



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**



ANA KARLA DA SILVA OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO DE CICATRIZES DE INCÊNDIOS NA TERRA
INDÍGENA GOVERNADOR, MARANHÃO - BR**

**Chapadinha – MA
Agosto de 2020**

ANA KARLA DA SILVA OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO DE CICATRIZES DE INCÊNDIOS NA TERRA
INDÍGENA GOVERNADOR, MARANHÃO - BR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientadora: Profa. Dra. Kamilla Andrade de Oliveira.

Coorientador: Prof. Dr. Job Teixeira de Oliveira

**Chapadinha – MA
Agosto de 2020**

ANA KARLA DA SILVA OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

TCC defendido e aprovado, em 08 de agosto de 2020, pela comissão examinadora constituída pelos professores:

Profa. Dra. kamilla Andrade de oliveira
Examinadora

Profa. Dra. Noely Vicente Ribeiro
Examinadora

Prof. Dr. Washington da Silva Sousa
Examinador

Chapadinha – MA
Agosto de 2020

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Oliveira, Ana Karla da Silva.

CARACTERIZAÇÃO DE CICATRIZES DE INCÊNDIOS NA TERRA
INDÍGENA GOVERNADOR, MARANHÃO - BR /
Ana Karla da Silva Oliveira. - 2020.
44 f.

Coorientador(a): Job Teixeira de Oliveira.

Orientador(a): Kamilla Andrade de Oliveira.

Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade
Federal do Maranhão, Chapadinha, 2020.

1. Área Protegida. 2. Fogo. 3. Vegetação.

I. Oliveira, Job Teixeira de. II. Oliveira, Kamilla Andrade de. III. Título.

À minha mãe Raimunda Nonata da Silva Oliveira, símbolo de amor e
inspiração.

Meu pai Luiz Gonzaga da Silva Oliveira, símbolo de proteção e
confiança.

Meus irmãos, Ana Paula da Silva Oliveira e Luiz Henrique da Silva
Oliveira, símbolo de apoio.

Ao meu amigo Eduardo Arouche da Silva e sua família, símbolo de
companheirismo e carinho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela proteção e por tudo que faz por mim.

À minha família, em especial a minha mãe Raimunda Nonata da Silva Oliveira, meu pai Luiz Gonzaga de Souza Oliveira, aos meus irmãos Ana Paula da Silva Oliveira e Luiz Henrique da Silva Oliveira. Obrigada família pela confiança, força, incentivos, amor, carinho, ensinamentos, etc.

A minha orientadora professora Kamilla Andrade de Oliveira pelos ensinamentos, paciência e amizade. Obrigada, professora!

Ao professor e coordenador do curso de engenharia agrícola Washington da Silva Sousa, pela amizade e por ser esse ser humano incrível que sempre se dedicou ao máximo pelo melhor do curso.

Ao professor Edmilson Igor Almeida Bernardo pelos ensinamentos.

À todos os meus amigos de turma e da universidade, em especial ao Eduardo Arouche da Silva e Carlos Augusto Alves Cardoso Silva pela grande amizade, força e companheirismo durante toda graduação.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal do Maranhão pela oportunidade de realizar o curso, e a todos os professores do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais pelos conhecimentos repassados.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE EQUAÇÕES.....	x
LISTA DE QUADROS.....	xi
LISTA DE SIGLAS.....	xii
RESUMO.....	13
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivo Específico.....	15
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1 O uso do fogo.....	16
3.2 Sensoriamento remoto.....	17
3.3 Sensores.....	17
3.4 Índices.....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1 Caracterização da área de estudo.....	19
4.2 Fluxograma.....	20
4.3 Levantamento de dados.....	22
4.4 Correção atmosférica.....	22
4.5 Índice de vegetação.....	23
4.6 Uso e ocupação do solo.....	24
4.7 Focos de calor e desmatamento.....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6. CONCLUSÕES.....	37
7. REFERÊNCIAS.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização da Terra Indígena Governador, Amarante do Maranhão - MA, Brasil.....	20
Figura 2. Fluxograma apresentando as etapas metodológicas.	21
Figura 3. Mapas de NDBR, uso e ocupação do solo e NDVI da TI Governador referentes ao ano de 2000.....	31
Figura 4. Mapas de NDBR, uso e ocupação do solo e NDVI da TI Governador referentes ao ano de 2005.....	31
Figura 5. Mapas de NDBR, uso e ocupação do solo e NDVI da TI Governador referentes ao ano de 2010.....	32
Figura 6. Mapas de NDBR, uso e ocupação do solo e NDVI da TI Governador referentes ao ano de 2015.....	32
Figura 7. Mapas de NDBR, uso e ocupação do solo e NDVI da TI Governador referentes ao ano de 2018.....	33
Figura 8. Focos de calor registrados mensalmente, (2000-2009)	34
Figura 9. Focos de calor registrados mensalmente, (2010-2018)	35
Figura 10. Mapa de desmatamento acumulado entre os anos de 2000 e 2018 na TI Governador e sua zona de amortecimento.....	36

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Área total em hectares e percentual das cicatrizes de queimadas na Terra indígena Governador e no buffer correspondente aos anos de 2000 a 2018. ... 25
- Tabela 2.** Área total em hectares e percentual das classes de Uso e ocupação do solo na Terra indígena Governador e no buffer correspondente aos anos de 2000 a 2018 27
- Tabela 3.** Área total em hectares e percentual das classes NDVI na Terra indígena Governador e no buffer correspondente aos anos de 2000 a 2018..... 28
- Tabela 4.** Focos de calor na Terra indígena Governador e no buffer correspondente aos anos de 2000 a 2018 33

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Índice NDVI.....23

Equação 2. Índice NDBR24

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Datas do imageamento das imagens	22
Quadro 2. Características orbitais, espaciais* e temporais, e canal termal dos satélites utilizados no monitoramento de focos de calor	24

LISTA DE SIGLAS

AP – Área Protegidas

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

NDBR – Índice de Queimada Normalizada

NDVI – Índice de Vegetação na Diferença Normalizada

PRODES - Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite

UCs – Unidades de Conservação

UOS – Uso e Ocupação do Solo

USGS - Pesquisa Geológica dos Estados Unidos

TI – Terra Indígena

ZA – Zona de Amortecimento

RESUMO

Ocorrências de incêndios florestais em Áreas Protegidas configuram uma das principais formas de destruição dos recursos naturais, visto que estas áreas representam alternativas de conservação da natureza e proteção dos costumes de populações originais. Nesse sentido, objetivou-se caracterizar as cicatrizes de incêndios na Terra indígena Governador – MA incluindo zona de amortecimento com 49.753,69 ha, no período de 2000 a 2018. Para tanto, adquiriu-se imagens dos satélites LANSAT 5, 7 e 8, nas quais aplicou-se o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Queimada Normalizada (NDBR) e uma Classificação supervisionada com quatro classes: vegetação muito densa, densa, rala e solo exposto, além da obtenção de dados de focos de calor e desmatamento. Na TI obteve-se um total 43.773,09 ha de cicatrizes e 19.940,72 ha na ZA. Quanto ao uso e ocupação, houve predominância de cicatrizes nas classes de vegetação rala e solo exposto, concentrando-se também nas menores amplitudes de NDVI. Os focos de calor indicaram alta incidência no segundo semestre de cada ano, período de baixa precipitação no estado do Maranhão. Foram contabilizados 5.780,8 ha de desmatamento na TI e 41.525,3 ha na ZA, cerca de 321,16 e 2.306,97 ha anualmente, respectivamente. Estes resultados revelam degradação da vegetação na TI Governador com utilização inadequada do fogo, carecendo de incentivo no uso controlado desta ferramenta, baseado nos modos de vida dessa comunidade. O estudo evidenciou ainda que a TI cumpre seu caráter de AP tendo em vista os resultados de desmatamento encontrados na ZA(83,46%) em relação ao limite da TI(13,73%).

Palavras-chave: Área Protegida; Fogo; Vegetação.

1. INTRODUÇÃO

Um dos fatores que mais influenciam na alteração de áreas naturais é o incêndio florestal. Sendo o fogo, portanto, uma das principais formas de destruição da vegetação, além de ameaçar a biodiversidade (MEDEIROS & FIEDLER, 2004; ALENCAR et al., 2011). No Brasil é crescente a utilização do processo de queimadas, que se intensificam nos períodos mais secos do ano aumentando a susceptibilidade ao fogo, pois nessa época observa-se menor umidade relativa do ar e do material combustível. Torres et al. (2011) afirmam que a umidade atmosférica é elemento decisivo nos incêndios florestais favorecendo o espalhamento do fogo.

Fernandes et al. (2016) relatam que as queimadas estão intimamente ligadas a limpeza de áreas para expansão agrícola e manejo de algumas culturas e que essa técnica provoca diversos danos à saúde humana, sobretudo, no ecossistema onde ocorre, visto que modifica condições de solo, fauna e flora.

