Neste contexto, a queima tem sido uma prática comum no Pantanal e seu uso tem sido adotado como elemento de manejo pelos produtores da região. As queimadas são práticas reguladas pelo IBAMA, na forma de Lei Federal, o Decreto nº 2261 de 08/07/1998 e no Mato Grosso do Sul pela Portaria nº 2, de 24/05/2002. Quando mau realizadas, aumenta-se o risco do desencadeamento de grandes incêndios florestais. Muitas vezes, fatores físicos, antrópicos e biológicos que facilitam a progressão do fogo são desconsiderados em sua aplicação.

A Embrapa Pantanal tem realizado um monitoramento dos focos de calor como atividade de pesquisa, associados e analisados conjuntamente com dados meteorológicos, porém, Silva et. all. (2010) alertam que região atualmente é carente de ferramentas práticas para quantificar o tamanho e a intensidade das áreas queimadas.



**Figura 1.** Localização da sub-região da Nhecolândia no contexto dos Pantanaís

O fogo é usado para fins diversos na agropecuária, como por exemplo, renovação de pastagens, preparo de plantios, preparo do corte manual de cana-de-açúcar, e desmatamentos (Justino et al., 2002). Nas últimas décadas, houve uma crescente preocupação com a preservação das florestas tropicais. Isto resultou da conscientização cada vez maior da sociedade sobre a importância da cobertura vegetal para a manutenção da vida no planeta, principalmente devido ao papel que ela desempenha na absorção de gás carbônico da atmosfera e liberação de oxigênio através do processo de fotossíntese, o qual é essencial para garantir a qualidade do ar que respiramos (França, Ferreira, 2005).

Dentre os principais problemas acarretados pelas queimadas está a destruição da cobertura vegetal, a destruição de húmus e morte de micro-organismos, destruição da fauna silvestre, especialmente de animais jovens, o aumento de pragas, a eliminação de sementes em estado de latência, a debilitação de árvores jovens suscetíveis a pragas e doenças, a diminuição da fertilidade do solo e seu ressecamento, e aceleração de processos erosivos com consequente assoreamento de lagoas, represas e rios (Silva, 1998).

A questão da queima controlada e incêndios na vegetação é atual em todo Brasil e mundo, onde temas relacionados as queimadas e incêndios e suas afinidades com as mudanças climáticas, seus efeitos sobre a biodiversidade pantaneira (flora, fauna e microrganismos do solo), à economia (diminuição de área pastejável pelos animais domésticos) e à saúde da população (problemas respiratórios em adultos e crianças) são constantemente debatidos pela comunidade científica (Rodrigues et al., 2002).

Pott (1982) citado por Crispim et al. (2003) explica que as queimadas são práticas comuns no Pantanal, sendo utilizada como instrumento importante para melhorar a qualidade da forragem produzida em sistemas de criação de gado extensivo. A queima é utilizada anualmente, de forma seletiva com o propósito de eliminar ou conter espécies indesejáveis e promover o rebrote das forrageiras de baixa aceitabilidade.

Para Barbour et. al. (1998) citado por Crispim et al. (2003) o uso estratégico do fogo apresenta algumas vantagens para as pastagens nativas, melhora a composição botânica das

pastagens, a qualidade da forragem, reduz a competição com os arbustos, além de parasitas e doenças endêmicas dos animais.

Pesquisas vem obtendo com sucesso a identificação de áreas com potencial e probabilidade da ocorrência de incêndios, servindo de instrumento viável ao combate a queimadas descontroladas. São empregados métodos de mapeamento de risco de incêndios envolvendo a análise de fatores constantes e variáveis, os quais afetam diretamente o fenômeno. Desta forma são mapeados aspectos inerentes a vegetação, relevo, uso e cobertura da terra, precipitação, vias de acesso, povoados, dentre outros (Chuvienco & Congalton, 1989; Ferraz & Vettorazzi, 1998; Prudente, 2010).

A análise espacial integrada é muito valiosa para a pesquisa de incêndios florestais. O sensoriamento remoto fornece informações da vegetação, enquanto o processamento de dados em sistemas de informações geográficas tornou possível criar modelos de risco de incêndio (Chuvienco & Congalton, 1989).

## **2. Objetivo**

Elaborar uma cartografia espacial e sazonal do risco de incêndios florestais na área da sub-região da Nhecolândia, Pantanal de MS.

