



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
CIÊNCIAS AMBIENTAIS

Ocorrência de Queimadas no Parque Nacional da Chapada
Diamantina

Nyanne Silva Benfica

Itapetinga– BA
Janeiro/2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

Ocorrência de Queimadas no Parque Nacional da Chapada
Diamantina

Autora: Nyanne Silva Benfica
Orientador: Prof. Dr. Danilo Paulúcio da Silva

“Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Área de concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento”

Itapetinga– BA
Janeiro/2019

631.4 B465o	<p data-bbox="422 674 746 712">BENFICA, Nayanne Silva.</p> <p data-bbox="518 734 1327 840">Ocorrência de Queimadas no Parque Nacional da Chapada Diamantina. – Nayanne Silva Benfica. – Itapetinga, BA: UESB, 2019.</p> <p data-bbox="443 840 497 878">40p.</p> <p data-bbox="422 907 1327 1075">Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, do Programa de Pós-Graduação <i>Stricto Sensu</i> em Ciências Ambientais, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) - <i>Campus</i> de Itapetinga; Área de concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento; sob a orientação do Prof. <i>D.Sc.</i> Danilo Paulúcio da Silva.</p> <p data-bbox="414 1108 1327 1276">1. Incêndios florestais – Meio ambiente e Desenvolvimento. 2. Sensoriamento remoto. 3. Unidade de conservação. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, <i>Campus</i> de Itapetinga. II. SILVA, Danilo Paulúcio (Orient.). III. Título.</p> <p data-bbox="1061 1310 1260 1348">CDD(21): 631.4</p>
----------------	--

Catálogo na Fonte:

Rogério Pinto de Paula – CRB 1654 – 5ª Reg.
Diretor da Biblioteca Regina Célia Ferreira Silva – BIRCEFS
UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramentos por Assunto:

1. Incêndios florestais – Meio ambiente e Desenvolvimento;
2. Sensoriamento remoto;
3. Unidade de conservação.

NAYANNE SILVA BENFICA

**“OCORRÊNCIA DE QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA
DIAMANTINA”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Itapetinga, BA. Área de Concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Aprovada em: 30/05/2018

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Danilo Paulúcio da Silva (Orientador/UESB)



Prof. Dr. Paulo Sávio Damásio da Silva (UESB)



Prof^a. Dr^a. Carolina Gusmão Souza (UESB)

RESUMO

Benfica, N. S. Ocorrência de Queimadas no Parque Nacional da Chapada Diamantina. Itapetinga – BA: UESB. 2017. (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais, Área de concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento).

Os incêndios florestais são uma das principais fontes de danos em florestas de todo o mundo. As consequências de um incêndio florestal são múltiplas, que vão desde os impactos sociais, econômicos aos ambientais. O Parque Nacional da Chapada Diamantina, unidade de conservação de proteção integral é de extrema relevância para a conservação da biodiversidade. Contudo, incêndios florestais ameaçam a biodiversidade. O uso do sensoriamento remoto, permite avaliação mais ampla sobre a distribuição e frequência de queimadas e incêndios florestais, o que permite abordagem sistemática em termos de gerenciamento e planejamento de ações preventivas e de controle do fogo. Nesse sentido, esse estudo teve como objetivo avaliar as ocorrências espaço-temporal das queimadas no Parque Nacional da Chapada Diamantina, no período de 2001 à 2016, mediante o uso do sensoriamento remoto e geoprocessamento. Para os anos em análise, 1280,22 km² foram atingidos por queimadas, com maiores eventos no último trimestre do ano, mais precisamente, no mês de novembro. Os anos mais críticos de ocorrência de queimadas foram 2008 e 2015.

Palavras-chave: Incêndios florestais, Sensoriamento remoto, Unidade de conservação.

ABSTRACT

Benfica, N. S. Occurrence of burnt areas in the Parque Nacional da Chapada Diamantina. Itapetinga - BA: UESB. 2017. (Dissertation - Master of Science in Environmental Sciences, Area of concentration in Environment and Development).

Forest fires are a major source of forest damage around the world. The consequences of a forest fire are manifold, ranging from social, economic and environmental impacts. The Chapada Diamantina National Park, an integral protection conservation unit, is extremely relevant for the conservation of biodiversity. However, forest fires threaten biodiversity. The use of remote sensing, combined with geoprocessing, allows a broader assessment of the distribution and frequency of forest fires and fires, which allows a systematic approach in terms of management and planning of preventive actions and fire control. In this sense, this study had the objective of evaluating the spatial and temporal occurrences of fires in the Chapada Diamantina National Park, from 2001 to 2016, through the use of remote sensing and geoprocessing. For the years under analysis, 1280.22 km² were affected by fires, with major events in the last quarter of the year, more precisely, in November. The most critical years of fires were 2008 and 2015.

Keywords: Conservation unit, Forest fires, Remote sensing.

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
1.INTRODUÇÃO	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 Parque Nacional da Chapada Diamantina	9
2.2 Variáveis intervenientes na ocorrência de queimadas.....	10
2.3 Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento no Monitoramento Queimadas	11
REFERÊNCIAS	15
CAPITULO I.....	19
Queimadas no Parque Nacional da Chapada Diamantina através de dados orbitais	
ABSTRACT	20
RESUMO	20
1.INTRODUÇÃO	21
2.MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1 ÁREA DE ESTUDO	22
2.2 PRODUTO DE ÁREA QUEIMADA MODIS MCD64A1	23
2.3 DADOS DE CHUVA	21
2.4 AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ÁREAS QUEIMADAS	21
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4. CONCLUSÃO	32
5. REFERÊNCIAS	33
ANEXO I.....	36

1.INTRODUÇÃO

O Parque Nacional da Chapada Diamantina é uma das unidades de conservação de proteção integral que se destaca em virtude de sua exuberância ecossistêmica. Sua fauna e flora constitui de grande variabilidade de espécies endêmicas e juntos destacam-se como uma biodiversidade pouco vista em demais parques nacionais (Brito et al., 2005; Pereira e Geise, 2009; Pirani e Conceição, 2007). Distribuído entre três biomas, dentre eles, Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga, o parque também é caracterizado por terras férteis e divide-se entre climas variados da região da Chapada Diamantina, entre localidades secas e outras úmidas (Rocha et al., 2005). A região tem sido apontada como apropriada para implantação de empreendimentos de grande porte de agropecuária, além de já existir pequenos usos extrativistas, podendo ser citados, pesca, extração de diamantes, turismo e também agropecuária (Paim et al., 2010).

A produção de sistemas agropecuários, tem impulsionado modificações na cobertura da terra, e, por conseguinte, gerado impactos ambientais em diversas localidades que possuem potencial de produção, não sendo diferente na região da Chapada Diamantina e parque nacional. Algumas alterações na paisagem podem ser associadas aos sistemas agropecuários, como desmatamentos, erosões, assoreamento e poluição dos rios em virtude de defensivos agrícolas utilizados na produção (Júnior et al., 2014; Carvalho e Nodari, 2007). Ainda assim, deve ser mencionado o potencial de impacto ambiental do manejo de terras com uso da prática de queimadas, relacionada aos sistemas de produção agropecuária. De maneira geral, as queimadas são utilizadas para o controle de pragas, limpeza de áreas para plantio e renovação de pastagens, entretanto, o uso da prática pode acarretar em acidentes, tomando proporções maiores do que previsto e devastar grandes áreas (Leonel, 2000).

As queimadas podem originar impactos ambientais em todas esferas, seja ambiental, social e econômica (Lopes, 2013). Ao nível ambiental o fogo pode destruir a fauna e flora, emitir gases nocivos como carbono e compostos nitrogenados e aumentar processos erosivos, visto que com a queima há retirada de cobertura vegetal (Fearnside, 2002). As queimadas também podem ocasionar impactos na vida humana, seja por meio da destruição de habitações circunvizinhas ou por partículas que são lançadas na atmosfera na queima, podendo provocar problemas na saúde humana (Martins, 2010). A nível econômico, muitas vezes lavouras e pastagens são queimadas devido à perda de controle do fogo (Lara et al, 2007). Não somente os impactos gerados, como também a frequência em que áreas são queimadas, precisam ser

analisadas, visto que podem acarretar em problemas críticos e de difícil regeneração do meio ambiente (Chen et al., 2017).

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO (2000), identificou em estudo que 350 milhões de hectares áreas foram queimadas de florestas em todo o mundo, uma área um pouco maior do que o todo o território da Índia. No Brasil, foram detectadas mais de 300.000 ocorrências de queimadas em 2010, sendo devastados cerca de 15 mil km² de florestas naturais (INPE, 2016). Dentre esses números, podem ser destacados parques nacionais que são áreas de proteção e frequentemente são afetados por queimadas (Aximoff e Rodrigues, 2011; Magalhães et al, 2011). Nesse sentido, estudos referentes a identificação de queimadas têm sido cada vez mais pertinentes, visto que possuem potencial de caracterização das áreas queimadas e fatores relacionados às ocorrências, sendo de extrema relevância para aferir sobre as possibilidades de gestão das áreas afetadas.

Além das ocorrências de queimadas ligadas ao manejo de terras, a distribuição de queimadas no Brasil também são fortemente associadas as condições climáticas (Caúla, 2015). A compreensão de fatores ambientais e antrópicos que contribuem para a ocorrência das áreas queimadas, juntamente ao conhecimento do espaço e tempo em que ocorrem, permitem melhorar o gerenciamento e a prevenção de ocorrências, assim como contribuir para subsidiar políticas públicas no planejamento territorial (Araújo, 2015).

O uso de geotecnologias, como o sensoriamento remoto, permite uma análise minuciosa no que diz respeito aos estudos de ocorrências de queimadas, visto que, é possível obter resultados acurados espaciais sobre a localização da ocorrência do fogo, locais críticos de recorrências de queima e variabilidade temporal, o que permite uma abordagem sistemática em termos de gerenciamento e planejamento de ações preventivas e de controle do fogo. Além do mais, melhores observações do comportamento do fogo e estimativas melhoradas de impactos por ele gerados, podem reduzir a incerteza e melhorar a previsão de *feedbacks* futuros (Mouillot et al., 2014). Nesse sentido, esse estudo tem como objetivo avaliar em escala espaço-temporal a ocorrência das queimadas no Parque Nacional da Chapada Diamantina, no período de 2001 à 2016, mediante o uso de imagens de sensoriamento remoto e técnicas geoprocessamento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Parque Nacional da Chapada Diamantina

O Parque Nacional da Chapada Diamantina foi criado a partir do Decreto nº 91.655, de 17 de setembro de 1985 no Estado da Bahia, com o objetivo de proteger amostras dos ecossistemas da Serra do Sincorá, na Chapada Diamantina em virtude de sua diversidade.

O parque nacional é constituído de floresta estacional, savana (cerrado), campo rupestre, floresta de galeria e savana estépica (caatinga), podendo se colocar em destaque quando comparado com demais parques nacionais, visto que tamanha condição de cobertura dificilmente pode ser encontrada. O parque também é composto por áreas de pecuária e de agricultura (Conservação Internacional, 2016).