Normalmente, o fogo utilizado na pecuária escapa para área florestais vizinhas, ocasionando incêndios florestais de maiores proporções (CANO-CRESPO et al., 2015). De acordo com Junior et al. (2018) nem mesmo as Unidades de Conservação (UCs) escapam do fogo. Um fato considerado extremamente crítico, uma vez que estas áreas são legalmente utilizadas para a proteção e conservação de ecossistemas únicos.

Realizar a quantificação assim como o combate de queimadas se torna na grande maioria dos casos um processo oneroso, devido à dificuldade de acesso as áreas atingidas, fator este que permite lavar em consideração algumas alternativas, dentre elas a utilização de imagens de satélite como ferramenta no planejamento no combate ao fogo. Batista (2004) destaca a importância do monitoramento de áreas queimadas por imagens de satélite, por ser um método eficiente e de baixo custo, além de demonstrar rapidez e eficiência em detectar e monitorar incêndios florestais através da aplicação reduzindo custos nas ações de combate e controle de danos.

Os dados e técnicas de sensoriamento remoto podem ser usados de diferentes maneiras na detecção e supervisão de áreas queimadas. É necessário, dependendo do tipo de análise, a utilização de sensores com boa resolução temporal e espacial, associados a técnicas de processamento de imagens. O mapeamento e as informações das áreas queimadas são dados muito importantes, tanto para o manejo florestal e recursos terrestres quanto para auxiliar em uma melhor representação das qualidades físico-químicas e

biológicas em modelos atmosféricos, melhorando o conhecimento e as mudanças climáticas (ZHAN et al., 2002; CARDOZO et al., 2011).

Nesse contexto o sensoriamento remoto assim como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), estão se tornando cada vez mais importantes na tomada de decisão para a gestão dos recursos naturais visando a conservação da biodiversidade, uma vez que permitem a análise de inúmeros atributos do meio ambiente (tanto abióticos quanto biológicos e sociais), no contexto espacial (TAMBOSI et al., 2007). Dentre as várias ferramentas do sensoriamento remoto utilizadas na detecção de queimadas, os índices de vegetação são uma ótima alternativa, como por exemplo, o Índice de Vegetação na Diferença Normalizada (NDVI) e o Índice de queimada Normalizada (NDBR), uma vez que avaliam a resposta da vegetação em relação ao solo.

Diante do pressuposto, o conhecimento adequado na utilização de técnicas de geoprocessamento para identificar incêndios florestais em uma região pode ajudar no desenvolvimento de soluções para gerir problema relacionados ao meio ambiente e urbanos, bem como de todo o ecossistema.

Visto que o fogo descontrolado causa devastação da vegetação em grandes áreas além prejudicar a fauna e flora, a economia e a saúde humana, em especial às de populações tradicionais situadas em áreas protegidas, tais como, às Terras Indígenas, um fator cada vez mais frequente e prejudicial, se tornando objeto da presente pesquisa, por resultar em contribuições com estudos sobre o aumento das emissões dos gases do efeito estufa, e aumento do aquecimento global, além de contribuir para uma boa gestão relacionada ao uso do fogo pelas comunidades indígenas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral caracterizar as cicatrizes de incêndios florestais na Terra indígena Governador, utilizando imagens dos sensores TM (*Thematic Mapper*)/LANDSAT – 5, sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*)/LANDSAT 7 e sensor OLI (*Operational Land Imager*)/LANDSAT – 8, durante um período de 18 anos (2000-2018).

2.2 Objetivo Específico

- Aplicar os índices de vegetação NDBR e NDVI;

- Avaliar a predominância de cicatrizes de queimadas nas diferentes classes de uso e ocupação do solo, e nos diferentes níveis de NVDI;
- Analisar a incidência de focos de calor e quantificar o desmatamento para toda a área correspondente a Terra indígena e zona de amortecimento;
- Criar mapas temáticos dos índices de vegetação (NDBR e NDVI), cobertura vegetal e desmatamento.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O uso do fogo

Um dos fatores que mais influenciam na alteração de áreas naturais é o incêndio florestal. Sendo o fogo, portanto, uma das principais formas de destruição da vegetação e ameaça a biodiversidade (MEDEIROS & FIEDLER, 2004; ALENCAR et al., 2011). São vários os danos causados pelo fogo podendo ser destacados a influência na fertilidade do solo, destruição da biodiversidade, fragilização de ecossistemas, produção de gases nocivos à saúde humana, diminuição de visibilidade atmosférica, entre outros (BRANDO et al., 2012; MORTON et al., 2013; VIANA et al., 2014). Matricardi et al. (2013) relatam que na Amazônia, florestas atingidas pelo fogo costumam demorar mais tempo para se recuperar do que aquelas que sofreram cortes.

Incêndios acidentais gerados pela adoção do fogo como prática de manejo, acabam trazendo efeitos positivos e negativos para toda a biodiversidade. Através de uma conjuntura de fatores podem ocorrer os mais diversos tipos de alterações físicas, químicas e biológicas nos ecossistemas (FREITAS & SANT'ANNA, 2004).

É comum o uso do fogo por produtores rurais no Brasil, principalmente nas regiões consideradas mais pobres como Norte e Nordeste. A resistência a adoção de novas técnicas que diminuam o uso do fogo entre os produtores rurais tradicionais tem levado a números recordes de queimadas em todo o país (GONÇALVES, 2005; SCHROEDER et al., 2009).

As populações indígenas utilizam o fogo, na prática da agricultura itinerante de corte e queima e em seu cotidiano natural, o faz com que as terras ocupadas por eles tenham elevados índices de registro de focos de calor (LAZZARINI et al., 2016)

Exemplos típicos de uso do fogo por indígenas são a utilização da rebrota da vegetação queimada na atração de animais a serem caçados, preparação do terreno para cultivo e coleta de mel (MISTRY et al. 2005). Etnias que habitam o Cerrado, como os

Xavante (MELO & SAITO 2011) e os Krahô (MISTRY et al. 2005), dentre outra (LEONEL, 2000), são usuárias tradicionais dessas práticas.

3.2 Sensoriamento remoto

A compreensão da distribuição espacial de dados relacionados a fenômenos ocorridos no espaço, apresentam hoje um grande desafio para resolução de questões centrais nas diversas áreas de conhecimento, tais como, saúde, ambiente, geologia, agronomia, entre tantas outras. Devido a disponibilidade de software nos sistemas de informação geográfica (SIG) de baixo custo e com áreas de interação amigáveis, esses estudos têm se torado cada vez mais comuns (CÂMARA et al., 2004).

O sensoriamento remoto assim como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), estão se tornando cada vez mais importantes na tomada de decisão para a gestão dos recursos naturais visando a conservação da biodiversidade, uma vez que permitem a análise de inúmeros atributos do meio ambiente (tanto abióticos quanto biológicos e sociais), no contexto espacial (TAMBOSI et al., 2007).

Blaschke & kux (2007), diz que o sensoriamento Remoto é hoje uma ferramenta fundamental na realização de monitoramentos e modelagens ambientais, por possuir uma característica muito importante que o fornecimento de dados antes mesmo de se fazer monitoramento em campo, tornando todo o processo menos oneroso.

Segundo Macedo & Rudorff (2000), o geoprocessamento, interpretado como um conjunto de tecnologias utilizadas na coleta e tratamento de dados tem permitido uma melhor gestão de grandes áreas, com rapidez e precisão, além de custos mais baixos quando comparados a levantamentos *in loco*.

Através das imagens o homem amplia sua visão espectral, espacial e temporal de todo o ambiente terrestre. As que provém do Sensoriamento Remoto servem como fonte de informação para estudos de diversas áreas do conhecimento, além de ser uma forma economicamente viável de monitoramento local e global devido a rapidez, eficiência e periodicidade. (CRÓSTA, 2002).

3.3 Sensores

O sensor multiespectral TM (*Thematic Mapper*), navega a bordo do satélite LANDSAT 5, gerando imagens em 7 bandas espectrais. As bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 fornecem imagens nas faixas do visível e infravermelho próximo e médio, todas possuem resolução espacial de 30 metros. A banda 6 é a do infravermelho termal com resolução espacial de 120 metros. A resolução temporal desses satélites é de 16 dias e, por isso

recobrem o mesmo ponto da superfície terrestre de uma a duas vezes ao mês. Devido suas características, é bastante utilizado no processo de monitoramento terrestre, além de aplicações nos ramos de mineralogia e estudos da dinâmica urbana. É importante ressaltar que o sensor TM (*Thematic Mapper*) tem recobrimento somente até o ano de 2011 (BRAGA, 2015).

O sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) navega a bordo do satélite LANDSAT 7, gerando 8 bandas espectrais. As características deste sensor se igualam as do sensor TM, exceto a resolução espacial da banda 6 que é de 60 metros e o acréscimo de uma oitava banda, a pancromática, com 15 metros de resolução espacial.

