

# DETERMINAÇÃO DA ÁREA QUEIMADA NO PANTANAL DA NHECOLÂNDIA NO ANO DE 2017

Jorge Willian Francisco de Souza<sup>1</sup>

Emerson Figueiredo Leite<sup>2</sup>

**Resumo:** Este trabalho objetivou-se mensurar as áreas queimadas no Pantanal da Nhecolândia no ano de 2017. Foram utilizadas imagens do sensor OLI do satélite Landsat-8, posteriormente analisadas no procedimento de classificação de imagens, pelo *software* Spring/INPE. A partir do reconhecimento e vetorização das cicatrizes de queimadas, foram elaborados mapas e realizados cálculos para a identificação espacial e a quantidade significativa de perda de área florestada, através de queimadas na sub-região da Nhecolândia. A delimitação da área foi 1.471 km<sup>2</sup>, onde o mês de setembro teve maior registro de focos e conseqüentemente áreas queimadas, devido a baixa precipitação e elevadas temperaturas, além da baixa umidade do solo. Em comparação ao ano de 2007 foi observado expansão territorial da área antrópica, atribuída ao crescimento das atividades agropastoris. Estes estudos podem indicar riscos de incêndios ao apontar espacialmente áreas com particular sensibilidade ao fogo fornecendo subsídios para a gestão e o ordenamento dos espaços.

**Palavras-chave:** Sensoriamento remoto, Fogo, Bioma Pantanal.

## Introdução

A queimada no bioma Pantanal tem sido uma prática comum por pecuaristas da região, uma vez que, pode ser utilizada em fins agropastoris, ou como contribuição na regeneração de pastagens, bem como na retirada de cobertura morta sobre o solo e redução de parasitas e doenças endêmicas dos animais. Diante destas ações, as alterações na paisagem tornaram-se perceptíveis ao longo dos anos. A preocupação com os efeitos da queimada na paisagem já vem sendo descrita a algum tempo. Coutinho (1980) destacou alguns fatores do efeito da recorrência de queimada sobre a vegetação, tais como: a aceleração da produtividade primária das espécies, a aparência anã de determinados indivíduos arbóreos adultos e a vegetação que apropria - se da característica tipicamente caducifólia, devido a perda simultânea das folhas.

No final da década de 1980, através de meios midiáticos, tornou-se público a elevada quantidade de focos de calor, por meio de áreas queimadas, analisadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), evidenciando a falta de estrutura

governamental na prevenção e combate a incêndios florestais. Devido a isso, em 10 de abril de 1989, o Poder Público juntamente com o apoio do Comando do Corpo de Bombeiros, sancionou o Decreto nº 97.635, criando o Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PREVFOGO). Por conta da magnitude e dos transtornos incalculáveis causados pelos incêndios florestais, o PREVFOGO, antes mesmo do sancionamento do novo Código Florestal, foi elevado ao nível de Centro Especializado, por meio da Portaria nº 85, de 19 de julho de 2001 (IBAMA, 2017).

O centro especializado como o PREVFOGO e algumas instituições públicas como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), têm por objetivo, estabelecer o controle sobre incêndios florestais utilizando-se de métodos e serviços diversos, como por exemplo, o sensoriamento remoto - uma ferramenta de pesquisa empregada na detecção e mensuração de focos de calor - e seus resultados tem obtido o alcance almejado, por conta da eficiência na obtenção e captação dos dados, sem a necessidade de um contato físico entre o sensor e a superfície terrestre. Deste modo, o sensoriamento remoto auxilia na compreensão da dinâmica do 'desflorestamento' e do uso da terra, além de oferecer um panorama temporal das recorrências de queimadas. Ainda, o INPE fornece em sua plataforma de dados, o *shapefile* mensal dos focos de calor, detectados por sensores em satélites que monitoram as queimadas em todo o território brasileiro (FRANÇA & FERREIRA, 2005; FLORENZANO, 2007).

No âmbito do combate de incêndios florestais, utiliza-se inúmeros sistemas de detecção, tais como: terrestres, fixos, aéreos, sistema de televisão e sistemas integrados. Atualmente, é crescente o uso de satélites com imagens de alta e média resolução, que fornecem dados mais detalhados sobre os focos de calor, um exemplo, é o Landsat TM "*Thematic Mapper*", onde o reconhecimento do tipo de vegetação que foi consumida pelo fogo, é prontamente distinguida por inspeção visual ou pela classificação digital da imagem (SANT' ANNA et al., 2007).