A fauna e flora do parque é bastante diversificada, com elevado número de espécies endêmicas restrita a área geográfica, que inclui, aves, mamíferos, flores, em destaque a *Syngonanthus mucugensis*, espécie que tem grande relevância na economia local, também conhecida como sempre viva. A região possui áreas bem preservadas, contudo, atividades turísticas e extrativistas exercem forte pressão sobre o parque (MMA, 2007).

De acordo com o Plano de Manejo realizado em 2007, a exploração do parque está associada, geralmente, a atividades de pequeno porte, como a criação de animais, garimpo, turismo e agricultura familiar, essa última sendo maioria quando comparada com demais atividades. Em relação ao uso do fogo, a maioria das atividades fazem uso dessa prática. De modo geral, o fogo é utilizado para renovar pastagens, no manejo pré e pós-colheita, controlar pragas e limpeza de áreas tanto agrícolas como florestais (Redin et al., 2011). Entretanto, alguns fatores devem ser considerados, como intensidade e periodicidade do uso do fogo. Em muitas situações, pode-se perder o controle do uso do fogo e, assim, gerar grandes incêndios florestais.

Em relação aos incêndios florestais, pode-se dizer que os biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica têm sido afetados frequentemente. Em 2008, foram queimados cerca de 220.916 km² desses biomas, com destaque para o Cerrado, que corresponde 66% das áreas queimadas (INPE, 2018). O parque nacional encontra-se dentro do limite dessa múltipla vegetação que é queimada, portanto, identificar as localidades de ocorrência é fundamental para condicionar a tomada de decisão e controlar incêndios florestais.

2.2 Variáveis intervenientes na ocorrência de queimadas

Áreas queimadas podem ser associadas a fatores antrópicos. Localidades com predominância de atividades produtivas em que se usa da prática de queimadas como manejo de terras, são mais susceptíveis a perda de controle do fogo e conseqüentemente, perda de vegetação natural.

A magnitude de áreas queimadas, está intrinsecamente associada a alguns fatores, como característica e disponibilidade de biomassa e condições climáticas como chuva, umidade do ar, temperatura e velocidade do vento que tal localidade está submetida (Tansey et al., 2004).

A chuva é um dos fatores principais intervenientes na proporção e magnitude da área queimada (Mishra et al., 2015). Alterações na lâmina precipitada afetam diretamente na ocorrência de queimadas, durante condições de secas, se existir biomassa disponível, pode haver maior propagação do fogo. Entretanto, períodos prolongados de seca podem interferir na disponibilidade de biomassa, diminuindo a área total queimada (Scasta et al., 2016).

A relevância da umidade do ar está diretamente associada a umidade dos materiais combustíveis e ao risco de início da combustão (Soares e Batista, 2007). Em escalas de tempo, a umidade do combustível influencia a frequência de incêndios florestais, visto que quanto mais desidratadas estiverem a vegetação, mais propícias estarão suas respectivas biomassa à queima. (Meyn et al., 2007; Eastaugh e Hasenauer, 2014). O teor de água do material combustível é controlado principalmente por condições microclimáticas, temperaturas da superfície, umidade relativa, precipitação e radiação solar (Matthews, 2014).

Com o acréscimo da temperatura, aumenta-se o grau de combustibilidade dos vegetais, favorecendo a evaporação e reduzindo a umidade desses materiais, contribuindo assim, para condições mais favoráveis à manifestação do fogo. Todavia, é necessário que exista uma fonte de calor contínua capaz de elevar a temperatura dos materiais combustíveis até seu ponto de ignição. No caso da vegetação viva e verde, a fonte de calor terá de ser mais intensa a ponto de levá-la à desidratação e posteriormente à queima (Vasconcelos, 2008).

O vento é outra variável de grande importância, visto que ele promove um suprimento adicional de oxigênio, fazendo com que as chamas se alastrem com maior rapidez (Vasconcelos, 2008). Além de interferir nos processos de evaporação e evapotranspiração (Silva et al., 2005)

Além dos fatores climáticos, também é de grande relevância os efeitos topográficos na ocorrência e propagação de queimadas. A topografia afeta expressivamente as características

dos ventos, particularmente os ventos convectivos. Em encostas mais íngremes, a taxa de propagação do fogo aumenta, uma vez que as chamas descrevem uma trajetória com tendência a inclinarem-se para o solo e portanto, o efeito do vento pode fornecer calor ao processo de convecção para o fogo produzido (Esa, 2006).

2.3 Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento no Monitoramento Queimadas

Para Novo e Ponzoni (2001), o Brasil começou a investir em capacitação profissional para o uso do sensoriamento remoto no final da década de 1960, com a implantação do Projeto Sensoriamento Remoto no Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE. Em 1970 todas as atividades concentraram-se na recepção e utilização de imagens orbitais dos satélites da série Landsat. Contudo, o conhecimento disponível naquela época restringia-se à viabilização da identificação de feições específicas existentes na superfície terrestre, que, por sua vez, possibilitou a elaboração de mapas temáticos variados.

Em relação as queimadas, o monitoramento baseado em sensoriamento remoto e uso de produtos orbitais se torna imprescindível para ações de prevenção e combate à incêndios, uma vez que se pode conhecer a distribuição das áreas queimadas ao longo dos anos e, assim, atuar no planejamento estratégico com o desenvolvimento de metas, para possível controle e gerenciamento eficiente nos anos seguintes (Piromal et al., 2008; Prakash et al., 2011). Ressalta-se ainda, o baixo custo quando comparado a métodos tradicionais fotogramétricos com a utilização de fotografias aéreas (Rosendo e Rosa, 2005).

Há duas linhas de pesquisa relevantes para estudos de queimadas, uma delas envolve detecção das cicatrizes (áreas queimadas) e a outra detecção de focos de calor (temperatura da superfície acima de 47 graus) pelos sensores orbitais. Podem ser citados alguns satélites principais usados nesse tipo de estudo, tais como LANDSAT, CBERS, Resourcesat e os produtos do sensor MODIS. Cada um desses sistemas possui distintas características, de resolução espacial, temporal e espectral, as quais, por sua vez, interferem decisivamente na qualidade do dado e podem levar a superestimar (erro de comissão) ou subestimar (erro de omissão) da área queimada mapeada (Araújo, 2010). Neste estudo o sensor MODIS foi utilizado para determinação das áreas queimadas no PNCD, motivo pelo qual este será abordado com mais detalhes neste trabalho.

O sensor Spectroradiometer de Imagem de Resolução Moderada (MODIS) foi lançado em dezembro de 1999 a bordo do satélite Terra e também lançado em maio de 2002 a bordo do

satélite AQUA. O sensor MODIS faz parte do programa de observação da terra, chamado Sistema de Observação da Terra da NASA (EOS) e possui resolução temporal de 1 a 2 dias, adquirindo dados para 36 bandas espectrais (Tabela 1).

Tabela 1 – Especificações das bandas espectrais do sensor MODIS

Uso primário	Número da banda	Comprimento de onda central [nm]	Largura de banda [nm]	Resolução espacial [m]
Terra / Nuvem / Aerossóis / Limites	1	645	620 - 670	250
	2	858,5	841 - 876	
Propriedades de terra / nuvem / aerossóis	3	469	459 - 479	500
	4	555	545 - 565	
	5	1240	1230 - 1250	
	6	1640	1628 - 1652	
	7	2130	2105 - 2155	
	8	421,5	405 - 420	
	9	443	438 - 448	
Cor do Oceano / Fitoplâncton / Biogeoquímica	10	488	483 - 493	1000
	11	531	526 - 536	
	12	551	546 - 556	
	13	667	662 - 672	
	14	678	673 - 683	
	15	748	743 - 753	
	16	869,5	862 - 877	
	17	905	890 - 920	
Vapor de água Atmosférica	18	936	931 - 941	1000
	19	940	915 - 965	
Temperatura de superfície / nuvem	20	3750	3660 - 3840	1000
	21	3959	3929 - 3989	
	22	3959	3929 - 3989	
	23	4050	4020 - 4080	
Temperatura Atmosférica	24	4465,5	4433 - 4498	1000
	25	4515,5	4482 - 4549	
Nuvens Cirrus / vapor de água	26	1375	1360 - 1390	1000
	27	6715	6535 - 6895	
	28	7325	7175 - 7475	
Propriedades da nuvem	29	8550	8400 - 8700	1000
Ozônio	30	9730	9580 - 9880	1000
Temperatura de superfície / nuvem	31	11030	10780 - 11280	1000
	32	12020	11770 - 12270	
Altitude máxima da nuvem	33	13335	13185 - 13485	1000
	34	13635	13485 - 13785	
	35	13935	13785 - 14085	
	36	14235	14085 - 14385	

Fonte: (USGS, 2017).

As primeiras imagens do sensor MODIS foram coletadas em fevereiro de 2000 (satélite Terra) e gera até hoje uma série de produtos da superfície terrestre. A partir de cada banda e sua especificidade a respeito de seu comprimento de onda, as bandas são utilizadas para gerar diversos produtos, como o de uso do solo, evapotranspiração, temperatura da superfície terrestre, índices de vegetação, fogo ativo, área queimada e outros (USGS, 2017).

O produto do MODIS MCD64A1 de área queimada, é resultado do algoritmo aplicado nas imagens de resolução espacial de 500 metros. No algoritmo é usado um índice de vegetação sensível à queima derivado das bandas 5 e 7 de infravermelho e identificada a data de queima em cada célula da grade (Giglio et al., 2009). A nível global, bandas de infravermelho detectam claramente as mudanças do efeito do fogo (Edwards et al., 2013; Pleniou e Koutsias, 2013; Koutsias e Pleniou, 2015). A data é codificada em única camada de dados com o dia do ano em que a queima ocorreu (intervalo 1-366), com valor de 0 para pixels de terra não queimados e valores especiais adicionais reservados para dados perdidos e células de rede de água (Giglio et al., 2016).

O produto MODIS *Collection 6*, MCD64A1 é disponibilizado nos formatos HDF, GeoTIFF e Shapefile. O produto MCD64A1 possui melhorias em relação à coleção anterior MCD45A1. De modo geral, podem ser destacadas, a redução da omissão na detecção da área queimada, melhor detecção de pequenas queimadas, redução na incerteza temporal da data de gravação e redução significativa na ocorrência de células de grade não classificadas (Giglio et al., 2016).

Em todo o mundo, foram verificados estudos desenvolvidos a partir do produto de área queimada MCD64A1. Libonati et al., (2015) estudaram as queimadas no cerrado entre o período de 2005 e 2014 a partir dos produtos MODIS MCD64A1 e MCD45A1 e produto AQM (área queimada), desenvolvido para o bioma brasileiro. Verificaram que a variabilidade interanual das queimadas está intimamente relacionada ao regime interanual das chuvas e que o produto MCD64A1 possui vantagens em relação ao desenvolvido AQM, visto que 42% das comissões foram provenientes do AQM, com dificuldade principalmente em distinguir bordas de cicatrizes de células da grade completamente queimadas.