O sensor OLI (*Operational Land Imager*) está ativo desde 2013 e navega a bordo do satélite LANDSAT 8, gerando 9 bandas espectrais. As bandas 1, 2, 3 e 4 fornecem imagens nas faixas do visível, as 5, 6 e 7, nas faixas do infravermelho próximo e médio e a 9, é voltada para detecção de nuvens cirrus, ambas com 30 metros de resolução espacial. A banda 8 é classificada como pancromática e possui 15 metros de resolução espacial. A bordo do satélite LANDSAT 8, existe também outro sensor, o TIRS (*Thermal Infrared Sensor*), este possui resolução espacial de 100 metros e gera duas bandas na faixa do termal (BRAGA, 2015).

3.4 Índices

O Índice de queimada Normalizada (NDBR) é um dos índices mais utilizados para a avaliação de severidade das queimadas. O fogo ao consumir a vegetação ocasiona uma diminuição dos valores de NIR em relação ao MIR. Em geral, o MIR é absorvido pela água, indicando o conteúdo de água tanto em relação ao solo quanto a vegetação (MILLER & THODE, 2007).

Desse modo, a retirada de água da vegetação no processo de queima, faz com que as áreas afetadas pelo fogo aumentem sua reflectância nesse comprimento de onda, o que diferencia o contraste em relação a áreas não queimadas. Portanto, a formulação do índice de queimada busca maximizar as variações de reflectância durante os eventos de queimadas, dando maior contraste e separabilidade dessas áreas (LOZANO et al., 2007).

O Índice de Vegetação na Diferença Normalizada (NDVI) é um índice relacionado com a condição e quantidades de vegetação (BORATTO & GOMIDE, 2013), é sensível à clorofila e outros pigmentos que captam a radiação solar (RISSO et al., 2009).

Os valores do NDVI variam de -1 à 1, assim quanto mais próximo de 1 maior a densidade da cobertura vegetal, de modo que quanto menor a densidade da vegetação

menor o valor do NDVI (POLONIO, 2015; PONZONI & SHIMABUKURO, 2007). O índice NDVI é muito utilizado, já que ele reduz o efeito topográfico. Sua função é realçar as diferentes fisionomias de uma imagem, porém, apresenta influência no brilho e efeito espectral do solo, por isso, pode depreciar as avaliações da vegetação (DEMARCHI et al., 2011).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na Terra indígena Governador que está localizada no Município de Amarante do Maranhão, no estado do Maranhão. Inicia-se com marco de coordenadas geográficas 05°47'59" S e 45°58'10" W (Figura 1). A Terra Indígena Governador foi demarcada em 1978 e homologada em 1982, e compreende um espaço de 41.644 hectares (MELO & GAVIÃO, 2017), onde atualmente vivem indígenas da etnia Tenetehara e Gavião Pukobiê (FUNAI, 2020).

Dentro da TI tem-se o costume e tradição compartilhados pelas famílias e passados de geração em geração. Os índios do local utilizam o fogo no seu cotidiano e sobrevivem da pesca, caça, colheita de frutos nativos, manutenção da roça dentre outras e, são falantes da língua Timbira da família Jê (DIAS et al., 2017).

O município de Amarante do Maranhão abrange uma área de 743.821 hectares, com uma população 37.932 habitantes e densidade demográfica de 5,10 hab/km² (IBGE, 2020). Apresenta altitude de 249 metros com variação térmica que oscilam entre 20,9°C e 29,5°C. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical (AW') subúmido com dois períodos bem definidos: um chuvoso, que vai de dezembro a maio, com médias mensais superiores a 191,9 mm e outro seco, correspondente aos meses de junho a novembro (FILHO, 2011).

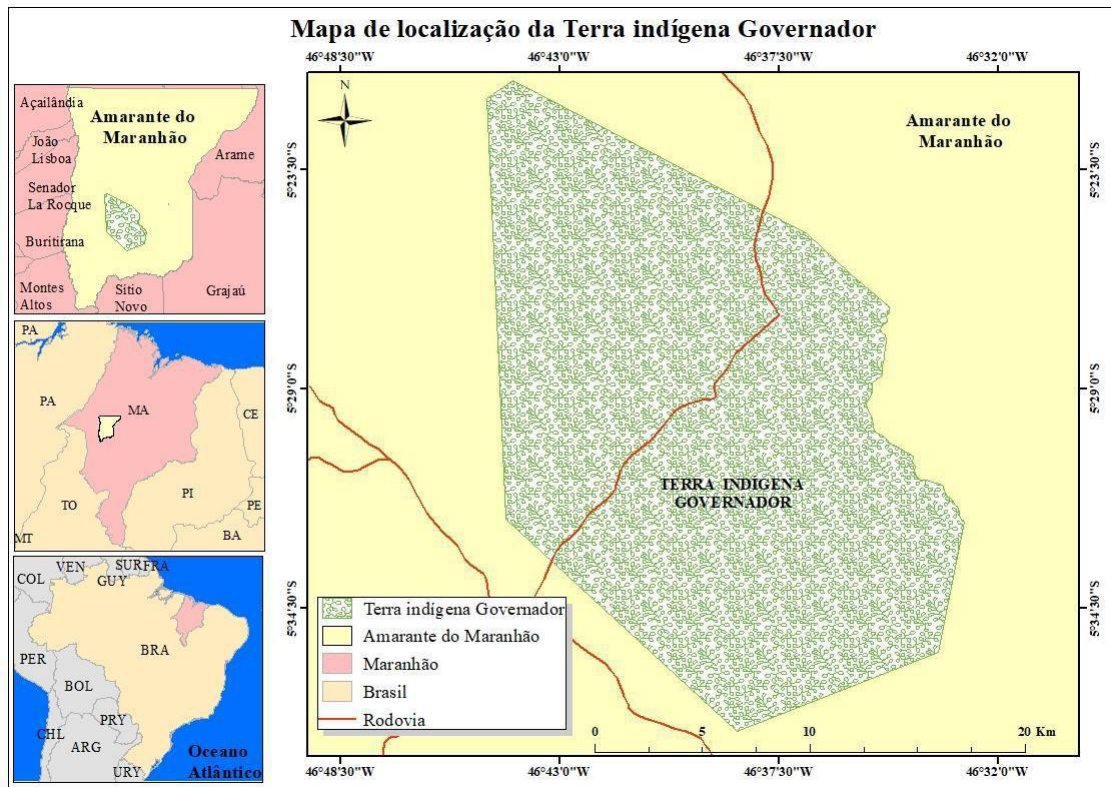


Figura 1. Mapa de localização da Terra Indígena Governador, Amarante do Maranhão - MA, Brasil

1.1 Fluxograma

As etapas metodológicas utilizadas no mapeamento das cicatrizes de incêndios TI Governador e no *buffer* de 5 km (zona de amortecimento) se encontram esquematizadas na figura 2.