Embora existam diversos estudos sobre queimadas e incêndios em diversas fitofisionomias (BATISTA, 2004; FRANÇA et al., 2005; MORELLI et al., 2008) são poucos os trabalhos que visam o conhecimento do comportamento das queimadas em distintas épocas e quais os fatores que contribuem de maneira significativa para recorrência temporal, especialmente no Pantanal.

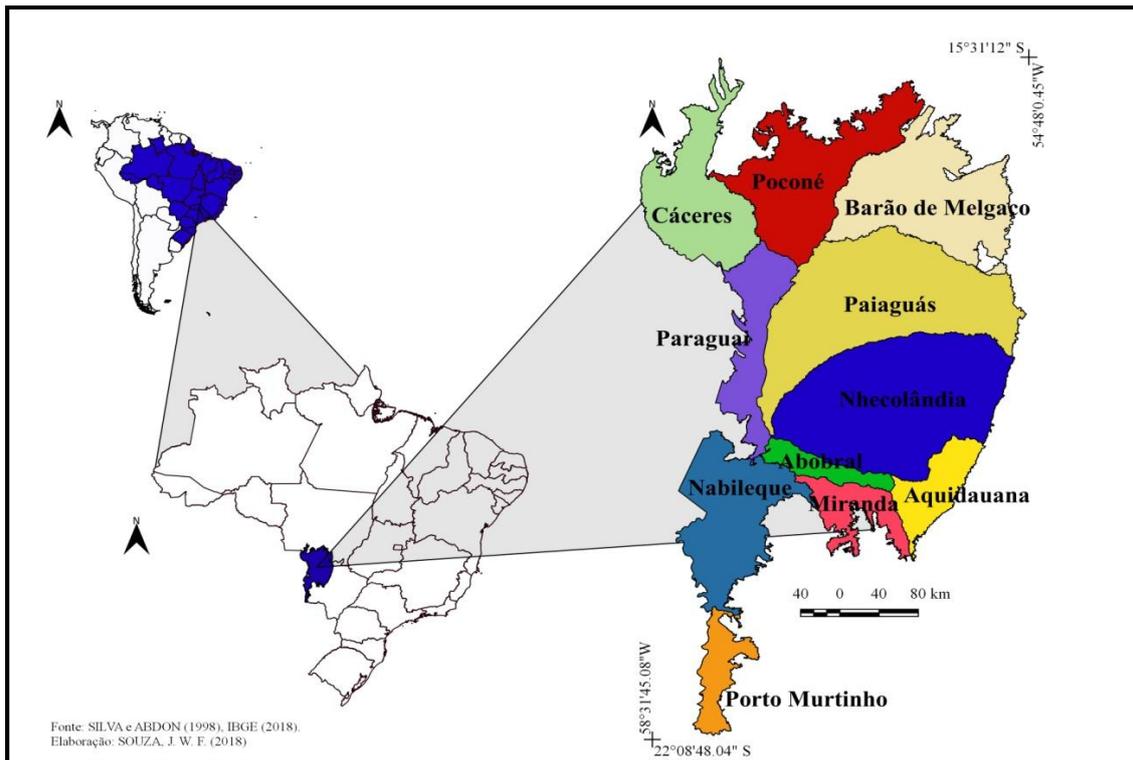
Portanto, o objetivo deste estudo foi a determinação da área queimada no Pantanal da Nhêcolândia, no período seco em 2017, através de sensoriamento remoto, fornecendo um panorama no monitoramento e comportamento dos focos de queimada.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O Pantanal, um bioma de fauna e flora característica, é considerado Patrimônio Nacional declarado pela Constituição Brasileira de 1988 (BRASIL, 2017), Patrimônio Natural Mundial pela Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (MMA, 2016) e Reserva da Biosfera (HARRIS et al., 2005). Salvo que, o bioma é uma área de grande deposição de sedimentos, compreendendo 153.000 km<sup>2</sup>, além de ser uma região de clima estacional com um regime de distribuição sazonal de chuvas, está inserido na bacia do alto Paraguai, com 65% de seu território localizado no estado de Mato Grosso do Sul e 35% no Mato Grosso (ADÁMOLI, 1982; ASSINE, 2004; ABDON & SILVA, 2006; IBGE, 2012).