Ruiz et al. (2014) estudaram as áreas queimadas na floresta boreal norte-americana a partir dos produtos MCD45A1, MCD64A1, BA GEOLAND-2 e BA-LTDR e compararam os resultados com valores de referência do *Alaska Fire Service (AFS)* e *Canadian Forest Service National Fire Database (CFSNFD)*. Para o período entre 2001 e 2011 aproximadamente 28,56 milhões de hectares foram queimados. O MCD64A1 foi o produto

mais preciso, quando comparado com os produtos MCD45A1, BA GEOLAND-2 e BALTDR, uma vez que este estimou valor de áreas queimadas mais próximo do valor de referência.

Chen et al. (2017) estudaram os incêndios florestais na China a partir do produto MCD64A1 e verificaram que mais de dois terços da China continental é susceptível a incêndios. Também foi verificado alta incidência de incêndios em terras cultiváveis, localizadas no nordeste e leste da China, com diferentes características de sazonalidade do fogo.

Shi e Yamaguchi (2014) utilizaram o produto MCD64A1 para avaliar as emissões de gases do efeito estufa no sudeste asiático. O estudo abrangeu o período entre 2001 e 2010 e permitiu verificar que o pico de emissões nessa região varia entre janeiro à março e agosto à outubro, sendo que os anos de maiores emissões foram 2004, 2007 e 2010.

O uso do produto de área queimada do sensor MODIS fornece informações sobre a sazonalidade do fogo, a frequência de ocorrência, localização e quantificação da área queimada, o que é essencial para o desenvolvimento de políticas de gerenciamento ambiental (Ruiz et al., 2014)

REFERÊNCIAS

Aximoff, I. e Rodrigues, C. R. Histórico dos Incêndios Florestais no Parque Nacional do Itatiaia **Ciência Florestal**, v. 21, p. 83-92, 2011.

ARAÚJO, M, F. Avaliação das Áreas Queimadas no Bioma Cerrado: Proposições para o Monitoramento e Conservação. **Tese de Doutorado em Ciências Ambientais** - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. 143p.

ARAÚJO, M, F. Mapeamento de Áreas Queimadas no Bioma Cerrado a partir de Dados MODIS MCD45A1. **Dissertação de Mestrado em Geografia** - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. 103p.

BRITO, T. et al. O gênero *Bulbophyllum* Thouars (Orchidaceae) na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. v.28, n.3, p.423-439, 2005.

CAÚLA R. H; et al. Overview of Fire Foci Causes and Locations in Brazil Based on Meteorological Satellite Data from 1998 to 2011. **Environmental Earth Sciences**. v. 74. p. 1497–1508, 2015.

CARVALHO, E. B e NODARI, E. S. A Percepção na Transformação da Paisagem: Os Agricultores no Desflorestamento de Engenheiro Beltrão – Paraná, 1948-1970. **História**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 269-287, 2007.

CHEN, D; et al. Mapping Fire Regimes in China Using MODIS Active Fire and Burned Area Data. **Applied Geography**. v. 85, p. 14-26, 2017.

EASTAUGH, C. S. e HASENAUER, H. Deriving forest fire ignition risk with biogeochemical process modelling. **Environmental Modelling & Software**. v. 55, p.132-142, 2014.

EDWARDS, C. A.; et al. Spectral Analysis of Fire Severity in North Australian Tropical Savanas. **Remote Sensing of Environment**. v. 136, p. 56-65, 2013.

ESA - Ecological Society of America. Disponível em: <<http://www.esa.org/esa/wp-content/uploads/2012/12/fireecology.pdf>> Acesso em ago. 2016.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/013/i1881e/i1881e00.htm>> Acesso em ago. de 2016.

FEARNSIDE, M. P. Fogo e Emissão de Gases de Efeito Estufa dos Ecossistemas Florestais da Amazônia Brasileira. **Estudos Avançados**. v. 16, p. 99-123, 2002.

GIGLIO, L. et al. **Collection 6 MODIS Burned Area Product User's Guide Version 1.0**. 2016. 26p

GIGLIO, L.; et al. An active-fire based burned área mapping algorithm for the MODIS sensor. **Remote Sensing of Environment**, v. 113, p. 408-420, 2009.

IBAMA. 2007. Estatísticas Relativas às UC Federais. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br>>. Data de acesso: ago. de 2016

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/informacoes/perguntas-frequentes>> Acesso em set. de 2016.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em fev. de 2018.

JUNIOR, S. C. P et al. As Transformações da Paisagem na Unidade de Planejamento e Gerenciamento Ivinhema a partir da Expansão da Cana-de-açúcar. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas/MS**. v. 19. p. 28-55, 2014.

KOUTSIAS, N. e PLENIUO., M. Comparing the Spectral Signal of Burned Surfaces Between Landsat 7 ETM+ and Landsat 8 OLI Sensors. **International Journal of Remote Sensing**. v. 36, p. 3714–3732, 2015.

LARA, D. X. et al. Uso do Fogo em Propriedades Rurais do Cerrado em Cavalcante, GO. **Ciência Florestal**, v. 17, p. 9-15, 2007.

LEONEL, M. O uso do fogo: O Manejo Indígena e a Piromania da Monocultura. **Estudos Avançados**. v. 14. p. 1-20, 2000.

PEREIRA, G. e GEISE, L. Non-flying mammals of Chapada Diamantina (Bahia, Brazil). **Biota Neotropica**. v. 9, p. 185-196, 2009.

LIBONATI, R.; et al. An Algorithm for Burned Area Detection in the Brazilian Cerrado Using 4 µm MODIS Imagery. **Remote Sensing**.v.7, p. 15782-15803, 2015.

LOPES, L. S. Modelação do Risco e Dinâmica do Fogo para Apoio ao Planejamento e Gestão do Espaço Florestal: Caso de Estudo-Bacia Hidrográfica do Rio Estorãos. Dissertação de Mestrado em Gestão Ambiental e Ordenamento do Território – Instituto Politécnico de Viana Castelo, 2013. 135p.

MAGALHÃES, R. S. et al. Avaliação dos Incêndios Florestais Ocorridos no Parque Nacional Florestais Ocorridos da Serra da Canastra - Minas Gerais. **Ciência Florestal**. v. 21, p. 83-92, 2011.

MARTINS, S. D. R. **Incêndios florestais: Comportamento, Segurança e Extinção**. Dissertação de Mestrado Interdisciplinar em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos - Faculdade de Ciências, Coimbra, 2010. 96p.

MATTHEWS, S. **Dead Fuel Moisture Research: 1991–2012**. **International Journal of Wildland Fire**. v. 23, p. 78-92, 2014.

MEYN, A. Environmental Drivers of Large, Infrequent Wildfires: The Emerging Conceptual Model. **Progress Physical Geography**. v. 31, p. 287-312, 2007.

MISHRA, B. N. MODIS Derived Vegetation Greenness Trends in African Savanna: Deconstructing and Localizing the Role of Changing Moisture Availability, Fire Regime and Anthropogenic Impact. **Remote Sensing of Environment**. v. 169, p. 192-204, 2015.

MMA/Instituto Chico Mendes/IBAMA. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Chapada Diamantina**. Brasília-Brasil, 2007.

MORITZ, M. A.; et al., Learning to Coexist with Wildfire. **Nature**, v. 515, p 58 – 66, 2014.

MOUILLOT; F; et al. Ten Years of Global Burned Area Products from Spaceborne Remote Sensing—A Review: Analysis of User Needs and Recommendations for Future Developments. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**. v. 26, p. 64-79, 2014.

NOVO, E. M. L. e PONZONI, F. J. **Introdução ao sensoriamento remoto**. São José dos Campos, 2000. p 68.

PIROMAL, R. A. S.; et al. Utilização de Dados MODIS para a Detecção de Queimadas na Amazônia. **Revista Acta Amazonica**. v. 38, p. 77 – 84, 2008.

CONCEIÇÃO, A. A. e PIRANI, J. R. Diversidade em quatro áreas de campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: Espécies distintas, mas riquezas similares. **Rodriguésia**. v. 58 (1). p.193-206, 2007.

PLENIUO., M. e KOUTSIAS., N. Sensitivity Of Spectral Reflectance Values to Different Burn and Vegetation Ratios: A Multi-scale Approach Applied in Fire Affected Area. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**. v. 79, p. 199-210, 2013.

PRAKASH, A., et al. A Remote Sensing and GIS Based Investigation of a Boreal Forest Coal Fire. **International Journal of Coal Geology**. v. 86, p. 79–86, 2011.

PAIM, S. R. et al. Plano Territorial de Desenvolvimento Sustentável do Território Chapada Diamantina – Bahia. **Ministério de Meio Ambiente**, 2010.

REDIN, M.; et al. Impactos da Queima Sobre Atributos Químicos, Físicos e Biológicos do Solo. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, 2011.

ROCHA, W. et al. Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina. **Ministério do Meio Ambiente**, 436 p. Brasília, 2005.

RUIZ, M. A. J; et al. Burned Area Mapping in the North American Boreal Forest Using Terra-MODIS LTDR (2001–2011): A Comparison with the MCD45A1, MCD64A1 and BA GEOLAND-2 Products. **Remote Sensing**. v. 6, p. 815-840, 2014.

SCASTA, J. D; et al. Droughts and Wildfires in Western U.S. Rangelands. **Rangelands**. v. 38, p. 197-203, 2016.

SHI, Y. e YAMAGUCH, Y. SHI High-Resolution and Multi-Year Emissions Inventory for Biomass Burning in Southeast Asia During 2001–2010. **Atmospheric Environment**. v. 98, p. 8-16, 2014.

SILVA, B. D. L.; et al. Evapotranspiração do Capim Tanzânia Obtida pelo Método de Razão de Bowen e Lisímetro de pesagem. **Engenharia Agrícola**. v.25, p.705-712, 2005.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios Florestais: Controle, Efeitos e Uso do Fogo.** Curitiba, FUPEF. 2007.

TANSEY, K; et al. Vegetation Burning in the Year 2000: Global Burned Area Estimates from SPOT VEGETATION Data. **Journal of Geophysical Research.** v.109, p. 1-22, 2004.

USGS,U.S.Geological Survey. Disponível em:
<<https://eros.usgs.gov/sites/all/files/external/eros/about-us/fs20153081.pdf>> Acesso em ago. de 2017.

VASCONCELOS, D. **Zoneamento de Risco a Incêndios Florestais para o Morro do Cristo em Juiz de Fora – MG.** Universidade Federam de Juiz de Fora. Monografia. 2008. 121p.