## **3. Materiais e Métodos**

Foram consideradas na determinação de locais potenciais a ocorrência de incêndios florestais cinco variáveis fundamentais. Estas variáveis foram determinadas a partir de propostas metodológicas de Chuvienco & Congalton (1989), Ferraz & Vettorazzi (1998) e Prudente (2010) e especificamente levam em consideração o Uso e cobertura da terra, fatores antrópicos; temperatura, pluviosidade e balanço hídrico, fatores relacionados ao clima; e recorrência de focos de calor dos últimos 10 anos detectados para a área, como fatores histórico-geográficos. Todos os dados foram armazenados, elaborados e modelados no software Spring/INPE.

### **Determinação dos fatores antrópicos**

Os dados de uso e cobertura da terra levam como referência mapeamento disponibilizado pelo Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL) oriundos do Projeto GeoMS (Silva et. al., 2011<sup>a</sup> e 2011<sup>b</sup>) para o ano de 2007, com uma adequação nos dados para a classificação nível II da proposta. Uma análise sobre imagem do satélite Landsat 8, sensor OLI, órbita/ponto 226/73 e 225/73, de 28/08/2017 e 22/09/2017, nas bandas do Vermelho, IV Próximo e IV Médio, com os respectivos comprimentos de onda de 0,64 – 0,67  $\mu\text{m}$ , 0,85 – 0,88  $\mu\text{m}$  e 1,57 – 1,65  $\mu\text{m}$  foi realizada para atualização das classes de uso e cobertura da terra. A partir da segmentação da imagem fração solo (MLME), NDWI e NDVI, realizou-se a classificação híbrida e o cruzamento matricial para a elaboração do mapa de uso e cobertura da terra em 2017.

### **Determinação dos fatores relacionados ao clima**

Tomou-se como fatores do clima os dados de temperatura, pluviosidade e balanço hídrico, disponíveis em Rodela e Queiroz Neto (2006), Soriano (2012) e Soriano et. all. (2017), que consideram dados da estação meteorológica da Fazenda Nhumirim, Embrapa Pantanal, bem como dados de normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2009).

## Determinação de fatores histórico-geográficos

Um mapa de densidade de focos de calor com o acumulado mensal de 10 anos foi elaborado a partir da função estimador de densidade de Kernel. Os focos de calor são disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais através do Banco de dados de queimadas em formato *shapefile*. No software Spring/INPE utilizou-se uma função de Kernel quártico, para se obter uma estimativa da intensidade do padrão de pontos de focos de calor para a área, utilizando largura de banda de 10km.

## Determinação do mapa de risco de incêndio florestal

A equação de risco de incêndio florestais envolve, desta forma, os mapas de uso e cobertura da terra em 2017, os *hotspots* de focos de calor, dados de temperatura, pluviosidade e balanço hídrico. Estes mapas modelam o risco para a área a partir da ponderação dos temas e suas respectivas classes temáticas, conforme sua contribuição ao risco de incêndio florestal.

**Tabela 1.** Pesos atribuídos às categorias avaliadas em relação ao risco de incêndio

Hotspots de focos de calor		Balanço Hídrico		Temperatura (°C)		Precipitação (mm)		Uso e cobertura da terra	
Classe	Peso	Classe	Peso	Classe	Peso	Classe	Peso	Classe	Peso
Reduzida	1,0	Retirada	1,0	19	1,0	< 90	3,0	LVAA	0,0
Baixa	1,5	Reposição	1,0	21	1,5	120	2,0	ATEA	2,0
Média	2,0	Déficit	3,0	23	2,0	160	1,5	ATEG	2,5
Alta	2,5	---	---	25	2,5	> 200	1,0	VCA	1,0
Muito alta	3,0	---	---	27	3,0	---	---	FPA	1,0
---	---	---	---	---	---	---	---	CHAC	1,5
---	---	---	---	---	---	---	---	CERRA	2,0
---	---	---	---	---	---	---	---	CERRG	3,0
---	---	---	---	---	---	---	---	ANTR	3,0

LVAA - Lagoas, Vazantes e áreas úmidas; ATE - Área de Tensão Ecológica ou contatos florísticos (A) Extrato arbóreo (G) Extrato gramíneo e arbustivo; VCA - Vegetação Ciliar; FPA - Formações Pioneiras; CHAC - Savana Estépica (Chaco); CERRA - Savana Cerrado (A) Extrato arbóreo (G) Extrato gramíneo e arbustivo; ANTR - Áreas Antrópicas. Org. pelo autor.