Em consequência da biodiversidade e por ser um dos principais biomas brasileiros, o Pantanal abriga em sua composição diversos pantanais, cada um com suas características próprias, subdivididos em 11 sub-regiões (Figura 1). A sub-região da Nhecolândia, área de estudo deste trabalho, delimita-se ao norte pelo rio Taquari e ao sul pelo rio Negro, a leste pelo Planalto de Maracaju, e a oeste pelo Rio Paraguai, abrangendo os municípios de Rio Verde de Mato Grosso, Aquidauana e Corumbá - MS. Compreendendo 26.921 km<sup>2</sup> ou 19,48% da área do Pantanal (SILVA & ABDON 1998; SAKAMOTO et al., 1996; RADAMBRASIL, 1982).



**Figura 1.** Localização e sub-regiões do Pantanal brasileiro (Silva e Abdon, 1998).

#### Metodologia para o processamento de imagens e elaboração dos mapas

Inicialmente realizou-se o pré-processamento, que consiste em corrigir distorções das imagens e posteriormente as etapas de realce, mosaicagem, equalização e classificação das imagens (FLORENZANO, 2011). O Realce aplicado nas imagens de satélite, consiste em melhorar a qualidade visual e contribui no desenvolvimento do trabalho de interpretação. A ampliação linear de contraste, foi o tipo de realce empregado neste trabalho, é uma técnica simples e eficiente para destacar objetos e feições, consistindo em expandir o histograma original da imagem, com o intuito de redistribuir os dados que se concentravam num pequeno intervalo para todo intervalo disponível (FLORENZANO, 2011). Foram utilizadas 2 cenas obtidas no período de estiagem (junho a setembro), referentes às órbitas/pontos: 225/73 e 226/73 do OLI/Landsat-8, disponibilizadas pelo *United States Geological Survey* (USGS) na internet, com resolução de 30 metros, utilizou-se as bandas 4, 5 e 6 associando cada uma delas as respectivas cores B(*blue*), G(*green*) e R(*red*).

Ainda, no pré- processamento, as imagens foram mosaicadas, ou seja, uniram-se as duas cenas para que se obtivesse uma única imagem da área de estudo. Mosaicando as imagens, pode-se observar uma tonalidade desigual na resolução espacial entre as cenas, isto ocorre, pois as mesmas foram obtidas em diferentes datas por um mesmo

sensor (multitemporais) (FLORENZANO, 2011). Por este motivo, aplicou-se o procedimento de equalização das imagens, de acordo com Rosseti (2007), a equalização tem por finalidade tornar mínimas as diferenças entre os níveis de cinza e igualar as características de contraste tonal entre elas. Por fim, utilizou-se o método híbrido de classificação, inicialmente a classificação supervisionada *pixel a pixel* (Max – ICM) e posteriormente a edição matricial, para classificar as áreas que não foram reconhecidas no processo de classificação.

A etapa visual da classificação supervisionada relaciona uma interação do analista com a localização espacial das amostras de classes de interesse (NOVO, 2010). O treinamento empregado pelo analista ao *software* consiste no reconhecimento da assinatura espectral de cada uma das classes por ele previamente selecionadas da área imageada (MOREIRA, 2011). Florenzano (2011) salientou que este método estabelece um canal dinâmico entre o analista e o *software*, pois, as amostras também denominadas de áreas de treinamento, são delimitadas na imagem a priori pelo analista, com base no conhecimento sobre a área de estudo.

A análise das amostras é obtida através do algoritmo classificador Maxver – ICM (*Iterated Conditional Modes*). Segundo Novo (2010), este algoritmo considera não somente o pixel atribuído a classe, mas leva em consideração a informação de sua vizinhança. Após classificar as imagens, realizou-se a edição matricial, que representa um nível superficial composto por linhas e colunas (conjunto de pontos conectados), correspondente ao atributo investigado, essas linhas poligonais têm por finalidade armazenar informações sobre o atributo que esta associado a ela (MOREIRA, 2011). Neste caso, utilizou a edição matricial, que tem por finalidade refinar os resultados das cicatrizes de queimada. O cálculo das áreas, em km<sup>2</sup>, de uso e classes de solo, vegetação, cicatrizes de queimada e água foram obtidos através da ferramenta medida de classes que integra o menu do *software Spring 5.3*.