CAPITULO I

Queimadas no Parque Nacional da Chapada Diamantina através de dados orbitais

Nyanne Silva Benfica

Danilo Paulúcio Silva

Rafael Delgado

Burned in the Chapada Diamantina National Park through orbital data

ABSTRACT

The frequency and distribution of fires in Brazil are strongly associated with climatic conditions. The increase in temperature and changes in seasonal and annual rainfall may lead to increased fire potential, since long periods of drought are able to increase the flammability of combustible materials and interfere with the size, severity and occurrence of fire. around the world. The present work had as objective to analyze in the space-time scale the burnings in the National Park of the Chapada Diamantina (PNCD), from the product MCD64A1 of the sensor MODIS and verify the variability of occurrence according to rains. The result showed that between 2001 and 2016, 1280, 22km² were affected by fires in the national park. In addition to the large burn events being preceded by periods of drought, it was also highlighted that the largest fire events occurred in the last quarter of the year, more precisely, in November. The most critical locations identified in this study are located in the western part, south of the national park, and to the north. The highest frequency of burnings are occupied by rupestrian field, followed by areas of secondary forests, savana and livestock.

KEYWORDS: Conservation unit, Forest fires, Modis.

Avaliação da ocorrência de queimadas no parque nacional da chapada diamantina

RESUMO

A frequência e distribuição de incêndios no Brasil são fortemente associadas a condições climáticas. O aumento da temperatura e mudanças nas chuvas sazonais e anuais, podem acarretar no aumento do potencial do fogo, uma vez que períodos longos de estiagem são capazes de aumentar a inflamabilidade dos materiais combustíveis e interferir no tamanho, na gravidade e na ocorrência de incêndios ao redor do mundo. O presente trabalho teve como objetivo analisar em escala espaço-temporal as queimadas no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD), a partir do produto MCD64A1 do sensor MODIS e verificar a variabilidade de ocorrência de acordo com chuvas. O resultado demonstrou que entre 2001 e 2016, 1280, 22km² foram atingidos por queimadas no parque nacional. Além dos grandes eventos de queimadas serem precedidos de períodos de estiagem, também foi destacado, que os maiores eventos de queimadas ocorreram no último trimestre do ano, mais precisamente, no mês de novembro. As localidades mais críticas identificadas nesse estudo, estão localizadas na parte oeste, ao sul do parque nacional e ao norte. A maior frequência de ocorrência de queimadas são ocupadas por campo rupestres, seguidos de áreas de florestas secundárias, cerrado e pecuária.

Palavras Chave: Incêndios Florestais, Modis, Unidade de conservação.

1.INTRODUÇÃO

O fogo é fator integrante de muitos ecossistemas globalmente e influencia a distribuição, a abundância, forma estrutural de determinadas espécies de plantas e comunidades vegetais (Bond e Keeley, 2005). Contudo, a intensidade e frequência do fogo pode desempenhar papel crítico na transformação do meio ambiente (Wu et al., 2015).

As ocorrências de incêndios florestais e a recorrências desses eventos, ameaçam a estabilidade de ecossistemas, visto que podem ocasionar efeitos que dificultam a regeneração e o reestabelecimento de florestas por anos (Barbosa e Fearnside, 2005; Blackham et al., 2014; Toriyama et al., 2014). Pode ser citado como efeito dos incêndios em florestas, a fragmentação florestal, capaz de alterar a dinâmica das populações e comunidades e afetar as interações tróficas (Laurance, 2009). Outra consequência preocupante, refere-se as emissões provenientes das áreas queimadas que consomem bilhões de toneladas de vegetação favorável a queima e liberam cerca de 1,5 a 3 PgC (petagramas de carbono) por ano, bem como outros compostos que afetam a composição e o funcionamento da atmosfera global e saúde humana (Werf et al., 2010).

A frequência e distribuição de incêndios no Brasil são fortemente associadas a condições climáticas (Caúla et al., 2015). O aumento da temperatura e mudanças nas chuvas sazonais e anuais, podem acarretar no aumento do potencial do fogo, uma vez que períodos longos de estiagem são capazes de aumentar a inflamabilidade dos materiais combustíveis e interferir no tamanho, na gravidade e na ocorrência de incêndios ao redor do mundo (Krawchuk et., 2009). Neste sentido, entender as interações fogo-clima é imprescindível para o gerenciamento eficiente e abordagens estratégicas para o controle de áreas queimadas (Whitlock, 2015) .

Métodos de detecção de incêndios florestais melhoram previsões de perigo para áreas vulneráveis à queima, trazendo grandes benefícios tanto do ponto de vista econômico e de segurança (Leblon, 2016). Dentre os métodos disponíveis para auxílio do gerenciamento de áreas susceptíveis a queimadas, bem como para o planejamento de práticas preventivas está o sensoriamento remoto. O uso do sensoriamento remoto é fundamental para estimativas de áreas queimadas e melhor compreensão a respeito dos fatores intervenientes.

Atualmente, dispõem-se de sensores de satélites que permitem o estudo detalhado sobre o comportamento do fogo em escalas espaciais e temporais, tais como MODIS; L3JRC; Globcarbon; GBS; GLOBSCAR. Trabalhos envolvendo mapeamento de áreas queimadas tem sido cada vez mais frequente, sendo a maioria dos estudos desenvolvidos a partir dos produtos MODIS, (Mouillot, 2014; Vivchar, 2010; Boschetti et al., 2008; Giglio et al., 2016; Araújo e

Ferreira, 2015). O uso dos produtos de área queimada do sensor MODIS fornecem informações sobre a sazonalidade do fogo, a frequência de ocorrência, localização e quantificação da área queimada, o que é essencial para o desenvolvimento de políticas de gerenciamento ambiental (Ruiz et al, 2014)

No nordeste, áreas queimadas são intensificadas devido ao clima seco ou secas severas prolongadas, além de incêndios criminosos, em particular, aqueles relacionados ao desmatamento e expansão da agricultura (Caúla et al., 2015). Poucos estudos foram realizados a respeito da magnitude de áreas queimadas e fatores intervenientes na ocorrência de queimadas no Parque Nacional da Chapada Diamantina. Portanto, o estudo teve como objetivo analisar em escala espaço-temporal as queimadas no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD), a partir de imagens do sensor MODIS.

2.MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Foi estudada neste trabalho a área do Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD), localizado no centro do estado da Bahia, no Brasil. A área do parque está inserida em territórios de seis municípios, Andaraí, Ibicoara, Itaetê, Lençóis, Mucugê e Palmeiras. O parque nacional possui área de 1520 km² e faz parte do grupo de áreas de proteção integral do país, cujo objetivo é proteger fauna e flora em virtude de sua grande relevância para a diversidade de espécies.

Em referência a cobertura do solo, encontram-se presente na área do parque: floresta estacional; savana (cerrado); campo rupestre; floresta de galeria e savana estépica (caatinga); áreas de pecuária e áreas de agricultura (Conservação Internacional, 2016) (Figura 1).

Quanto aos solos, na classe campo rupestre concentram-se os neossolos litólicos, caracterizado por solos pedregosos e rasos e são maioria na área. Fazem parte também os latossolos amarelos, localizados ao leste-sul e latossolos vermelhos com baixa predominância ao norte (IBGE, 2001). A maior parte dos solos do parque nacional são rasos e com baixa capacidade de armazenamento de água.

O clima se divide em tropical com inverno seco (Aw) ao norte do parque e ao sul em subtropical úmido com clima oceânico, sem estação seca e verão temperado (Cfb) (Alvares et al., 2013).

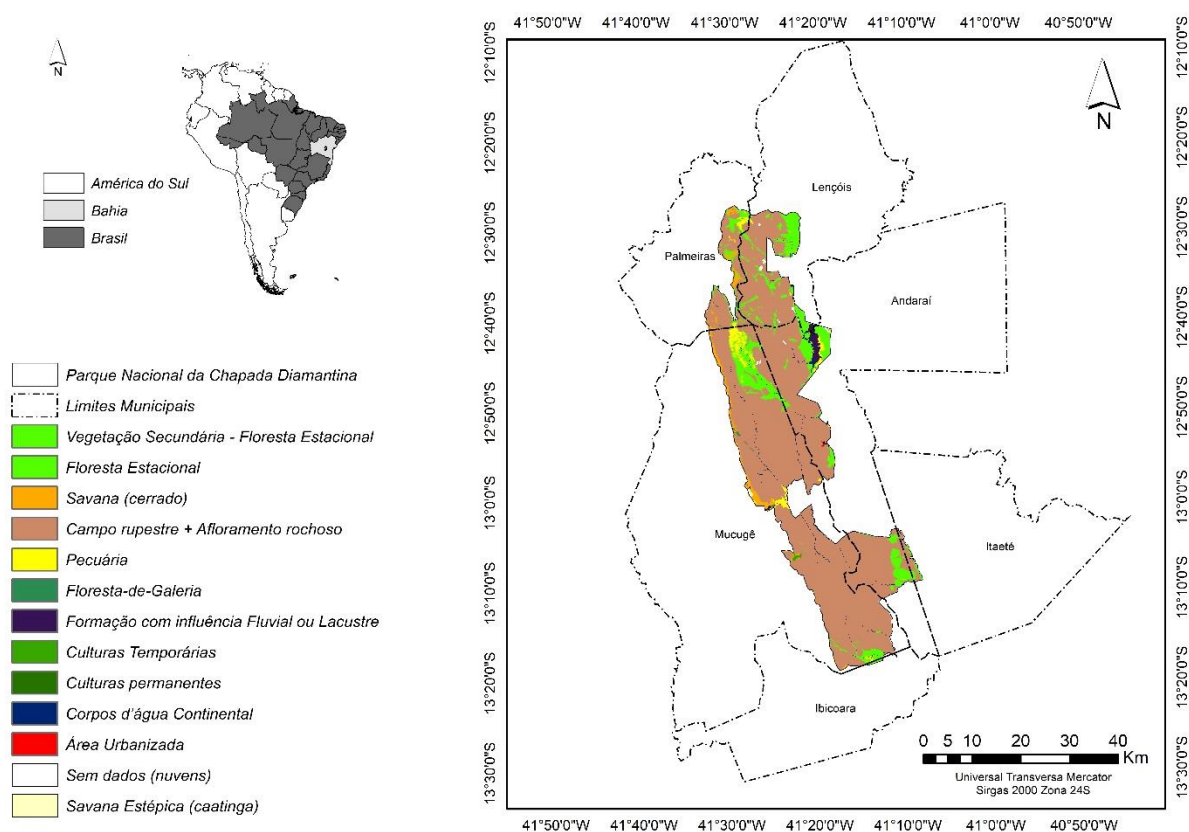


Figura 1. Localização e classes de cobertura do solo do Parque Nacional da Chapada Diamantina

Fonte: Conservação Internacional (2016).

2.2 Produto de área queimada MODIS MCD64A1

O produto de área queimada MCD64A1, é gerado mensalmente a partir da aplicação do algoritmo de mapeamento da área queimada em imagens de 500m de resolução espacial, juntamente com observações de fogo ativo de 1km do MODIS (Giglio et al., 2009). No algoritmo é usado índice de vegetação sensível à queima e identificada a data de queima em cada célula da grade. A data é codificada em uma camada de dados, chamada “Burn Date”, com o dia do ano em que a queima ocorreu (intervalo 1-366), valor de 0 para pixels de terra não queimados e valores adicionais reservados para dados perdidos e células de rede de água. O produto é disponibilizado nos formatos HDF, GeoTIFF e Shapefile (Giglio et al., 2016).