A equação final do risco de incêndio aplicada será:

$$RI = 0,10FC + 0,15BH + 0,20T + 0,25P + 0,30USO, \text{ onde:}$$

RI = Risco de incêndio florestal

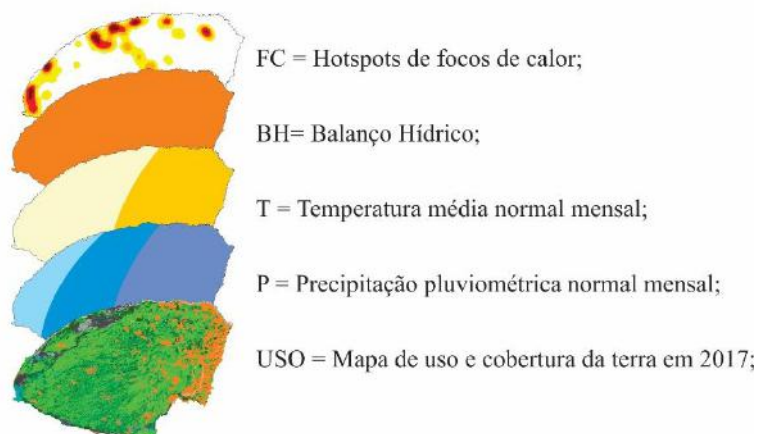
FC = Hotspots de focos de calor;

BH= Balanço Hídrico;

T = Temperatura média normal mensal;

P = Precipitação pluviométrica normal mensal;

USO = Mapa de uso e cobertura da terra em 2017;

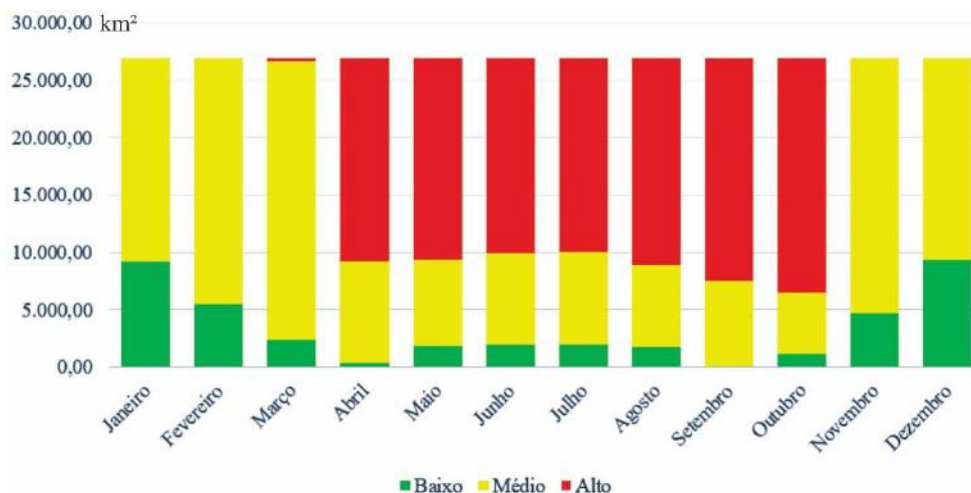


**Figura 2.** Mapas utilizados na determinação do risco de incêndio florestal (org. pelo autor).

O resultado foi fatiado em 3 classes temáticas, considerando o risco baixo, médio e alto em relação a deflagração de incêndios florestais e representado por um mapa temático.

#### 4. Resultados e Discussões

As queimadas no centro-oeste do Brasil são predominantes entre os meses de julho a outubro (Freitas et al., 2005), mesmo período observado por Justino et al. (2002). Segundo estes autores são neste período que ocorrem os menores valores de precipitação na parte central do País. Nestas condições, parte da vegetação perdem as folhas, reduzindo a evapotranspiração, expondo o dossel à penetração da radiação solar, secando gravetos, galhos e folhas, e aumentando a flamabilidade da floresta.



**Figura 3.** Área (km<sup>2</sup>) com risco de incêndios florestais para a sub-região da Nhecolândia.

Na sub-região da Nhecolândia, a maior concentração de ocorrências de incêndios se dá entre os meses de agosto e novembro, principalmente em agosto e setembro, onde ocorrem os mais baixos índices de umidade relativa, concomitantemente com os maiores valores de velocidade do vento. Existe uma forte correlação entre ocorrência de grandes incêndios e prolongados períodos de seca (Soriano, 2012).