Para este estudo foram consideradas as imagens de satélite dos meses de junho a setembro, tomando como base a disponibilidade para o *download* das imagens do ano de 2017 através do site do INPE. Nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, outubro, novembro e dezembro foram registradas imagens com alta cobertura por nuvens e diante disso, este período foi representado apenas com a quantidade de focos de calor disponível na internet através da plataforma BDQUEIMADAS. Ainda, utilizou-se para esta pesquisa o sensor passivo OLI, que não tem a soberania de registrar

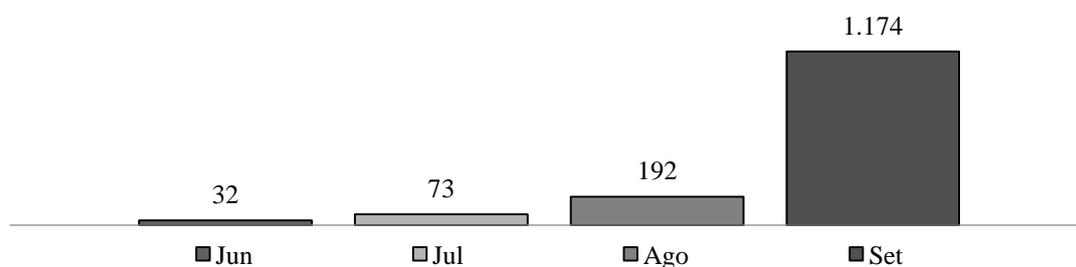
o alvo ou área com precisão caso tenha obstáculos, neste caso nuvens (MOREIRA, 2011).

Rodela e Neto (2007) com dados de 29 anos (1977 a 2005) de informações sobre as condições climáticas (precipitação e temperatura do ar) no Pantanal da Nhecolândia, caracterizaram como: período chuvoso (novembro a março), períodos intermediários (abril/maio, sendo que a umidade no solo pode permanecer até junho, e setembro/outubro, sendo que o solo pode permanecer muito seco até outubro) e período de seca (junho a agosto/setembro).

Sopesando o estudo de Rodela e Neto (2007) bem como a disposição das imagens de satélite em 2017 pelo INPE, este estudo foi subdividido em duas épocas denominadas de período chuvoso (junho a setembro) e período seco (outubro a maio), sendo que no período seco do ano foram quantificados as áreas queimadas e elaborados os mapas de uso do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

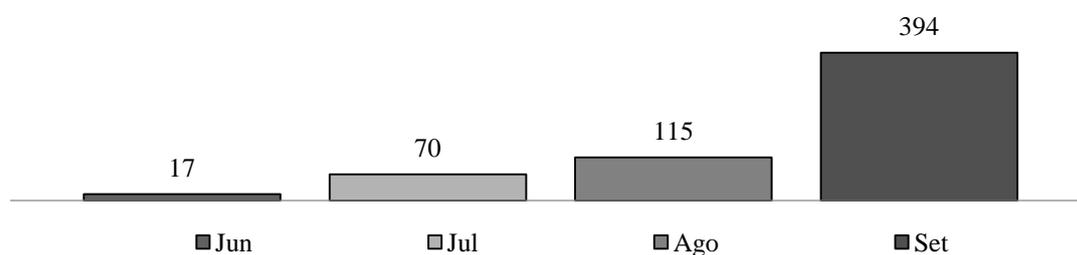
O mapeamento das áreas queimadas nos meses de junho a setembro (período seco), totalizou 1.471 km<sup>2</sup> e teve incidência de 596 focos de calor sendo superior ao período chuvoso, com 244 focos de calor.