A coleção 6 MCD64A1 está globalmente disponível desde agosto de 2000 e atualmente é utilizada no âmbito da iniciativa Global Fire Emissions Database (GFED) visto as suas relevantes propriedades (Libonati et al., 2015). Além do mais, essa coleção apresenta melhorias quando comparada a anterior, MCD45. Em particular, melhor detecção de

pequenos incêndios e adaptabilidade a diferentes condições regionais em vários ecossistemas, (Fornacca et al., 2017), além da redução da omissão na detecção de área queimada, redução na incerteza temporal da data de gravação e redução significativa na ocorrência de células de grade não classificadas (Giglio et al., 2016)

As imagens do sensor são divididas por *tiles*, sendo à que contempla a área em estudo localizada na linha horizontal 13 e vertical 10. Os dados de áreas queimadas foram obtidos em dados hierárquicos (HDF) (NASA, 2017) e posteriormente processados com o MODIS Reprojection Tool (MRT), a fim de torná-los em formato GEOTIF e para converter o sistema de projeção sinusoidal Universal Transverse Mercator (UTM) para o World Geodetic System 84 (WGS 84). Em seguida, com o uso do software ArcGiS 10.6 foram realizados os recortes para possível uso do produto de áreas queimadas apenas para o Parque Nacional da Chapada Diamantina. De posse das áreas queimadas mensais que a NASA disponibiliza, foi obtida série histórica de áreas queimadas durante o período compreendido entre 2001 e 2016.

Visando à identificação de áreas mais críticas à ocorrência de queimadas, foi feita análise de recorrência de queimadas no PNCD. Para o cumprimento de tal objetivo foram considerados os mapas diários de áreas queimadas no parque e identificados áreas com ocorrência de sobreposição. Uma vez obtidos as áreas de sobreposição, foi realizada quantificação destas de forma a gerar mapa de número de ocorrência de queimadas.

Para verificar as coberturas de solo com maior ocorrência de áreas queimadas, o mapa de ocorrência foi sobreposto ao mapa de cobertura do solo disponibilizado pela Conservação Internacional.

2.3 Dados de chuva

Para análise do comportamento diário das chuvas, foram selecionadas duas estações, uma ao norte na cidade de Lençóis (código 83242) (BDMEP, 2017) e outra na região sul, na cidade de Itaetê (código 1240012) (ANA, 2017). Foram utilizados como critérios de escolha a disponibilidade de dados e representatividade de cada região (norte-sul). As áreas de influência de cada estação pluviométrica foram obtidas a partir do método dos polígonos de Thiessen.

2.4 Avaliação da ocorrência de áreas queimadas

A avaliação de ocorrência de queimadas ao longo do período analisado foi realizada inicialmente de maneira mais ampla a partir dos dados de áreas queimadas e lâminas

precipitadas acumulados plotados em Diagrama de Massas (Diagrama de Rippl). Esse tipo de diagrama é muito utilizado em estudos hidrológicos para análise de comportamento de chuva ou vazão. Neste trabalho o Diagrama de Massas foi adaptado para análise da ocorrência de áreas queimadas e lâmina precipitada, cujos dados foram acumulados diariamente e plotados em função do tempo.

As curvas apresentadas no Diagrama de Massas, por serem geradas a partir de dados acumulados, são sempre acedentes ou na horizontal. Quando a curva se apresenta de forma ascendente, significa que os dados, para dado período específico, são maiores que zero, ou seja, há ocorrências de queimadas e/ou chuvas. Quando as curvas estão na horizontal, significa que não há aumento dos valores das variáveis no tempo, ou seja, não há ocorrência de queimadas e, para curva que representa a precipitação, trata-se de um período de estiagem.

O Diagrama de Massas permite a rápida identificação da época de ocorrência e a magnitude de eventos críticos, que podem ser a queima de uma grande área, a ocorrência de alta lâmina precipitada ou períodos prolongados de estiagem. Os eventos de maior magnitude são identificados por aumentos bruscos na curva enquanto grandes períodos de estiagem são identificados pela permanência da curva da precipitação acumulada por longo período na horizontal. A partir do uso do Diagrama de Massas também é possível identificar a taxa com que os eventos ocorrem, em mm/dia para chuva (intensidade de precipitação) ou km²/dia para áreas queimadas.

3. Resultados e Discussão

3.1 Ocorrências de áreas queimadas entre o período de 2001 e 2016

As áreas queimadas e lâminas precipitadas diárias estão apresentadas na forma de Diagrama de Massas na Figura 1. Os valores se encontram acumulados de área queimada em função do tempo, no período compreendido entre 2001 e 2016. Apresenta-se ainda na figura, uma reta que representa a relação entre os totais acumulados e o tempo (período) em análise. Essa reta, serve de referência para identificação de períodos em que a lâmina precipitada foi superior ou inferior a média do período, correspondendo, respectivamente, a trechos de maior e menor declividade quando comparado com a declividade da lâmina média.

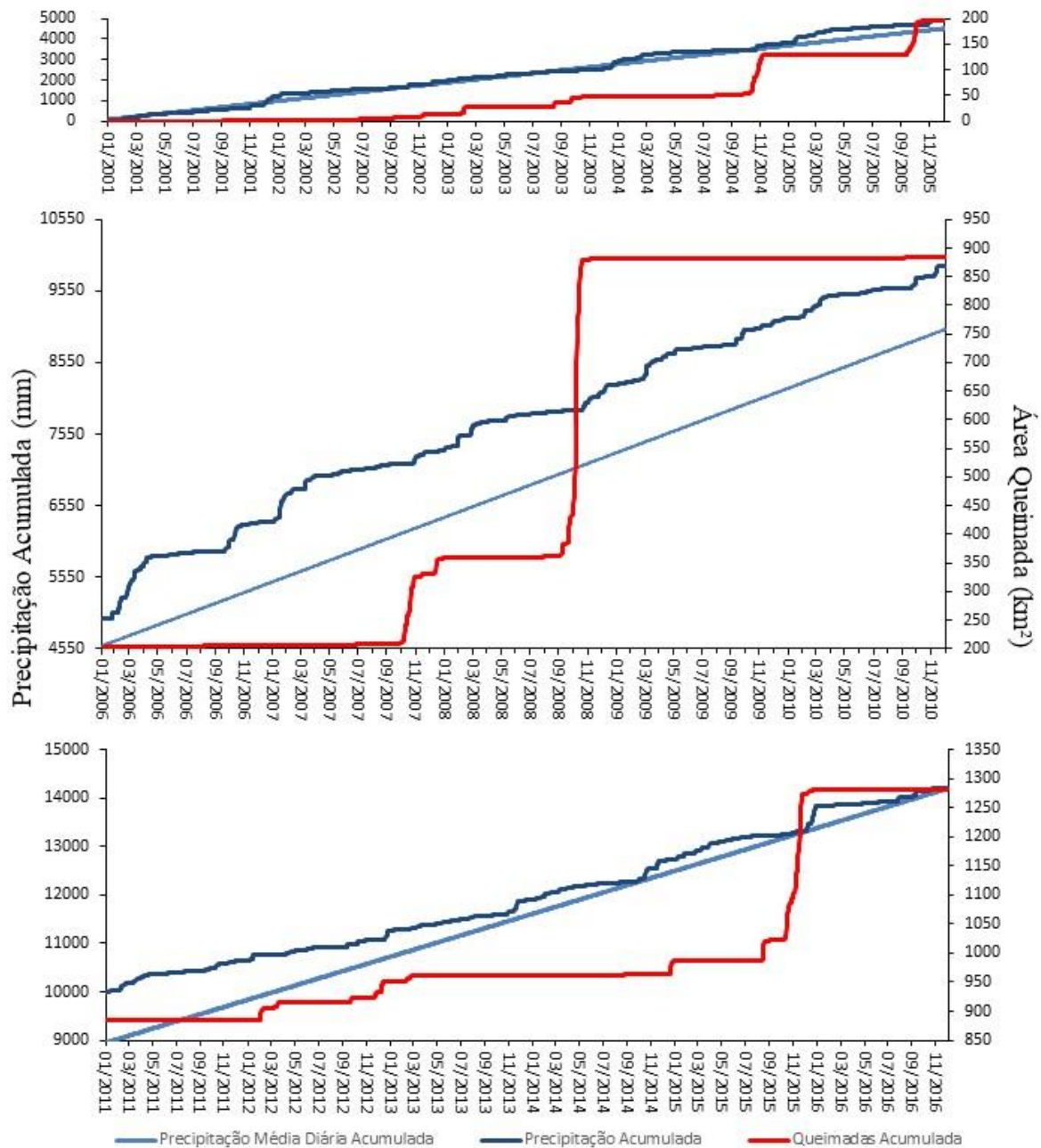


Figura 2. Áreas queimadas diárias acumuladas obtidas a partir do MCD64A1, precipitação acumulada diária e precipitação média acumulada no Parque Nacional da Chapada Diamantina ocorridas entre 2001 e 2016.

Com base nos resultados obtidos foi observado que durante o período compreendido entre 2001 e 2016 foram queimados 1280,22 km² de vegetação no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD). Esse valor, entretanto, não corresponde à queima de uma área do parque equivalente a esta, haja visto que a contabilização de queimadas contemplou áreas que queimaram mais de uma vez. A análise da recorrência de queimadas também foi considerada e será apresentada posteriormente neste trabalho.

A grande maioria dos eventos de queimadas no PNCD ocorreram no último trimestre do ano. Tal evidencia se deve, principalmente, à distribuição temporal das chuvas na região. Nota-se ainda no PNCD a ocorrência de eventos de grandes magnitudes, sendo estes representados na Figura 2 por aumentos bruscos na linha que representa as áreas queimadas acumuladas. Os cinco maiores eventos de queimadas, identificados na Figura 2 nos anos 2004, 2005, 2007, 2008 e 2015, correspondem a cerca de 81,22% de toda a área queimada durante o período em análise.

De forma geral, evidenciou-se que os eventos de queimadas de maiores magnitudes são precedidos de períodos mais longos de estiagem. Na Figura 2 nota-se que as épocas de ocorrência dos eventos de queimadas são precedidas de trechos da curva de precipitação acumulada com declividade notadamente abaixo da média do período, representando os baixos índices pluviométricos no período que antecede a ocorrência dos eventos de queimadas. Em análise da lâmina total precipitada nos 90 dias anteriores à ocorrência dos eventos, evidenciou-se que choveu nos respectivos períodos apenas 17,7%, 52,4 %, 40,3%, 23,8 e 20,9% quando comparado com a média do período.

Por outro lado, também é possível observar na Figura 2 que o fim dos eventos de queimadas estão associados à ocorrência de eventos de precipitação de maiores magnitudes. Tal observação pode ser feita se considerar a presença de trechos da curva de precipitação acumulada com declividade maior no período correspondente ao final do evento de queimada.