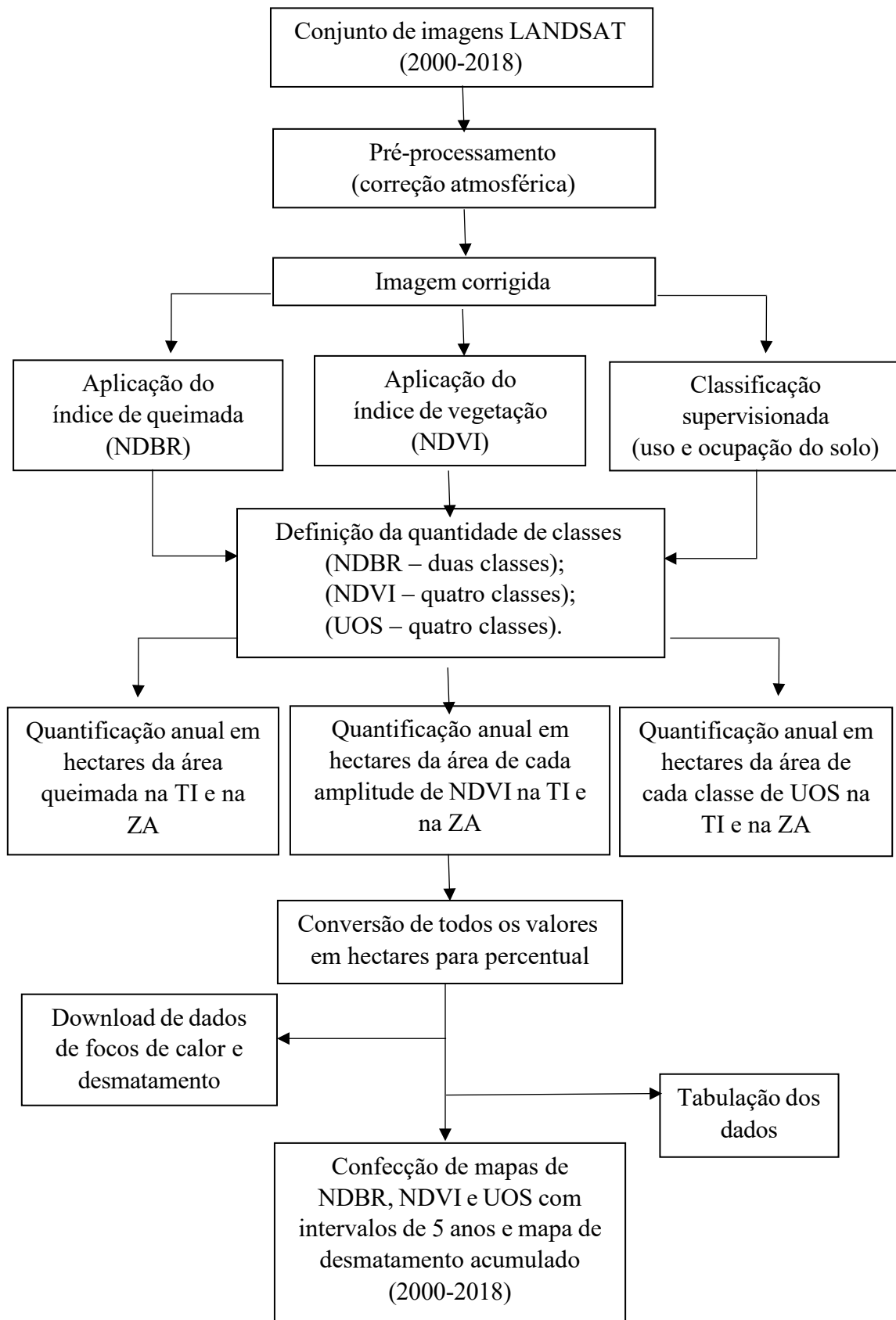


Figura 2. Fluxograma apresentando as etapas metodológicas.

1.2 Levantamento de dados

O mapeamento do uso e ocupação do solo e análise dos índices de queimada e vegetação foram executados através do método de interpretação visual de imagens advindas de sensores orbitais. Utilizou-se imagens dos satélites LANDSAT 5 no sensor TM (*Thematic Mapper*), LANDSAT 7 no sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) e LANDSAT 8 no sensor OLI (*Operational Land Imager*) que cobrisse toda a área correspondente a Terra indígena Governador incluindo zona de amortecimento, que foi determinada calculando um *buffer* de 5 km a partir dos limites da TI.

As imagens foram obtidas gratuitamente junto ao banco de dados de imagens do site Pesquisa Geológica dos Estados Unidos (USGS) e pertencem a uma série histórica correspondente aos anos de 2000 a 2018, no período compreendido entre os meses de junho a dezembro de cada ano. As imagens pertencem a órbita 222 de ponto 064 para todos os sensores utilizados. As datas referentes a cada imagens encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1. Datas do imageamento das imagens

Satélite	Sensor	Data	Satélite	Sensor	Data
LANDSAT - 5	TM	01/08/2000	LANDSAT - 5	TM	13/08/2010
LANDSAT - 5	TM	04/08/2001	LANDSAT - 5	TM	17/09/2011
LANDSAT - 7	ETM+	28/06/2002	LANDSAT - 7	ETM+	27/09/2012
LANDSAT - 5	TM	25/07/2003	LANDSAT - 8	OLI	04/07/2013
LANDSAT - 5	TM	09/06/2004	LANDSAT - 8	OLI	08/08/2014
LANDSAT - 5	TM	30/07/2005	LANDSAT - 8	OLI	27/08/2015
LANDSAT - 5	TM	01/07/2006	LANDSAT - 8	OLI	28/07/2016
LANDSAT - 5	TM	05/08/2007	LANDSAT - 8	OLI	15/07/2017
LANDSAT - 5	TM	22/07/2008	LANDSAT - 8	OLI	02/07/2018
LANDSAT - 5	TM	10/08/2009	-	-	-

1.3 Correção atmosférica

Com a finalidade de reduzir possíveis interferências na resposta espectral da imagem causadas pela atmosfera e por aerossóis foi realizada uma correção atmosférica. No entanto, antes da correção da imagem foram realizadas conversões com o intuito de tornar os dados mais convenientes para o mapeamento. A primeira delas, seguindo os estudos Ponzoni & Shimabukuro (2012), foi a conversão do número digital (ND) das imagens para valores de parâmetros físicos como a radiância e seguidamente, reflectância, ocorrendo assim os processos de calibração radiométrica e correção atmosférica, respectivamente.

A calibração radiométrica serviu como *input* para a correção atmosférica onde ambas foram realizadas no *software* ENVI (versão 5.3), através ferramentas *Radiometric Calibration* e do módulo de correção FLAASH (*Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes*), um módulo de correção atmosférica baseado no algoritmo de MODTRAN4 (KRUSE, 2004; ARIAS et al., 2014). Para isso, foram necessários os metadados das imagens (arquivo auxiliar com sufixo MTL) em que, estão presentes os dados relacionados as condições de coleta da plataforma, como por exemplo, coordenadas espaciais, a altura média em relação a superfície, data e hora da coleta, dentre outros.

Inicialmente o MODTRAN (*Moderate atmospheric resolution Transmission*) retira os efeitos da absorção e dispersão advindas de moléculas e partículas atmosféricas em suspensão e da radiação recebida pelo sensor, transformando esse brilho nos valores de reflectância da superfície (Berk, et al., 2000). O FLAASH (*Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes*) sendo um modulo avançado de correção atmosférica disponível no software ENVI (ENvironment for Visualizing Images), que é baseado no algoritmo de transferência de radiação MODTRAN4 foi desenvolvido pela Spectral Sciences Inc. (KRUSE, 2004).

1.4 Índice de vegetação

As imagens já corrigidas foram então abertas em um segundo *software*, o ArcMap (versão 10.3), em que aplicou-se o Índice de Vegetação na Diferença Normalizada (NDVI), o Índice de Queimada Normalizada (NDBR) e uma classificação supervisionada.

O NDVI foi calculado segundo a metodologia de Coutinho et al, (2016), em que, de acordo com Rosendo (2005), os valores próximos a 1 indicam vegetação mais densa, enquanto que os mais próximos a 0 (zero) superfície não vegetada.

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad \text{Equação 1}$$

Em que: *NIR* = a refletância no infravermelho próximo e *RED* = a refletância na região do visível (vermelho)

O NDBR foi calculado segundo metodologia utilizada por Fernandes et al. (2016). Para tanto são utilizadas as bandas do infravermelho próximo e infravermelho médio por apresentarem um melhor contraste entre a área queimada e a vegetação saudável. Esse índice é obtido através da equação abaixo:

$$NDBR = \frac{(NIR - MIR)}{(NIR + MIR)} \quad \text{Equação 2}$$

Em que: *NIR* = a refletância no infravermelho próximo e *MIR* = a refletância no infravermelho médio.

Após aplicação dos índices foi realizada a quantificação anual em hectares de todas as classes tanto para a TI quanto para ZA, em seguida os valores foram convertidos para percentual.

1.5 Uso e ocupação do solo

Para análise de uso e ocupação do solo foram pré-estabelecidas quatro classes com características definidas para o estudo, sendo elas: solo exposto, vegetação rala e vegetação densa e vegetação muito densa.

O método de classificação escolhido foi o supervisionado, onde o analista possui um conhecimento prévio da área analisada, relacionando áreas da imagem digital com as classes selecionadas. O algoritmo utilizado foi instruído para conseguir diferenciar as classes entre si, nesse processo o analista escolhe pequenas áreas de amostra da imagem contendo poucas centenas de pixel que representam de maneira uniforme a imagem (MENESES; SANO, 2012).

Após o processo de classificação, foi realizada a quantificação anual em hectares das classes definidas, valores que foram posteriormente convertidos em percentual.

1.6 Focos de calor e desmatamento

Os dados de focos de calor foram obtidos anualmente através de *download* no Banco de Dados de Queimadas do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em formato *shapefile*. Foi observado qual período de cada ano ocorreu a maior frequência dos focos. Os dados de focos de calor são detectados a partir de imagens de sensores que navegam a bordo de satélites polares da série NOAA, EOS (TERRA e ÁGUA) e satélites de órbita geoestacionária GOES e METEOSAT.

As características de resolução espacial, temporal e anal termal são apresentadas no Quadro 2. Procedeu-se na sequência com a quantificação e tabulação anual dos registros.

Quadro 2. Características orbitais, espaciais* e temporais, e canal termal dos satélites utilizados no monitoramento de focos de calor

Satélite	Orbita	Resolução espacial*	Frequência temporal	Canal Terminal
AQUA/TERRA	Polar	1 x 1	2 x 2 / dia	20 (3,66-3,84 μm)

NOAAs	Polar	1,1 x 1,1	2 x 2 / dia	3 (3,55-3,93 μm)
GOES	Geostacionária	4 x 4	96 x dia	2 (3,8-4 μm)
METEOSAT	Geostacionária	3 x 3	96 x dia	4 (3,48-4,36 μm)

*Resolução espacial nominal em quilômetros no canal termal no nadir da imagem

Os dados de desmatamento foram adquiridos pelo Programa PRODES/INPE (Projeto de monitoramento de desmatamento da floresta Amazônica), em formato vetorial (*shapefile*) onde logo em seguida foi realizada a quantificação e geração do mapa com o desmatamento acumulado entre os anos de 2000 e 2018 para toda a área da Terra Indígena e ZA. É importante ressaltar que a quantificação dos dados e a elaboração dos mapas foi realizada também pelo software ArcMap 10.3.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra os resultados anuais da área queimada na Terra indígena Governador.