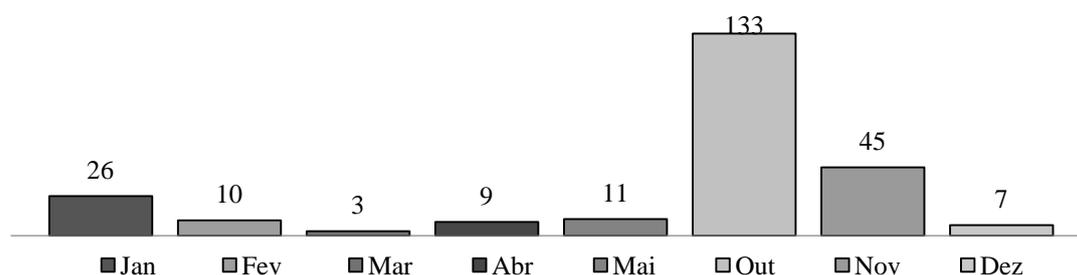
**Figura 2.** Área queimada por km<sup>2</sup> no pantanal da Nhecolândia nos meses secos em 2017.

A quantidade de focos de calor nos meses de 2017, subdivididas em época seca (junho à setembro) e chuvosa (outubro à maio), são mostrados nas Figuras 3 e 4. O maior índice da recorrência de focos e áreas queimadas, no mês de setembro, ocorreu devido a ampla fragmentação na paisagem geográfica da sub-região, por consequência da apropriação devida ou indevida do homem na área. Ainda em setembro, em virtude das altas temperaturas e a baixa umidade relativa do ar, a Coordenadoria de Defesa Civil do Estado, divulgou o registro do menor índice de umidade (9%) na região do Pantanal,

situação considerada crítica, pois contribuiu para o aumento das áreas queimadas (Governo do Estado do Mato Grosso do Sul, 2017).



**Figura 3.** Quantidade de focos de calor registrados nos meses secos, em 2017.



**Figura 4.** Quantidade de focos de calor registrados nos meses chuvosos, em 2017.

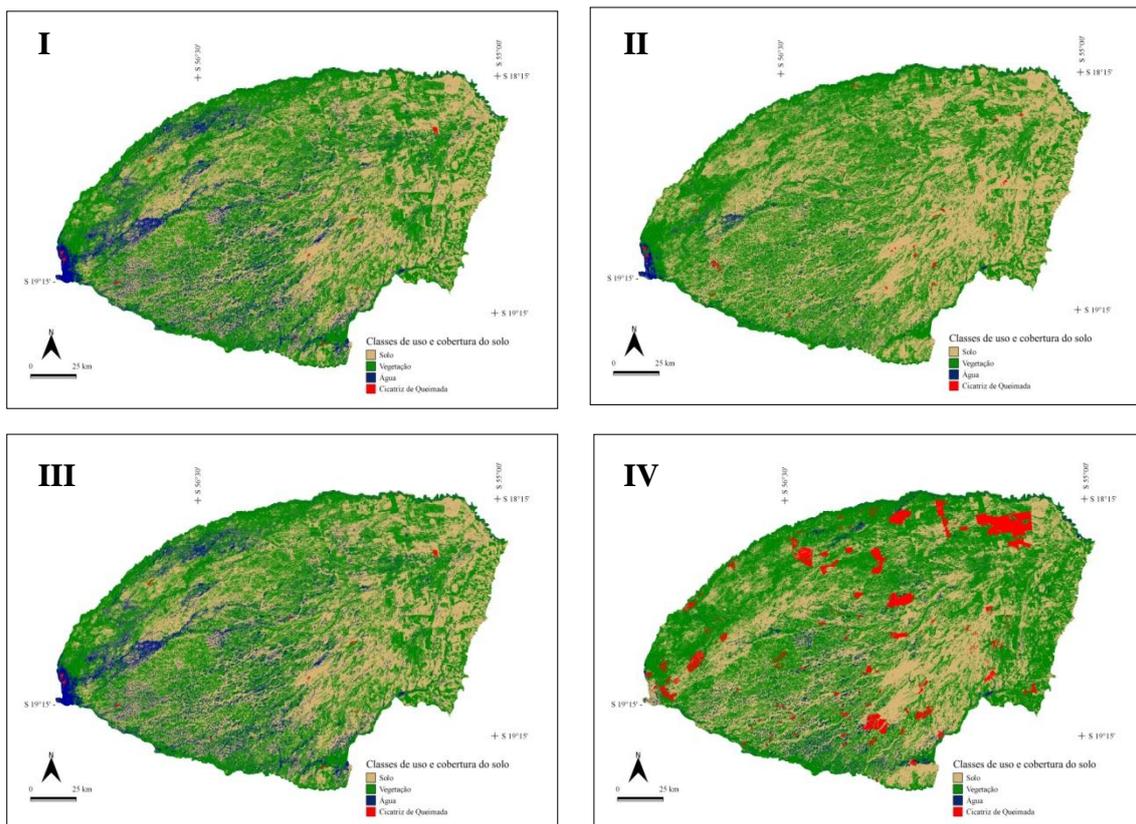
As principais causas responsáveis pela discrepância na quantidade de focos de calor captados pelo sensor e as diferentes extensões de áreas queimadas discriminadas pelo produto são: antrópica, que engloba queima para limpeza em operações florestais e agropecuárias; e as condições climáticas do local influenciam diretamente na propagação do fogo, uma vez que longos períodos de estiagem contribuem no aumento a probabilidade de ignição e facilita o potencial da propagação de incêndios, podendo afetar também o teor de umidade na vegetação viva e do material combustível morto (SOARES; BATISTA, 2007).