Diversos são os fatores associados à ocorrência dos eventos de queimadas, sendo a precipitação um dos principais fatores (Mishra et al., 2015). A precipitação interfere no início das queimadas, na continuidade e propagação do fogo e é fator que pode ser decisivo no controle das queimadas. A influência da precipitação na ocorrência do fogo pode se dar de forma direta ou indireta. De forma direta as chuvas umedecem a superfície do solo e da vegetação, criando condições desfavoráveis à ignição e, quando o fogo já se encontra em desenvolvimento no momento da chuva, esta pode interferir decisivamente na sua propagação ou mesmo encerrá-lo (apaga-lo) totalmente. Indiretamente, a precipitação também exerce grande influência na ocorrência de queimadas, visto que períodos prolongados com ausência de chuvas (períodos de estiagem) provocam a desidratação da vegetação, tornando as condições de sua biomassa mais

propensas à queima (Eastaugh e Hasenauer, 2014). Outro aspecto indireto associado às chuvas está relacionado ao clima, ou seja, as características meteorológicas como temperatura e umidade relativa do ar, quando da ocorrência de chuva, são mais desfavoráveis à queima (Flannigana et al., 2000).

A respeito dos eventos de maiores extensões de áreas queimadas (2004, 2005, 2007, 2008 e 2015), pode-se aferir sobre a existência de similaridades com outros estudos realizados em período semelhante. Estudos relacionaram as ocorrências de queimadas de grande magnitude com anos atípicos de baixa precipitação. No Brasil, biomas se tornaram mais propícios a queima devido as variações climatológicas, principalmente, da precipitação. Ribeiro et al., (2018) identificaram que os anos 2005, 2010 e 2015 no Brasil foram anos atípicos de seca e culminou no aumento de até 30% das emissões de monóxido de carbono em virtude de queimadas no sul da Amazônia e na parte central do Brasil. Desacataram ainda, o ano de 2015 como a seca mais severa desde 1901, superando os eventos de 2005 e 2010.

Moura et al., (2019) também verificaram alterações no clima, com aumento de temperatura e evapotranspiração e decréscimo na precipitação. O estudo foi conduzido na Bacia Hidrográfica do Amazonas, os autores destacaram entre 2000 e 2016 aumento de 0.57 °C na temperatura e redução de 346,62 mm na precipitação média em 2015.

As características físicas e químicas dos solos mesmo que de forma indireta, também exercem importante influência nas queimadas. Solos com melhor fertilidade permitem maior desenvolvimento vegetativo quando comparado a solos com menores teores de nutrientes. O aspecto físico do solo está relacionado à sua capacidade de infiltrar e armazenar água. Em regiões constituídas de solos rasos e com baixa capacidade de armazenamento de água, maior a vulnerabilidade da vegetação à escassez de chuvas, implicando em maior e mais frequente desidratação da biomassa vegetal e, conseqüentemente, maior propensão à queima.

O efeito combinado de baixos índices pluviométricos, condições climáticas favoráveis e solos com baixa capacidade de armazenamento de água comprometem o estado da biomassa da vegetação e promovem condições mais favoráveis ao início e tendência de aumento da atividade do fogo que este já se faz presente (Meyn et al., 2007; Scasta et al., 2016).

A biomassa possui aspectos de grande relevância no contexto de áreas queimadas, visto que, sem a sua disponibilidade, não há condições para a queima. Os maiores eventos de ocorrência de queimadas, 2008 e 2015, podem ter determinado os baixos valores de áreas queimadas nos anos seguintes. De acordo com Barbosa e Fearnside (2005) após dois anos de ocorrência de graves incêndios florestais, a vegetação pode não retornar ao seu tamanho normal, além de provocar a diminuição da diversidade de espécies na região atingida pelo fogo. Ademoh

et al. (2017) verificaram que após incêndios em florestas tropicais secundárias, houve declínio na densidade da copa de árvores, modificação na composição florística e nas características estruturais da floresta no decorrer da sucessão após incêndio. Fiedler et al. (2004) constataram que muitas espécies no Cerrado apresentam baixa resistência ao fogo, visto que após três anos da ocorrência de incêndios, diversas espécies não foram registradas.

Ao longo do período estudado foram verificadas diversas ocorrências de queimadas para uma mesma área. Verificar as áreas críticas de ocorrências de incêndios florestais, são imprescindíveis para auxiliar na tomada de decisão de combate ao fogo. Ao se conhecer áreas mais críticas, é possível atuar no controle e gerenciamento eficiente, de forma que novas áreas não sejam atingidas, bem como impedir a reincidência de queimadas em áreas mais vulneráveis.

Ao se avaliar a frequência em que ocorrem queimadas em uma mesma área, foi verificado uma variação de 0 à 5, sendo o valor 5, atribuído a área que queimou 5 vezes ao longo dos 16 anos analisados e 0 para áreas onde não foi identificado nenhum evento (Figura 3). Nota-se que houve maior recorrência de eventos de queimadas na parte sul e norte do PNCD.

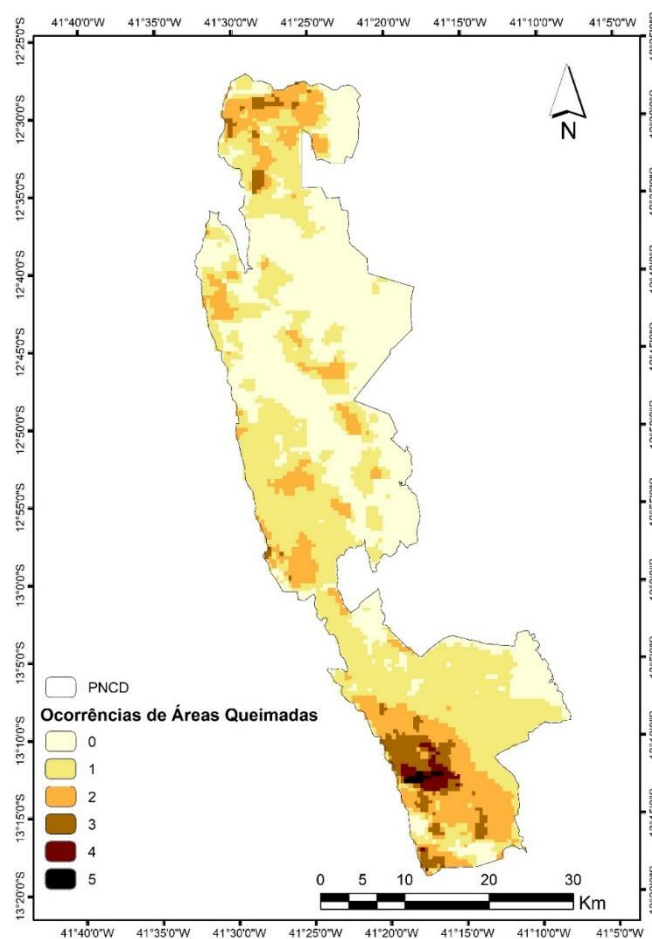


Figura 3. Mapa de ocorrências de áreas queimadas no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) entre 2001 a 2016 a partir do MCD64A1

Na região sul do PNCD houve locais em que a ocorrência de eventos de queimadas chegou a 5 (Figura 3). Nesses locais, há predominância de campos rupestres (Figura 1), ocupados com vegetação cujas características podem ser bastantes favoráveis à ocorrência de queimadas, a depender das condições meteorológicas. Os campos rupestres constituem-se de solos neossolos litólicos que têm como principal característica a baixa capacidade de armazenamento de água (Sartori et al., 2005). Tal característica, como mencionado anteriormente, torna esse tipo de vegetação mais vulnerável à ocorrência de períodos de estiagem mais prolongados, aumentando o risco de queima nessas áreas.

Ao norte do PNCD também foi observada ocorrências de queimadas. Nessa região há áreas ocupadas por campos rupestre, floresta estacional e pecuária onde foram verificados a ocorrência de até três eventos no mesmo local, durante o período estudado (2001-2016). As ocorrências de queimada na referida região além de questões já abordadas envolvendo os campos rupestres, a presença de atividades de pecuária pode estar relacionada à ocorrência de queimadas a depender das condições de manejo adotadas.

Em muitas regiões do Brasil o fogo ainda é a prática que se faz presente em atividades agrícolas e pecuárias para a limpeza da área (Redin et al., 2011), havendo a crença equivocada de que a fertilidade do solo é melhorada após a queima da vegetação. Em áreas de pastagem, particularmente, acredita-se que o pasto desenvolve melhor após a queima, entretanto o que ocorre é que o solo se torna cada vez mais pobre com o uso de queimadas.

Após a queima de uma área as cinzas geradas contém alguns dos minerais que constituíam a vegetação queimada, em estado altamente solúvel prontamente disponível para as plantas. De acordo com Cardoso et al. (2000), a vegetação tende a crescer mais rapidamente após a ocorrência do fogo, entretanto, o uso dessa prática tende a comprometer o meio natural.

É importante ressaltar que não foi objetivo desse estudo avaliar o manejo adotado nas áreas de produção agropecuária, portanto, a informação de que a prática da queimada é adotado ou não no desenvolvimento dessas atividades presentes no PNCD não consta nesse estudo. Buscam-se neste trabalho somente avaliar as áreas de maior incidência de queimadas e suas possíveis causas de ocorrência.

Outra característica importante observada na Figura 3, diz respeito às regiões de maior frequência de ocorrência de queimadas. Nota-se na figura que houve maior ocorrência de queimadas nas áreas marginais oeste do PNCD. O fato de haver tendência de maior número de queimadas próximas aos limites do parque é indício de que alguns eventos de queimadas tiveram início fora da área do PNCD.

Ainda sobre as ocorrências de queimadas para cada classe de solo, pode ser observado que ao leste do parque nacional, pouco se vê recorrências de queimadas. Fato que pode ter relação com a característica da vegetação, podendo ser observado na Figura 1. As vegetações ao leste se apresentam como floresta estacional e parte formação com influência fluvial e lacustre. O ambiente mais úmido, tende a influenciar em menor propagação do fogo.

As áreas queimadas em cada classe de solo resultantes do estudo, podem ser visualizadas na Tabela 1, onde também são demonstrados seus respectivos percentuais com base no total. Na tabela pode ser visualizado, que 91,28 % das queimadas entre 2001 e 2016, ocorreram nos campos rupestres. Entretanto, as classes vegetação secundária estacional, savana (cerrado) e pecuária também registraram resultados significativos, uma vez que as respectivas áreas dessas classes, são menores, quando comparado à classe campo rupestre.