Tabela 1. Área total em hectares e percentual das cicatrizes de queimadas na Terra indígena Governador e na ZA correspondente aos anos de 2000 a 2018.

Cicatrizes de queimadas em Hectares (ha)				
Ano	TI Governador	Percentual (%)	ZA	Percentual (%)
2000	3521,36	8,35	899,61	1,80
2001	2965,14	7,04	1107,72	2,22
2002	3792,84	9,00	2717,72	5,46
2003	2896,35	6,87	867,62	1,74
2004	158,24	0,37	131,3	0,26
2005	4094,46	9,72	893,1	1,79
2006	373	0,88	168,69	0,33
2007	3018,9	7,16	1322,02	2,65
2008	711,94	1,69	394,31	0,79
2009	2443,43	5,80	576,03	1,15
2010	4480	10,63	987,64	1,98
2011	3116,13	7,40	2311,68	4,65
2012	3578,88	8,49	4124,65	8,30
2013	97,5	0,23	82,19	0,16
2014	1813,4	4,30	652,33	1,31
2015	2701,56	6,41	924,33	1,85
2016	1886,30	4,47	1019,08	2,04
2017	1179,78	2,80	362,6	0,72
2018	1041,38	2,48	398,1	0,80
Total	43773,09	-	19940,72	-

Observa-se que entre os anos de 2000 a 2004, houve um decréscimo na área queimada da TI e da ZA, sendo 2002 o ano com maior índice de cicatrizes em ambas as

áreas nesse período do tempo correspondendo a 9% na TI e 5,46% na ZA. Dos anos citados acima, 2004 foi o ano que apresentou menor área queimada em relação aos anos anteriores, tanto na TI (0,37%) quanto na ZA (0,26%).

Em 2005 as cicatrizes apresentaram um aumento significativo de 10% comparado com o ano anterior. A área queimada do ano de 2005 (9,72%) se aproxima da área queimada de 2010 (10,63%), com uma diferença de 0,91%. Já na ZA a diferença é de apenas 0,19% no mesmo período de tempo. No entanto, houve queda nas cicatrizes tanto na TI quanto na ZA nos anos de 2006 de 8,84% e 1,46% e 2008 de 5,47% e 1,86%, respectivamente, quando comparados aos anos que os antecedem.

De 2010 a 2015 ambas as áreas apresentaram reduções nas cicatrizes, sendo a TI com 4,24% e a ZA com 0,13%, já de 2015 a 2018 as cicatrizes diminuíram gradativamente ano a ano na TI, nesse mesmo período, 2016 foi o ano com maior incidência de cicatrizes de queimadas na ZA, 2,04%, chegando em 2018 com 0,80%.

De maneira geral, verifica-se grande índice de área queimada na TI, evidenciando o ano de 2010 que foi o que apresentou maior incidência de cicatrizes, 10,63%. Segundo Ramos et al. (2011), 2010 foi um ano atipicamente seco, o que favoreceu a queima da biomassa vegetal. O autor afirma ainda que o ano de 2010 foi antecedido por dois anos atipicamente chuvosos (2008 e 2009) que além de evitarem a ocorrência de incêndios, induziram ao crescimento de mais biomassa vegetal, o que facilita o espalhamento do fogo, explicando os resultados encontrados nesse estudo para o ano de 2010.

No entanto, grande parte das queimadas é originária de atividades humanas, resultado de uma prática para realizar a limpeza de terrenos e abrir pastagens com uso do fogo (FEARNSIDE et al., 2007), ou seja, o grande aumento na área queimada no ano de 2010 pode ser atribuído ao clima seco, mas principalmente as ações de queimas criminosas relacionada ao desmatamento e ao avanço da fronteira agrícola.

No Maranhão, estado onde se localiza a TI Governador, a ocorrência de queimadas é modulada pelo evento ou não de precipitação, em outras palavras, os padrões de seca determinam os níveis de queimadas nos biomas do estado (SILVA JUNIOR et al., 2017). Estudos realizados por Masullo (2018), indicam que no Maranhão o município de Amarante do Maranhão está entre os de maior ocorrência de focos de queimadas e que se observou nível crítico de risco em regiões intra e circunvizinhas a terras indígenas situadas no município.

O fogo atinge a vegetação de forma agressiva devastando-a por inteira principalmente, em queimadas descontroladas. Na tabela 2 observa-se os valores em

hectares das classes de vegetação para resultados em intervalos de 5 anos devido à baixa variação anual em ambas as áreas.

Tabela 2. Área total em hectares e percentual das classes de Uso e ocupação do solo na Terra indígena Governador e na ZA correspondente aos anos de 2000 a 2018

Classes de Uso e ocupação do solo em Hectares (ha)					
Ano	Classes	TI Governador	Percentual (%)	ZA	Percentual (%)
2000	Veg. muito densa	266221,57	63,23	21345,88	42,90
	Vegetação densa	9963,18	23,67	25375,83	51
	Vegetação rala	5469,51	12,98	2566,79	5,15
	Solo exposto	51,29	0,12	465,15	0,95
2005	Veg. muito densa	27824,41	66,08	16370,37	32,92
	Vegetação densa	9777,12	23,22	29482,56	59,25
	Vegetação rala	4451,75	10,57	3467,03	6,96
	Solo exposto	52,27	0,13	433,69	0,87
2010	Veg. muito densa	27559,76	65,45	16069,91	32,29
	Vegetação densa	9979,82	23,70	30549,94	61,40
	Vegetação rala	4552,56	10,81	2832,94	5,69
	Solo exposto	13,41	0,04	300,86	0,62
2015	Veg. muito densa	23773,57	56,46	13836,11	27,80
	Vegetação densa	14651,75	34,79	29907,01	60,11
	Vegetação rala	3550,91	8,43	5057,42	10,16
	Solo exposto	129,32	0,32	953,11	1,93
2018	Veg. muito densa	31617,67	75,09	17918,3	36,01
	Vegetação densa	8363,12	19,86	27573,19	55,44
	Vegetação rala	2103,7	4,99	4073,75	8,18
	Solo exposto	21,06	0,06	188,41	0,37

Nota-se que na TI a classe de vegetação muito densa predominou em todos os anos, mas se mostra decrescer apesar de ocupar sua maior área no ano de 2018, (75,09%). A classe de vegetação densa foi a segunda maior, sofrendo variações entre os anos de 2015 e 2018, com aumento de 10,64 % e queda de 14,93%, respectivamente.

A vegetação rala não demonstra grandes variações no decorrer dos anos, exceto para o ano de 2018 que apresentou queda de 3,44% em relação ao ano anterior. A classe de solo exposto, como já esperado, é a que ocupa menor área em todos os anos.

Na ZA a classe de vegetação muito densa diminui em 6,89% quando comparados os anos de 2018 com 2010. Já a classe de vegetação densa é a que predomina nessa área, diferente das características observadas na TI e, apresenta queda de 4,67% no ano de 2018 com relação ao ano anterior. A vegetação rala apresenta pouca variação no decorrer dos anos de 2000, 2005 e 2010, já 2015 foi o ano com sua maior área (10,16%). A classe de

solo exposto ocupa sua maior área também em 2015, correspondendo a 1,93% e 2018 a menor com 0,37%.

A análise das classes de uso e ocupação do solo mostram que existe pouca variação de hectares mesmo com o intervalo de cinco anos, principalmente para o ano de 2010 quando comparado ao ano de 2005, mesma característica observada na tabela 1, na qual a variação da área queimada entre esses dois anos é baixa, 0,91%.

Aximoff et al. (2016), concluíram que quanto mais uma área florestal sofre queimadas, mais ela se diferencia da composição e estrutura original, visto que o vigor vegetativo das áreas afetadas pelo fogo demoram algum tempo para se regenerar e dependendo da severidade pela qual foi atingida ou do uso da terra, nem mesmo voltam para o seu estado original.

Segundo Miranda et al. (2006), o tempo de regeneração da vegetação depende do bioma no qual ela pertence, no cerrado por exemplo, a biomassa é recuperada variando de 1 a 1,5 ano, considerando queimadas feitas durante a estação seca.

Para o NDVI foram determinadas 4 classes, como mostra a tabela 3, onde os menores valores indicam baixo vigor vegetativo, expresso pela ausência ou pouca vegetação, já os valores mais altos indicam exatamente o contrário. O índice apresentou amplitudes diferentes para a série histórica avaliada, assim como áreas diferentes para cada variação, mostrando as mudanças anuais na cobertura vegetal da área estudada.