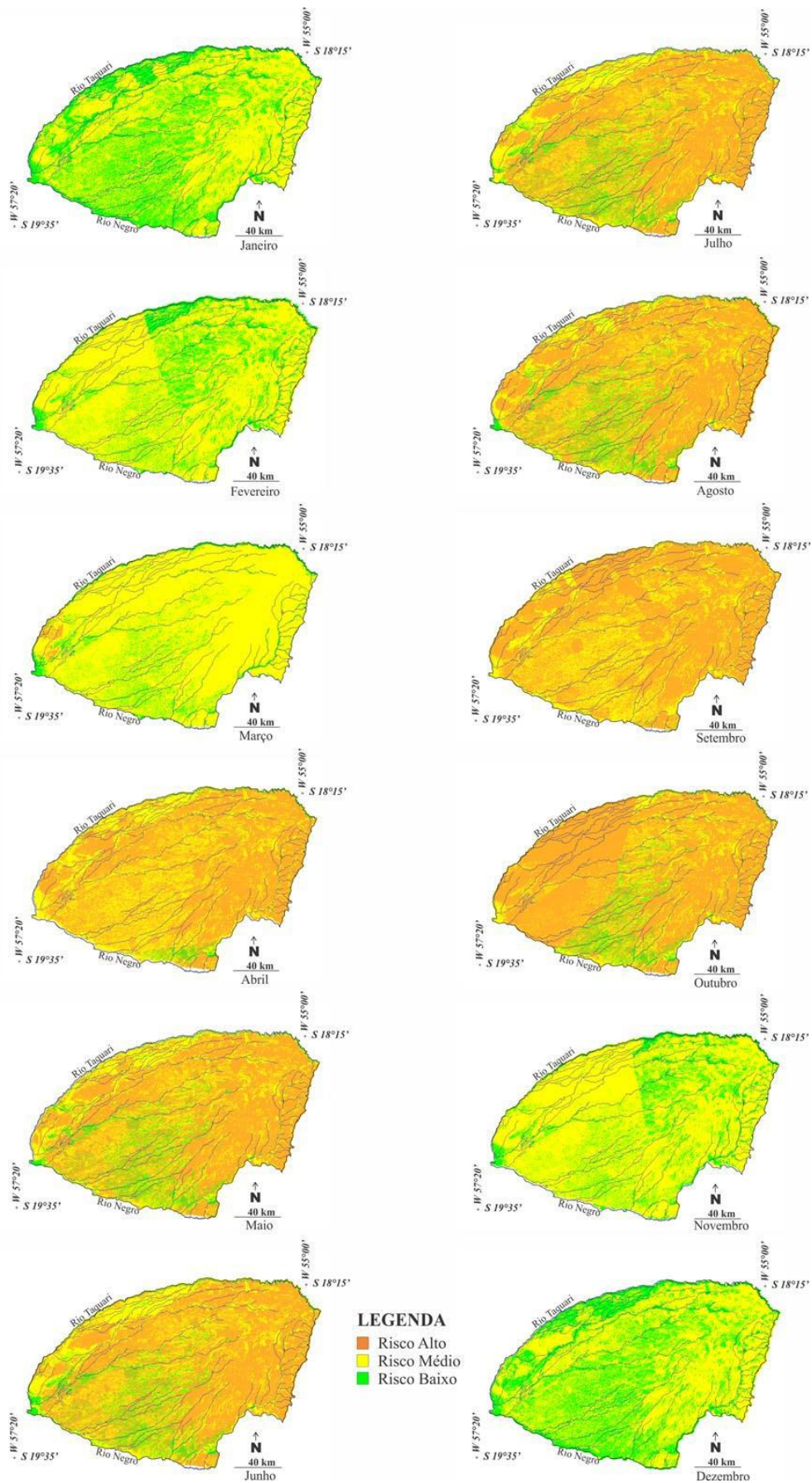


Figura 4. Mapas de risco de incêndio florestais mensais para a sub-região da Nhecolândia

Devido a estacionalidade na produção de pastagem e consequente queda da qualidade, os pecuaristas utilizam-se da queimada, concentrada no final do período seco, com o intuito de eliminar a “macega” e produzir forragem de boa qualidade para os animais (Crispim et. all., 2006).

Além da influência do clima no aumento dos incêndios, outro fato importante é a grande quantidade de material combustível em algumas fitofisionomias, que associado à longa estiagem e baixos índices de umidade relativa do ar favorece grandes incêndios (Soriano, 2012).