Observa-se na Figura 5 (I, II, III e IV) o mapeamento da classe de uso do solo, tais como, cicatrizes de queimada, solo, água e vegetação que compõem o espaço geográfico do pantanal da Nhecolândia obtida a partir da classificação supervisionada.

Sob a perspectiva de variáveis meteorológicas, a precipitação pluviométrica é a que tem maior importância, uma vez que dificulta, ou mesmo torna impossível o início e a propagação do fogo (BATISTA, 2000). Este fato, pode justificar a menor recorrência de queimada nos meses de junho e julho (Figura 5 - I e II) o qual caracteriza o fim da cheia no bioma (RODELA & NETO, 2007) observado pelo do alto índice de

água na planície, e como consequência as taxas de umidade do solo, dificultando o início da ignição do material combustível (SOARES; BATISTA, 2007).

Comparando os dados desta pesquisa, com o mapa de uso e cobertura da terra do pantanal da Nhecolândia segundo GeoMS em 2007, foi observado que após 10 anos, a recorrência de queimadas ocorreu predominantemente nas regiões de Savana Cerrado-S, uma vez que esta é a maior região compreendendo aproximadamente 74% da área total da sub-região (199.850,931 km<sup>2</sup>) que é distribuída do alto pantanal no sentido leste até o baixo no sentido sudoeste e que tem por característica a dominância compartilhada da sinússia arbórea e da sinússia herbácea. Também foram observados focos de queimadas nas áreas de tensão ecológica ou contatos florísticos-Sn, que corresponde a 16.172,35 km<sup>2</sup>, totalizando 6% da área e também, na região considerada área antrópica-AA que engloba 39.952,62 km<sup>2</sup> com aproximadamente 15% da área. A expansão territorial notada pelo crescimento da área antrópica-AA, pode ser atribuído ao avanço das atividades agropastoris na região.



**Figura 5.** Mapa da área com classes de uso e cobertura do solo referente aos meses de junho, julho, agosto e setembro de 2017, respectivamente.

## CONCLUSÕES

O método utilizado para realizar a determinação das áreas queimadas na sub-região, mostrou-se eficaz apenas quando há disponibilidade de imagens nítidas para realizar o ordenamento das classes. A delimitação da área, no período de seca, foi 1.471 km<sup>2</sup>, onde o mês de setembro teve maior registro de focos e conseqüentemente áreas queimadas, devido provavelmente a estiagem no período, ou seja, baixa precipitação pluviométrica e elevadas temperaturas, além da baixa umidade do solo. Esta pesquisa mostra as áreas queimadas no Pantanal da Nhecolândia e sua extensão no período seco do ano de 2017. Estudos como este trazem a tona a problemática crescente e recorrente de áreas queimadas, portanto mais estudos seriam necessários para melhor compreender os diferentes fatores envolvidos na dinâmica e na recorrência de queimadas.