Tabela 3. Área total em hectares e percentual das classes NDVI na Terra indígena Governador e na ZA correspondente aos anos de 2000 a 2018

Ano	Classes	Variação de NDVI em Hectares (ha)			
		TI Governador	Percentual (%)	ZA	Percentual (%)
2000	-0,65 a 0,42	4969,71	11,80	2222,88	4,46
	0,42 a 0,59	5559,64	13,20	10468,63	21,05
	0,59 a 0,73	6400,2	15,21	15309,75	30,77
	0,73 a 0,92	25176	59,79	21752,39	43,72
2001	-0,56 a 0,42	5078,42	12,06	2645,53	5,31
	0,43 a 0,59	5468,35	12,98	12905,95	25,93
	0,6 a 0,72	6738,18	16,02	14485,18	29,14
	0,73 a 0,92	24820,59	58,94	19717	39,62
2002	-0,47 a 0,02	3582,07	8,51	2225,01	4,47
	0,02 a 0,19	8578,37	20,37	12676,19	25,48
	0,19 a 0,33	13824,02	32,83	19646,57	39,48
	0,33 a 0,55	16121,09	38,29	15205,88	30,57
2003	-0,40 a 0,39	4074,56	9,69	2985,58	6,02
	0,39 a 0,56	7064,33	16,77	16296,56	32,75
	0,56 a 0,70	13336,94	31,67	15886,2	31,92

	0,71 a 0,92	17629,72	41,87	14585,31	29,31
2004	-0,69 a 0,55	3682,49	8,74	3575,03	7,19
	0,55 a 0,68	6830,69	16,24	10066,69	20,23
	0,68 a 0,78	6781,99	16,10	16103,09	32,36
	0,79 a 1	24810,38	58,92	20008,84	40,22
2005	-0,49 a 0,39	4215,39	10,01	3743,95	7,52
	0,4 a 0,56	5190,79	12,39	16292,12	32,74
	0,56 a 0,71	7457,67	17,70	14031,95	28,22
	0,71 a 0,93	25241,72	59,90	15685,63	31,52
2006	-1 a 0,45	975,02	2,32	1449,52	2,92
	0,45 a 0,61	5900,41	14,01	8368,85	16,82
	0,61 a 0,74	6924,34	16,45	16048,99	32,25
	0,74 a 0,99	28305,78	67,22	23886,29	48,01
2007	-0,34 a 0,41	5065,91	12,02	7249,52	14,57
	0,41 a 0,55	5429,37	12,88	16247,54	32,66
	0,55 a 0,69	10988,96	26,10	12941,99	26,01
	0,69 a 0,90	20631,21	49	13314,56	26,76
2008	-0,63 a 0,45	3061,3	7,27	5837,39	11,73
	0,45 a 0,58	5445,93	12,93	13805,63	27,75
	0,58 a 0,71	6264,65	14,88	13581,5	27,30
	0,71 a 1	27333,68	64,92	16529,63	33,22
2009	-0,46 a 0,42	3338,11	7,93	2801,08	5,62
	0,42 a 0,57	5161,49	12,26	14265,58	28,67
	0,57 a 0,71	5594,81	13,28	14830,17	29,81
	0,71 a 0,91	28011,14	66,53	17856,82	35,90
2010	-0,25 a 0,39	5773,67	13,71	6303,59	12,66
	0,39 a 0,55	5102,86	12,13	19696,09	39,59
	0,55 a 0,70	11977,23	28,44	13417,52	26,97
	0,70 a 0,91	19251,79	45,72	10336,45	20,78
2011	-0,43 a 0,40	4902,23	11,64	14396,16	28,93
	0,40 a 0,55	6216,34	14,76	15575,39	31,31
	0,55 a 0,70	12390,33	29,43	9908,91	19,92
	0,70 a 0,90	18596,65	44,17	9873,19	19,84
2012	-0,16 a 0,33	8663,53	20,57	16079,49	32,32
	0,33 a 0,46	11955,51	28,40	14710,44	29,57
	0,46 a 0,61	13478,33	32,01	10237,85	20,58
	0,61 a 0,90	8008,18	19,02	8725,87	17,53
2013	-0,16 a 0,24	677,41	1,62	1136,17	2,28
	0,24 a 0,34	12442,33	29,55	9834,9	19,76
	0,34 a 0,41	21048,56	49,98	20711,3	41,63
	0,41 a 0,6	7937,25	18,85	18071,28	36,33
2014	-0,82 a 0,44	3749,88	8,91	5594,42	11,24
	0,44 a 0,59	5654,21	13,43	18974,65	38,14
	0,59 a 0,75	11225,48	26,66	13511,59	27,16
	0,75 a 0,95	21475,98	51	11672,99	23,46

2015	-0,80 a 0,41	5860,77	13,92	10691,06	21,48
	0,41 a 0,54	8483,89	20,15	18949,85	38,08
	0,54 a 0,70	13849,66	32,89	11437,3	22,98
	0,70 a 0,95	13911,23	33,04	8675,44	17,46
2016	-0,10 a 0,18	3175,67	7,54	1246,38	2,51
	0,18 a 0,26	6946,77	16,50	19958,13	40,11
	0,26 a 0,32	18306,31	43,48	17483,42	35,14
	0,32 a 0,52	13676,8	32,48	11065,72	22,24
2017	-0,13 a 0,22	2872,31	6,82	1223,33	2,46
	0,22 a 0,31	7164,58	17,02	14612,98	29,48
	0,31 a 0,38	13508,82	32,08	19189,24	38,56
	0,38 a 0,57	18559,84	44,08	14728,13	29,50
2018	-0,12 a 0,23	3062,71	7,27	2461,79	4,95
	0,23 a 0,32	8673,87	20,60	17818,89	35,81
	0,32 a 0,39	19435,87	46,16	18450,69	37,08
	0,39 a 0,5	10933,1	25,97	11022,28	22,16

A análise dos valores em hectares permite inferir que a última classe das quais apresentam os maiores valores de NDVI indicando superfície mais vegetada se mantem com o maior percentual em hectares na TI anualmente, exceto para os anos de 2012, 2013, 2016 e 2018 que apresentaram menores valores com relação a classe seguinte (Tabela 3).

Os menores valores de NDVI correspondem ao menor percentual de hectares em ambas as áreas, valores estes que se aproximam dos resultados obtidos pelas cicatrizes de queimadas (Tabela 1).

Em um estudo de 20 anos à cerca da variabilidade de NDVI na região Nordeste do Brasil, Barbosa et al. (2006) destacam que mudanças da cobertura vegetal podem estar associadas a diversos fatores como ao regime pluviométrico da região, a dinâmica natural da sua vegetação, e à ação antrópica (agricultura, ocupação, queimadas etc.).

As figuras 3, 4, 5, 6 e 7 mostram os mapas de NDBR, Uso e ocupação do solo e NDVI na TI Governador e na ZA referentes aos anos de 2000, 2005, 2010, 2015 e 2018 respectivamente. O índice de queimada normalizada apresentou a mesma variação em todos os anos, de -1 a 1 (Figuras 3A, 4A, 5A, 6A e 7A), onde o valor negativo indica as cicatrizes de queimadas caracterizadas em um tom de vermelho, o restante da área com valor positivo não foi identificada.

Observa-se visualmente que as cicatrizes de queimada diminuem em ambas as áreas com o passar dos anos, no entanto sempre se concentram nos mesmos locais, indicando o local usado pelos indígenas tanto para moradia quanto para uso de práticas agrícolas de subsistência.

É nítida a semelhança observada quando confrontados os mapas do ano de 2000 (figuras 2A, 2B e 2C) onde as cicatrizes de queimadas se concentram nas mesmas áreas que apresentam as classes de vegetação rala e solo exposto, assim como também os menores valores de NDVI.