Ao analisarmos os resultados encontrados para a sub-região da Nhecolândia (**Figura 3 e 4**), verifica-se que nos meses de novembro a março o predomínio das classes de baixo e médio risco a incêndios florestais, com destaque em todo período para áreas de médio risco que ocupam maior parte da área, principalmente nas proximidades da Serra de Maracaju, a leste, e a noroeste nas proximidades do Rio Taquari. Neste período totalizaram 890 focos de calor. Estas mesmas áreas, no período de abril a outubro se caracterizam pelo alto risco. Em relação a área total das classes analisadas neste período, 77% se enquadraram como de médio risco e 23% como sendo de baixo risco.



**Figura 5.** Fogo em área de cerrado no Pantanal na Nhecolândia (setembro de 2017)

Na porção sudoeste, entre novembro e março predomínio de classes médio e baixo risco, com destaque para esta última classe. Nesta região a manutenção de vegetação mais densa e grande número de lagoas e áreas úmidas podem ser fatores redutores de risco. Ainda, conforme Soriano (2012), de outubro a março ocorrem cerca de 80% do total médio anual das chuvas na região.

As chuvas acarretam respostas rápidas na umidade do solo e ao levantamento do nível freático (Rodela e Queiroz Neto, 2006), onde o maior excedente hídrico ocorre no mês de janeiro (95,4 mm), seguido de março (27,2 mm) e de dezembro (25 mm). Nesses meses a oferta pluviométrica supera a demanda atmosférica (Soriano, 2012), contribuindo na diminuição da área da classe considerada de alto risco, bem como do número de focos de calor. Neste trabalho verificou-se que 28% da área foram enquadradas como de médio risco e 5% baixo risco.

A concentração dos focos no período analisado ocorre na porção noroeste da Nhecolândia, notadamente em áreas de Savana-Cerrado e de Tensão ecológica. Nessa região as cheias regulares ocorrem devido ao extravasamento do Rio Taquari. Há sempre material vegetal acumulado após o período da cheia, de forma que, o uso do fogo para o manejo de áreas pastoris é uma constante, que pode estar associado ao baixo nível tecnológico das propriedades.



De abril a outubro foram contabilizados 5569 focos de calor na sub-região. Este período foi caracterizado por Rodela e Queiroz Neto (2006) como sendo de final das cheias, baixa pluviosidade e seca. Soriano et. all. (2012, 2017) caracterizou este período como sendo de estiagem, de abril a setembro, ainda, onde verificou-se que a deficiência hídrica totalizou 254 mm, sendo mais pronunciada nos meses de agosto (53 mm), setembro (59,4 mm) e outubro (45 mm). Os autores associam esses resultados aos altos valores de evapotranspiração. Nas análises verificamos que 67% da área se caracterizaram como de alto risco neste período notadamente seco. Crispim et. all. (2009) afirma que pela alta quantidade de material morto as fitofisionomias estudadas são áreas potenciais para incêndios no Pantanal, principalmente no mês de setembro, devido a disponibilidade de matéria seca e a pouca e irregular distribuição das chuvas associada à baixa umidade relativa do ar.

## 5. Conclusões e sugestões

Verificou-se na dinâmica sazonal das áreas de risco de incêndios florestais para a sub-região da Nhecolândia, correlação com as variáveis climáticas da área, que caracterizam os ciclos de secas e cheias. E, como prática da pecuária local. Áreas com alto risco de incêndios ocupam maior parte da Nhecolândia nos meses onde têm se verificado o aumento no número de focos de calor.

As queimadas e incêndios florestais são anualmente realizadas em nosso Estado. Desta forma os resultados encontrados contribuirão de forma relevante ao debate acerca das vantagens/desvantagens e problemas decorrentes. A apresentação de forma espacial e integrada dos fatores ligados à questão das queimadas e incêndios florestais facilita a análise, uma vez que a escassez de mapeamentos é uma realidade no Brasil e no Pantanal. Os resultados ao serem publicitados, poderão ser utilizados em campanhas de sensibilização a prática das queimadas com a população envolvida.

## 6. Agradecimentos

Apoio financeiro Governo do Estado de Mato Grosso do Sul, FUNDECT/CAPES, Edital 072/2016 Biota-MS Ciência e Biodiversidade.

## 7. Referências

Abdon, Myrian de Moura; Silva, João dos Santos Vila da; Souza, Íris de Marselhas e; Romon, Vanessa Trevisan; Rampazzo, Juliana; Ferrari, Diego Luís; Análise do desmatamento no bioma Pantanal até o ano 2002. **Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.293-301.

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro, IBGE, 2006.