Tabela 1. Áreas totais queimadas em cada classe de solo no Parque Nacional da Chapada Diamantina

Classe do Solo	Área		Área Queimada Total	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
Vegetação Secundária - Floresta Estacional	176,60	11,62	46,08	3,60
Savana (cerrado)	37,55	2,47	33,31	2,60
Floresta-de-Galeria	1,66	0,11	1,46	0,11
Corpos d'água Continental	9,4	0,62	-	-
Campo rupestre + Afloramento rochoso	1.226,508	80,69	1168,57	91,28
Culturas Temporárias	1,5	0,10	1,77	0,14
Culturas Permanentes	0,2632	0,02	0,01	0,00
Floresta Estacional	14,78	0,97	2,66	0,21
Formação com influência Fluvial ou Lacustre	13,02	0,86	-	-
Pecuária	36,4	2,39	19,81	1,55
Savana estépica (Caatinga)	1,17	0,08	0,78	0,06
Área Urbanizada	1,145	0,08	0,19	0,01
Total	1520		1274,64	

A classe Campo Rupestre foi a classe de maior ocorrência de áreas queimadas, foram registradas até 5 ocorrências para uma mesma área (Tabela 2). A classe representa em termos de áreas, a maior classe do solo no parque nacional, compreende 80,62% da área total (Figura 1). Não somente esse requisito, como também a composição da vegetação em gramíneas e os efeitos de incêndios florestais recorrentes, podem propiciar modificações na composição da vegetação e favorecer novos incêndios florestais. Rossiter et al. (2003) notaram que em virtude

de queimadas anuais e até trienais, foram observadas modificações na estrutura lenhosa de florestas, abrindo espaço para gramíneas e espécies invasivas, as quais se apresentam características que potencializam a ação do fogo.

As classes Savana (cerrado), Pecuária e Vegetação Secundária - Floresta Estacional, foram as classes que registraram 3 ocorrências para uma mesma área, queimaram respectivamente 0,9 km², 1,21 km² e 1,77 km² (Tabela 2). Embora a classe de Áreas Urbanizadas tenha correspondido a valores baixos de áreas queimadas, as recorrências de até 3 vezes em uma mesma área, deve ser observada cuidadosamente. A proximidade com áreas construídas, pode colocar em risco municípios próximos a tais localidades.

Tabela 2. Número de ocorrências de queimadas em cada classe de solo no Parque Nacional da Chapada Diamantina

Classe do Solo	Número de Ocorrência e Área queimada (km ²)				
	1	2	3	4	5
Vegetação Secundária - Floresta Estacional	29,42	6,98	0,9		
Savana (cerrado)	19,04	5,32	1,21		
Floresta-de-Galeria	1,22	0,12			
Campo rupestre + Afloramento rochoso	511,9	217,95	50,16	13,2	3,49
Culturas Temporárias	1,31	0,23			
Culturas Permanentes	0,01				
Floresta Estacional	2,34	0,16			
Pecuária	8,3	3,1	1,77		
Savana estépica (Caatinga)	0,34	0,22			
Área Urbanizada	0,06	0,05	0,01		
Total	578,13	234,68	54,1	13,2	3,49

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos acerca da ocorrência de queimadas no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) foi possível concluir que:

- Os cinco maiores eventos de queimadas foram responsáveis por 81,22% do total de queimadas ocorridos entre 2001 - 2016 no PNCD.
- Os maiores eventos de queimadas aconteceram no último trimestre do ano, sendo o mês de novembro o mais crítico;

- Os maiores eventos de queimadas aconteceram em datas precedidas de períodos prolongados de estiagem e tiveram fim quando da ocorrência de eventos de maiores magnitudes de precipitação;
- As áreas com maior frequência de ocorrência de queimadas são ocupadas por campo rupestres, seguidos de áreas de florestas secundárias, cerrado e pecuária;
- De forma geral foi constatada que a margem oeste dos limites do parque é a região de maior ocorrência de queimadas e a margem leste de menor ocorrência; e
- Do total dos 1280,22 km² de áreas queimadas no parque nacional entre os anos 2001 e 2016, 91,28% ocorreu em áreas de campo rupestre.

5. REFERÊNCIAS

ADEMOH, O. F; et al. Temporal pattern of tree community dynamics in a secondary forest in southwestern nigeria, 29 years after a ground fire. **Global Ecology and Conservation**. v. 9, p. 148-170, 2017.

ALVARES, A. C.; et al. Koöppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2013.

ANA - Agência Nacional das Águas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp>> Acesso em jul de 2017.

ARAÚJO, M, F; FERREIRA, G, L; Satellite-based automated burned area detection: A performance assessment of the MODIS MCD45A1 in the Brazilian Savana. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**. v. 36, p. 94-102, 2015.

BARBOSA, R. I. and FEARNSTIDE, P. M. Fire frequency and area burned in the roraima savannas of brazilian amazonia. **Forest Ecology and Management**. v. 204, p. 371-384, 2005.

BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em jul. 2017.

BLACKHAM., V, G. Natural regeneration in a degraded tropical peatland, central kalimantan, Indonesia: Implications for forest restoration. **Forest Ecology and Management**. v. 324, p. 8-15, 2014.

BOND, W, J. and KEELEY E, J. Fire as a global ‘herbivore’: the ecology and evolution of flammable ecosystems. **Trends in Ecology & Evolution**. v. 20, ed. 7, p. 387-394, 2015.

BOSCHETTI, L., et al. A MODIS assessment of the summer 2007 extent burned in Greece. **International Journal of Remote Sensing**. vol. 29, p. 2433–2436, 2008.

- CARDOSO, L. E.; et al. Composição e dinâmica da biomassa aérea após a queima em savana gramíneo-lenhosa no pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.35, p. 2309-2316, 2000.
- CAÚLA R. H; et al. Overview of fire foci causes and locations in Brazil based on meteorological satellite data from 1998 to 2011. **Environmental Earth Sciences**. v. 74. p. 1497–1508, 2015.
- EASTAUGH, C. S. and HASENAUER, H. Deriving forest fire ignition risk with biogeochemical process modelling. **Environmental Modelling & Software**. v. 55, p.132-142, 2014.
- FIEDLER, C. N; et al. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado sensu stricto na fazenda água limpa-df1. **Revista Árvore**.v.28, p. 129-138, 2004.
- FLANNIGANA, M. D., et al. Climate change and forest fires. **The Science of the Total Environment**. v. 262, p. 221-230, 2000.
- FORNACCA, D.; et al. Performance of three modis fire products (MCD45A1, MCD64A1, MCD14ML), and esa fire_cci in a mountainous area of northwest yunnan, China, characterized by frequent small fires. **Remote Sensing**. v.9, p. 1-20, 2017.
- GIGLIO, L. et al. **Collection 6 MODIS Burned Area Product User's Guide Version 1.0**. p. 26, 2016.
- GIGLIO, L.; et al. An active-fire based burned área mapping algorithm for the MODIS sensor. **Remote Sensing of Environment**, v. 113, p. 408-420, 2009.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Solos do Brasil. Rio de Janeiro: Escala 1:5.000.000. 2001.
- KRAWCHUK, A. M. Global pyrogeography: The current and future distribution of wildfire. **PLoS ONE [PLoS ONE]**. v.4. p. 5102, 2009.
- LEBLON, B; et al, Remote sensing of wildfires land surface. **Remote Sensing Environment and Risks**, p. 55–95, 2016.
- LIBONATI, R.; et al. An Algorithm for Burned Area Detection in the Brazilian Cerrado Using 4 µm MODIS Imagery. **Remote Sensing**. v.7, p. 15782-15803, 2015.
- MEYN, A. Environmental drivers of large, infrequent wildfires: The emerging conceptual model. **Progress Physical Geography**. v. 31, p. 287-312, 2007.
- MISHRA, B. N. MODIS Derived vegetation greenness trends in african savanna: deconstructing and localizing the role of changing moisture availability, fire regime and anthropogenic impact. **Remote Sensing of Environment**. v. 169, p. 192-204, 2015.

- MOUILLOT, F.; et al. Ten years of global burned area products from spaceborne remote sensing - a review: Analysis of user needs and recommendations for future developments. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**. v. 26, p. 64-79, 2014.
- MOURA, M. M.; et al. Relation of El Niño and La Niña phenomena to precipitation, evapotranspiration and temperature in the Amazon basin. **Science of The Total Environment**. v. 651, p. 1639-1651, 2019.
- NASA - National Aeronautics and Space Administration. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em jul. de 2017.
- REDIN, M.; et al. Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, 2011.
- RIBEIRO, O. I; et al. Biomass burning and carbon monoxide patterns in Brazil during the extreme drought years of 2005, 2010, and 2015. **Environmental Pollution**. v. 243, p. 1008-1014
- ROSSITE, A. N; et al. Testing the grass-fire cycle: alien grass invasion in the tropical savannas of northern Australia. **Diversity and Distributions**. v. 9. p. 69-176, 2013.
- RUIZ, M. A. J; et al. Burned Area Mapping in the North American Boreal Forest Using Terra-MODIS LTDR (2001–2011): A Comparison with the MCD45A1, MCD64A1 and BA GEOLAND-2 Products. **Remote Sensing**. v. 6, p. 815-840, 2014.
- SARTORI, A. Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 10, p. 05-18, 2005.
- SCASTA, J. D; et al. Droughts and wildfires in western u.s. rangelands. **Rangelands**. v. 38, p. 197-203, 2016.
- TORIYAMA, J. Estimation of fuel mass and its loss during a forest fire in peat swamp forests of central kalimantan, Indonesia. **Forest Ecology and Management**. v. 314, p. 1–8, 2014.
- VIVCHAR, A. Wildfires in Russia in 2000–2008: Estimates of burnt areas using the satellite MODIS MCD45 data. **Remote Sensing Letters**. v. 2, p. 81–90, 2011.
- WERF van der, R. G. Global fire emissions and the contribution of deforestation, savanna forest, agricultural, and peat fires (1997–2009), **Atmospheric Chemistry and Physics**. V. 10, p. 11707–11735, 2010.
- WHITLOCK, C; et al. Climate change: Uncertainties, shifting baselines, and fire management. **The Ecological Importance of Mixed-Severity Fires**. 265-289, 2015.
- WU, Z., et al. Defining fire environment zones in the boreal forests of northeastern China. **Science of the Total Environment**. v. 518–519, p. 106-116, 2015.

ANEXO I

Forma e preparação de manuscritos – Revista Ambiente & Água

I - Os manuscritos submetidos devem ser originais, destinados exclusivamente a Ambiente & Água (Revista Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science).

II – A partir de janeiro de 2017, somente serão aceitos submissões em inglês. Todas as submissões têm que ser feita no sistema ScholarOne, depois de ler cuidadosamente todas as instruções e registrar-se em: <https://mc04.manuscriptcentral.com/ambiagua-scielo>

III - Os manuscritos submetidos à revista serão avaliados pelo Comitê Editorial e por Avaliadores Ad Hoc, de acordo com a especialidade, seguindo os critérios:

- a) Interesse científico internacional ou grande apelo social;
- b) Conteúdo técnico-científico;
- c) Relevância científica;
- d) Clareza e qualidade do texto;
- e) Qualidade e adequação do conteúdo teórico.

Por favor, esteja ciente de que será considerado não ético retirar uma apresentação antes da decisão final da Comissão Editorial.