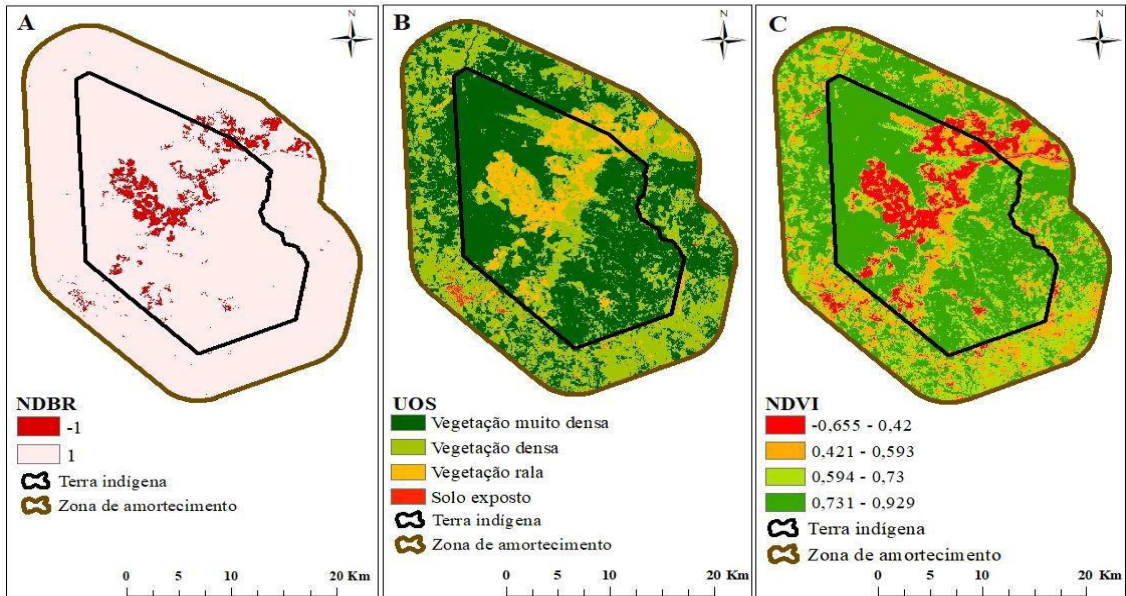


Figura 3. Mapas de NDBR, uso e ocupação do solo e NDVI da TI Governador referentes ao ano de 2000

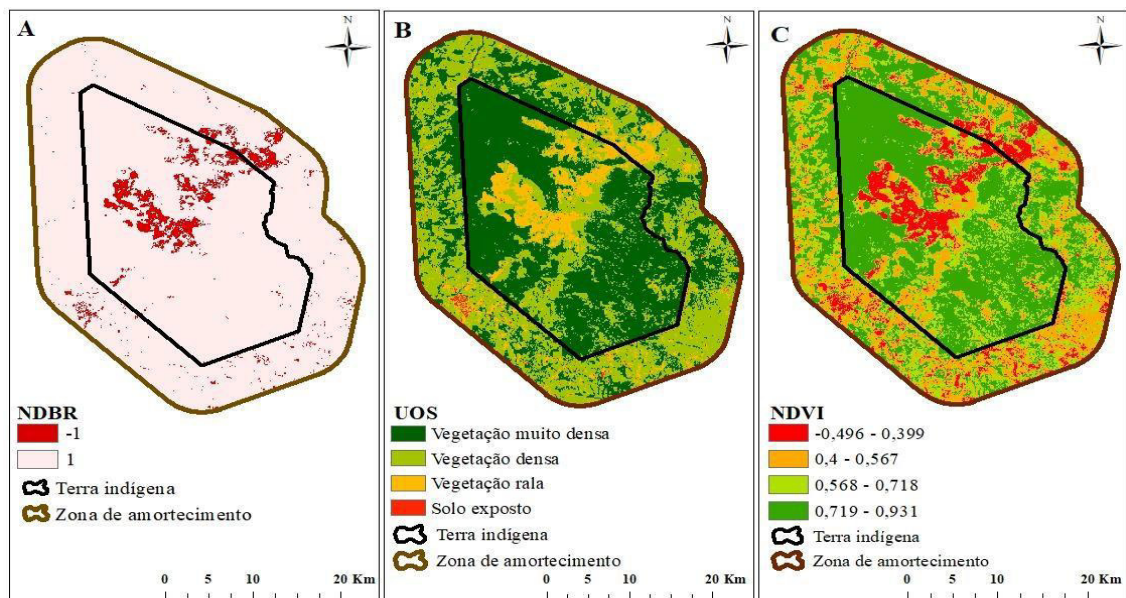


Figura 4. Mapas de NDBR, uso e ocupação do solo e NDVI da TI Governador referentes ao ano de 2005

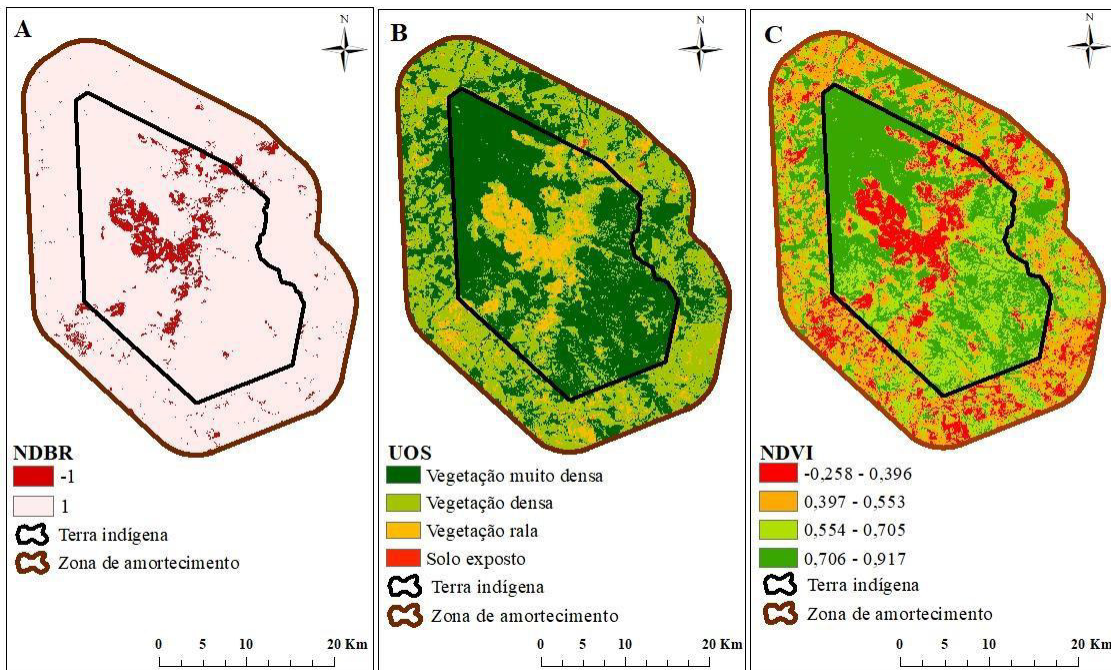


Figura 5. Mapas de NDBR, uso e ocupação do solo e NDVI da TI Governador referentes ao ano de 2010

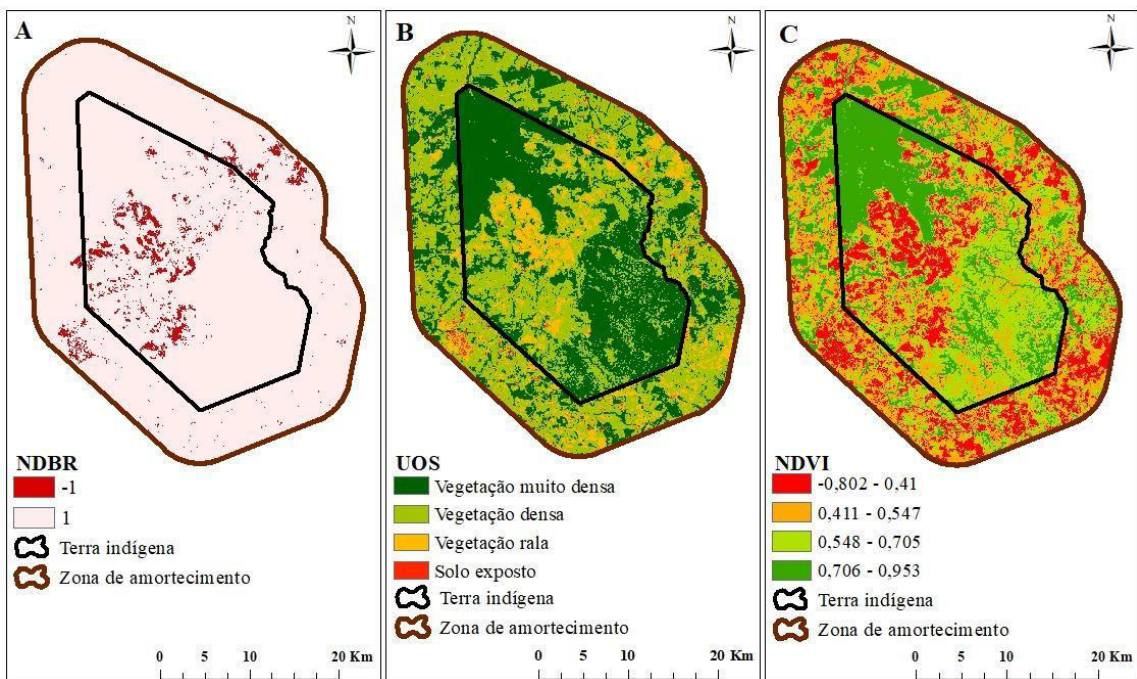


Figura 6. Mapas de NDBR, uso e ocupação do solo e NDVI da TI Governador referentes ao ano de 2015