Brasil. **Biodiversidade do Cerrado e Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação** / Ministério do Meio Ambiente. – Brasília: MMA, 2007. 540 p.: il. color. (Série Biodiversidade 17)

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Pantanal**. Abril de 2001.

Câmara, G; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J. “Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling”. **Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun., 1996.

Chuvieco, E.; Congalton, R. G. Application of Remote Sensing and Geographic Information Systems to Forest Fire Hazard Mapping. **Remote Sensing of Environment**, v. 29, p. 147-159, 1989.

Crispim, S. M. Araújo; Cardoso, E. L.; Rodrigues, C. A. Gonçalves; Barioni Júnior, W. Composição Química da Matéria Seca de um Campo de Pastagem Nativa submetido a queima, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** (2003) 11(3): 157-162

Crispim, S. M. Araújo; Fernandes, F. Antonio; Cardoso, E. Luís; Branco, O. Domingos. Cobertura do solo e frequência de espécies em pastagem nativa após queima, Pantanal-MS. **Circular Técnica 65**, Corumbá-MS, dezembro de 2006.

Crispim, Sandra Mara Araújo; Santos, Sandra Aparecida; Soriano, Balbina Maria Araújo; Branco, Oslain Domingos. Fitofisionomia Vegetais e incêndios no Pantanal. **Comunicado Técnico 81**. Corumbá-MS, Dezembro de 2009.

França, Daniela de Azeredo & Ferreira, Nelson Jesus. Considerações sobre o uso de satélites na detecção e avaliação de queimadas. **Anais... XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Goiânia. Brasil, 16-21 de abril de 2005, INPE, p. 3017-3023.

Freitas, Saulo R.; Longo, Karla M.; Dias, M. A. F. Silva; Dias, P. L. Silva. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. **Estudos Avançados**, 19 (53), 2005.

Inpe. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Queimadas**. Acesso em <https://goo.gl/jk6uFd>. 2018.

Inmet. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Normais Climatológicas do Brasil 1961 – 1990. Brasília-DF, 2009.

Justino, Flavio Barbosa; Souza, Solange Silva de & Setzer, Alberto. Relação entre “focos de calor” e condições meteorológicas no Brasil. **Anais... XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Foz de Iguaçu-PR, 2002, 2086-2093.

Padovani, Carlos Roberto. **Dinâmica Espaço-temporal das inundações do Pantanal**. Tese. USP, Piracicaba, 2010.

Rodela, Luciana Graci; Queiroz Neto, José Pereira de; Estacionalidade do clima no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. **Anais... 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.126-135.

Rodrigues, Cristina Aparecida Gonçalves; Crispim, Sandra Mara Araújo; Comastre Filho, José Aníbal. **Queima Controlada no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002.

Silva, Ariadiny Monteiro da; Silva, João dos Santos Vila da; Ferrari, Diego Luis; Lamparelli, Rubens Augusto Camargo. Vegetação Natural e área antrópica em Mato Grosso do Sul até o ano de 2002. **Anais... 3º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Cáceres-MT, 16-20 de outubro de 2010. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 391-400.

Silva, João dos Santos Vila da; Abdon, Myrian de Moura. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.33, Número Especial, p.1703-1711, out. 1998.

Silva, J.S.V. ; Pott, A.; Abdon, M. de M.; Pott, V. J.; Santos, K. R. dos. **Projeto GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2011a. 64 p.

Silva, J.S.V.; Speranza, E.A.; Vendrusculo, L G.; Esquerdo, J. C. D. M.; Mauro, R. DE A.; Bianchini, S. L.; Florence, R. de O. **Projeto GeoMS: melhorando o sistema de licenciamento ambiental do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2011b. 64 p

Silva, Romildo Gonçalves da. **Manual de prevenção e combate aos incêndios florestais**. Brasília: IBAMA, 1998, 80p.

Soriano, Balbina Maria Araújo. **Zoneamento do risco de incêndio para o Pantanal Sul-Matogrossense**. [Tese] UFGD, 2012, 110.

Soriano, Balbina Maria Araújo; Padovani, Carlos Roberto; Fernandes, Fernando Antônio; Fernandes, Ana Helena B. M. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos no Pantanal da Nhecolândia, Brasil. **Anais... Congresso Brasileiro de Agrometeorologia (20.: 2017; Petrolina, PE; Juazeiro, BA)**. 2017.

Souza, Célia Alves de; Souza, Juberto Babilônia de. Pantanal Mato-Grossense: origem, evolução e as características atuais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros - Seção Três Lagoas-MS**, nº11, Ano 7, 2010).