IV - Em cada edição, o Comitê Editorial selecionará, dentre os manuscritos favoráveis, aqueles que serão publicados com base nos critérios acima. Não há compromisso com a sequência de submissão ou tempo para tomada da decisão editorial (aceite ou rejeição). Isso depende da resposta dos revisores e dos autores e de limitações administrativas.

Formatação do texto:

O artigo deverá ser submetido em formato texto (MS Office), não restringido por password para permitir edição. A publicação final será em pdf, html, epdf e xml. O artigo deve ser submetido com as seguintes características:

- **Linguagem:** Inglês de qualidade (EUA ou RU)
- **Tamanho da página:** equivalente ao tamanho do papel A4 (210 x 297 mm);
- **Margens (superior, inferior, esquerda e direita):** 2,5 cm;
- **Fonte:** Times New Roman, 12, espaço entrelinhas simples, em uma única coluna, com parágrafos alinhados à esquerda e à direita;
- **Tamanho:** os artigos serão analisados com base na qualidade e contribuição científica. Deverão ter no máximo de 10 páginas incluindo tabelas e figuras, que não devem ultrapassar o número de cinco (figuras mais tabelas). Nosso custo editorial é proporcional ao tamanho

do artigo. Assim, artigos maiores são possíveis, porém, páginas adicionais a 10 serão cobradas, contadas após layout padrão da revista e após aceitação do artigo para publicação.

Nos artigos em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão ser escritos também em português, sempre em ordem alfabética independente do idioma.

- **Primeira página:**

Deverá conter apenas o título do trabalho, resumo e as palavras-chave, em letras minúsculas, separadas por “vírgula” e um ponto final após a última palavra-chave. Não deverá conter o nome dos autores, afiliação ou e-mail.

- **Tabelas e Figuras:**

Deverão ser numeradas com algarismos arábicos consecutivos, indicados no texto e anexadas no local do artigo mais próximo e depois da chamada. Os títulos das figuras deverão aparecer na sua parte inferior, antecidos da palavra **Figura** (notar a primeira letra maiúscula e em negrito), um espaço, mais o seu número de ordem em negrito, um ponto e espaço de um caractere, fonte 11, justificado, tabulado nos limites da figura, observando que o título da figura logo abaixo dela, não é em negrito. Os títulos das tabelas deverão aparecer na parte superior e antecidos pela palavra **Tabela** (notar a primeira letra maiúscula e em negrito), um espaço, mais o seu número de ordem (**em negrito**), um ponto e espaço de um caractere, fonte 11, justificado. Nas figuras e tabelas, quando houver uma fonte de referência, a palavra “Fonte:” vem na parte inferior, seguida da referência, fonte 10, justificado. Títulos de tabelas, figuras e a fonte terminam sempre com ponto final. As figuras poderão ser coloridas, porém com boa resolução (300 dpi), contudo, os autores devem explorar todas as possibilidades para que o tamanho do arquivo não fique grande, mas preservando a qualidade das figuras.

As tabelas devem ser sempre inseridas **como texto**, jamais como figuras/imagens e não usar espaços ou “tabs” para formatar e sim tamanho das células/colunas/linhas. Todas as colunas devem ter um título.

Figuras devem ter fontes legíveis, atentar para o tamanho do texto, alta resolução e inseridas como objeto quando se tratar de gráficos. Figuras não devem ter título na parte superior, só a legenda abaixo dela. Certifique-se de que elas sejam editáveis.

É possível inserir imagens em documentos sem deixar os arquivos grandes, basta seguir as instruções abaixo:

Utilize arquivos de imagem em formato JPG, PNG ou GIF. Estes arquivos costumam ter bons padrões de qualidade e não consomem muito espaço em disco e memória;

Para inserir as figuras, não use Copiar/Colar (ou Ctrl+C/Ctrl+V), salve em seu computador as imagens que deseja inserir no documento;

Em seguida, acesse a opção de menu disponível para inserção de imagem do seu editor de texto (Ex: no MSWord e selecione a opção Inserir/Figura/do arquivo) e localize a imagem que deseja inserir no documento. Para finalizar, insira a imagem selecionada no texto.

Figuras que contêm mais de um gráfico ou imagem, designá-los com letras maiúsculas (sem parênteses e sem pontos após as letras) no canto superior esquerdo de cada painel, se possível.

Para as equações, usar o editor de equações e inseri-las como objetos e não como imagens. Devem ser numeradas com a numeração entre parênteses e chamadas previamente no texto. Usar o MS Word 2010 para a edição das equações.

Envie as tabelas separadamente em Excel.

• **Nota importante dos manuscritos em inglês:** Todos os manuscritos escritos devem ser submetidos em inglês a partir de janeiro de 2017. Autores que não têm Inglês como primeira língua, devem ter seus manuscritos revisados por um profissional com bom conhecimento de Inglês para revisão do texto (vocabulário, gramática e sintaxe). As submissões poderão ser rejeitadas com base na inadequação do texto, sem exame de mérito científico.

Estrutura do artigo:

• **O artigo em INGLÊS deverá seguir a seguinte sequência:**

TÍTULO em inglês, 15, negrito, centralizado, primeira letra maiúscula, demais minúsculas (salvo nomes próprios); ABSTRACT 14, negrito alinhado à esquerda (seguido de três Keywords, 11, negrito alinhado à esquerda em ordem alfabética); TÍTULO DO ARTIGO em português, 15, negrito, centralizado, primeira letra maiúscula, demais minúsculas (salvo nomes próprios); RESUMO (seguido de três Palavras-chave 11, negrito alinhado à esquerda, em ordem alfabética); 1. INTRODUCTION (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIALS AND METHODS; 3. RESULTS AND DISCUSSION; 4. CONCLUSIONS; 5. ACKNOWLEDGEMENTS (se for o caso, deve incluir apenas o reconhecimento de agências de financiamento, explicitando o número do processo da agência apoiadora); e 6. REFERENCES. Os títulos de 1 a 6 deverão ser 14, negrito alinhados à esquerda.

Consulte o "Formulário de Avaliação" (http://www.ambi-agua.net/seer/files/review_form.doc) para verificar o conteúdo esperado de cada seção. Verifique os artigos já publicados para ver quais textos devem estar em negrito.

Unidades:

- **Unidades de medida:** use sistema internacional com espaço após o número, e.g. 10 m ou, por exemplo, 10 km h⁻¹, e não km/h. Observe a consistência toda vez que usar a mesma unidade.
- Verifique todos os símbolos Gregos e todas as figuras cuidadosamente.
- Escreva os números de um a nove por extenso, exceto se forem usados como unidades.
- Use um espaço entre unidades: g L⁻¹, e não g.L⁻¹, ou gL⁻¹ exceto % (e.g. 10%) ou oC (15oC).
- Use o formato 24-h para tempo, com quatro dígitos para horas e minutos: 08h00; 15h30.
- **Subtítulos:** quando se fizerem necessários, serão escritos com letras iniciais maiúsculas, antecedidos de dois números arábicos colocados em posição à esquerda, separados e seguidos por ponto, 12, negrito, alinhados à esquerda.
- **Resumo:** deverá conter os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões, devendo ser compostos de uma sequência corrente de frases em um único parágrafo e conter, **no máximo, 250 palavras**.
- **Citações:** no texto, as citações deverão seguir as recomendações da ABNT-NBR 10520 com as seguintes especificidades:

Colocar o sobrenome do autor citado com apenas a primeira letra maiúscula, seguido do ano entre parênteses, quando o autor fizer parte do texto. Quando o autor não fizer parte do texto, colocar, entre parênteses, o sobrenome, seguido do ano separado por vírgula. Mais de um autor, separam-se os sobrenomes pela conjunção “e” Mais de dois autores, a expressão et al. é colocada após o primeiro nome, não em itálico. Serão aceitas no máximo 15 referências por artigo, preferencialmente publicados recentemente na base SciELO (www.scielo.br) ou em revistas internacionais de alto impacto (níveis A/B do Qualis CAPES).

- **Exemplos de como citar:**

Jones (2015), Jones e Smith (2009) ou (Jones, 2015; Jones e Smith, 2009), dependendo da construção da sentença. Mais de dois autores: Jones et al. (2014) ou (Jones et al., 2014). Comunicações pessoais ou dados não publicados não devem ser incluídos na lista de referências; assim como Apud (citação indireta) não será aceita.

- **Referências:**

Sempre que a referência tiver doi, citá-lo no final da referência. Seguirão as recomendações da ABNT-NBR 6023, com especificidades da revista.

- **Exemplos de como escrever as referências bibliográficas:**

- **Livros:**

FALKNER, E. **Aerial Mapping**: methods and applications. Boca Raton: Lewis Publishers, 1995. 322 p.

○ **Capítulos de livros:**

WEBB, H. Creation of digital terrain models using analytical photogrammetry and their use in civil engineering. In: **Terrain Modelling in Surveying and Civil Engineering**. New York: McGraw-Hill, 1991. p. 73-84.

○ **Artigos em Periódicos Científicos:**

HADDAD, E.; SANTOS, C. L. dos; FRANCO Jr., R. S. Novas perspectivas sobre o Instituto da desapropriação: a proteção ambiental e sua valoração. **Fórum de direito urbano e ambiental**, Belo Horizonte, ano 6, n. 31, p. 17-25, jan./fev. 2007.

MEYER, M. P. Place of small-format aerial photography in resource surveys. **Journal of Forestry**, Washington, v. 80, n. 1, p. 15-17, 1982.

Observar que é importante identificar a cidade da edição e colocar um espaço entre as iniciais dos nomes.

○ **Trabalhos apresentados em eventos (Impresso)** (devem ser evitados, se essenciais):

DAVIDSON, J. M.; RIZZO, D. M.; GARBELOTTO, M.; TJOSVOLD, S.; SLAUGHTER, G. W. *Phytophthora ramorum* and sudden oak death in California: II Transmission and survival. In: SYMPOSIUM ON OAK WOODLANDS: OAKS IN CALIFORNIA'S CHANGING LANDSCAPE, 5. 23-25 Oct. 2001, San Diego, **Proceedings...** Berkeley: USDA Forest Service, 2002. p. 741-749.

○ **Trabalhos apresentados em eventos (meio eletrônico)** (devem ser evitados, se essenciais):

COOK, J. D.; FERDINAND, L. D. 2001. Geometric fidelity of Ikonos imagery. In: Annual Convention of American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 23-27 Apr., St. Louis. **Proceedings...** St. Louis: ASPRS, 2001. 1 CD-ROM.

○ **Teses e Dissertações:** Procurar citar os artigos derivados de teses e dissertações em revistas científicas, se não foram ainda publicados e essenciais, use a forma:

AFFONSO, A. G. **Caracterização de fisionomias vegetais na Amazônia oriental através de videografia aerotransportada e imagens LANDSAT 7 ETM+**, 2003, 120f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

○ **Referências de sites na Internet** (não devem ser citadas, se absolutamente essenciais):

DIAZ, H. F. Precipitation trends and water consumption in the southwestern United States. In: United States Geological Survey, 1997, Reston. **Web Conference...** Disponível em: <<http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/natural/diaz/>>. Acesso em: 15 julho 2014.