## REFERÊNCIAS

- Abdon, M.M.; Silva, J.S.V. Fisionomias da vegetação nas sub-regiões do Pantanal Brasileiro. São José dos Campos: INPE; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária. 2006. CD-Rom. ISBN: 85-17-00028-5, 85. Disponível em <http://www.dsr.inpe.br/publicações>.
- Adámoli, J. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados: discussão sobre o conceito "Complexo do Pantanal". In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32., 1981, Teresina. Anais... Teresina: Sociedade Botânica do Brasil, 1982. p.109-119.
- Assine, M.L. A bacia sedimentar do pantanal mato - grossense. In MANTESSO NETO, V; BARTORELLI, A; CARNEIRO, C, D, R; NEVES, B, B, D, B. Geologia do Continente Sul - Americano - Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: BECA, 2004. P. 61 - 74.
- Batista, A. Detecção de incêndios florestais por satélites. Revista Floresta 2004; 34(2):237-241.
- Batista, A. C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. Floresta 30 (1/2): 45- 54. 2000.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). O bioma e suas florestas [2016]. Disponível em: < <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/os-biomas-e-suas-florestas?print=1&tmpl=component>>. Acesso em: 07 dez. 2017.
- Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado)> Acesso em 10 jul. 2017.
- Coutinho, L. M. As Queimadas e seu Papel Ecológico, In. BRASIL FLORESTA, v.10 n°. 44- outubro/novembro/dezembro - 1980. p. 7-23.
- França, A. D.; Ferreira, J. N. Considerações sobre o uso de satélites na detecção e avaliação de queimadas. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. Anais...Goiânia: INPE, 2005. p. 3017-3023.
- Florenzano, T. G. Iniciação em Sensoriamento Remoto. Editora Oficina de Textos, 2011 – São Paulo - 3ª Edição Ampliada e Atualizada.

- Harris, M.B.; Tomas, W.M; Mourão, G.; Silva, C.J. DA; Guimarães, E.; Sonoda, F. & Fachim, E. 2005. Desafios para proteger o Pantanal brasileiro: ameaças e iniciativas em conservação. *Megadiversidade*, 1(1): 156-164.
- Inpe. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Catálogo de Imagens. Disponível em <<http://www.inpe.br/>> Acesso em 9 jul 2017.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: IBGE- Diretoria de Geociências, 2012. 271p. (Manuais Técnicos de Geociências, 1).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro, n. 1, ed. 2, 2012.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro, n. 1, ed. 2, 2012.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Queima Controlada. Brasília. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/incendios-florestais/queima-controlada>>. Acesso em: 22 mar. 2017.
- Miettinen, J. Burnt area in insular Southeast Asia using medium resolution satellite imagery. *Dissertationes Forestales* 45. 45p. 2007.
- Ministério do Meio Ambiente/GIZ. 1 a . Revisão Periódica da Reserva da Biosfera do Pantanal (2000-2015). Reserva da Biosfera do Pantanal. Brasília, DF.
- Moreira, M. A. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. 4. Ed. Atual. E ampl. – Viçosa, MG : Ed. UFV, 2011.
- Morelli, F.; Setzer, A.; Jesus, S.C. “Focos de Queimadas nas Unidades de Conservação e Terras Indígenas do Pantanal, 2000-2008”. *Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, 7-11 novembro 2009, Embrapa Informática Agropecuária/INPE*, p.505-515.
- Novo, Evlyn M. L. de Moraes Sensoriamento remoto: princípios e aplicações/ Evlyn M. L. de Moraes Novo. – 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010.
- Portal do Governo de Mato Grosso do Sul. Disponível em <<http://www.ms.gov.br/umidade-do-ar-chegara-ao-estado-de-emergencia-no-pantanal-na-quinta-feira/>> Acesso em 08 dez 2017.
- Rodela, L. G.; Neto, J. P. Q. Estacionalidade do Clima no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil; *Revista Brasileira de Cartografia* No 59/01, Abril, 2007. (ISSN1808-0936)
- Sakamoto, A. Y.; Queiroz-Neto, J. P.; Fernandes, E. & Lucati, H.M., 1996, Topografia de lagoas salinas e seus entornos no Pantanal de Nhecolândia-MS. *In: II Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal - manejo e conservação. Anais. Brasília, Embrapa.*
- Sant’ Anna, S.M.C ; Fiedler, C.N ; Minette, J.L. Controle de Incêndios Florestais. - Alegre, ES: Os Autores, 2007. 152 p.
- Silva, J. dos S. V. da; Abdon, M. de M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.33, Número Especial, 1998.
- Soares, R. V.; Batista, A. C. Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba: UFPR, 2007.