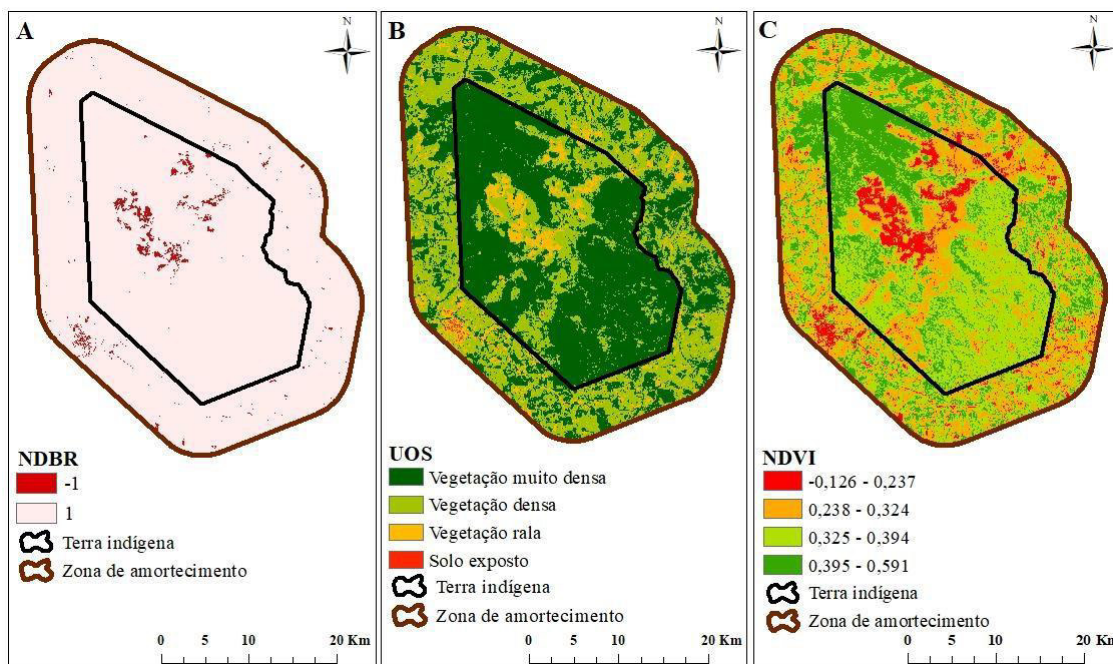


Figura 7. Mapas de NDBR, uso e ocupação do solo e NDVI da TI Governador referentes ao ano de 2018

A semelhança visual ocorre por que áreas atingidas pelo fogo tendem a apresentar vegetação menos densa, visto que essa vegetação ainda se encontra em estado regenerativo inicial, apresentando rebroto da vegetação queimada, que consequentemente vão apresentar menor amplitude de NDVI, uma vez que esse índice se baseia no vigor vegetativo da área. Observa-se a mesma característica nos mapas das figuras 3, 4, 5 e 6.

Foram detectados 13446 focos de calor entre janeiro de 2000 e dezembro de 2018, destes 7024 ocorreram na TI e 6422 na ZA. A distribuição dos dados mostrou predominância dos focos na TI, principalmente nos últimos 6 anos (2012 a 2018), onde observa-se aumento expressivo dos focos, correspondendo a 85,98 % (6039 focos) do total de ocorrências na TI, com exceção de 2018 que apresentou queda de 31,84% (2236 focos) com relação ao ano anterior (Tabela 4).

Na ZA os focos de calor se mostram mais uniformes no decorrer dos anos se mantendo a baixo da média, exceto para os anos de 2012, 2015 e 2017, que foram os que apresentaram maior incidência de focos e juntos representam mais da metade do total de focos do buffer, o equivalente a 52,77% (3389 focos).

Tabela 4. Focos de calor na Terra indígena Governador e no buffer correspondente aos anos de 2000 a 2018

Ano	Focos de calor		Total
	TI Governador	Buffer	
2000	6	30	36
2001	33	59	92

2002	86	159	245
2003	20	32	52
2004	83	163	246
2005	110	304	414
2006	39	104	143
2007	232	374	606
2008	80	216	296
2009	48	65	113
2010	200	188	388
2011	48	125	173
2012	1778	963	2741
2013	104	186	290
2014	488	317	805
2015	592	1492	2084
2016	649	215	864
2017	2332	934	3266
2018	96	496	592
Total	7024	6422	13446

A variação mensal mostrou tendência de aumento de ocorrências de focos no segundo semestre do ano, período incluso entre as datas de aquisição das cenas, as ocorrências aumentam a partir de julho, atingindo o máximo nos meses de agosto, setembro e outubro. A partir de novembro verificou-se diminuição nas ocorrências e em dezembro o número de focos retornou ao valor da média do período anterior ao crítico (janeiro a junho), (Figuras, 8 e 9).

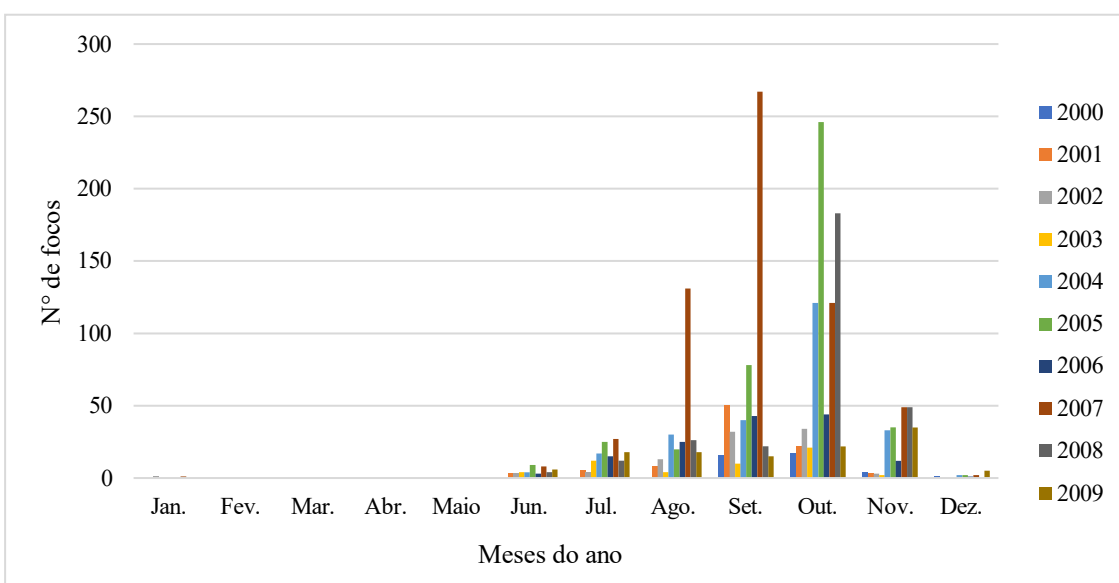


Figura 8. Número de Focos de calor na TI Governador registrados mensalmente, período de 2000-2009.

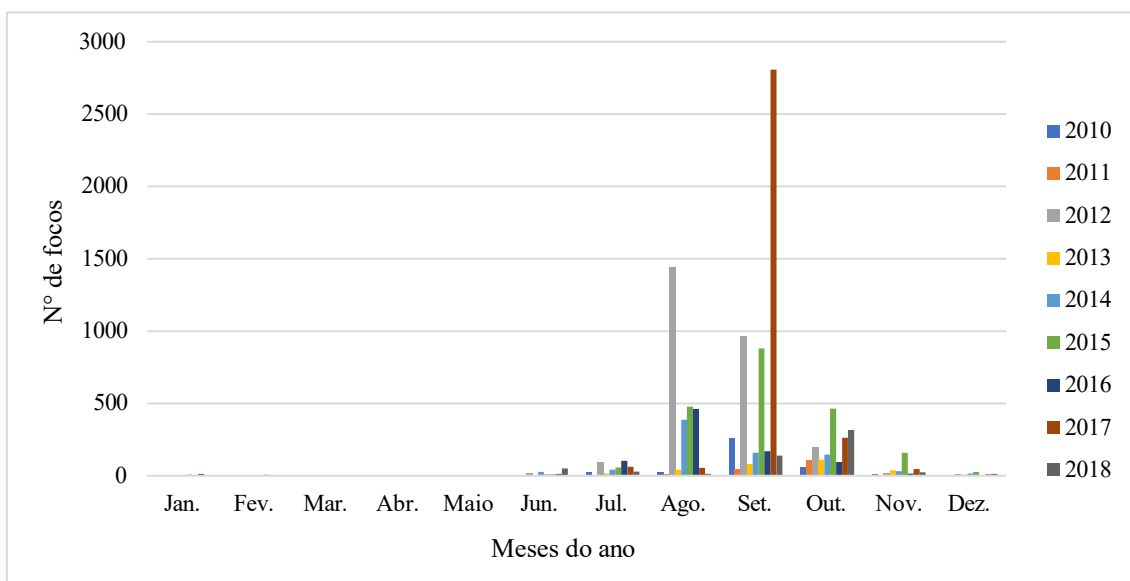


Figura 9. Focos de calor registrados mensalmente, (2010-2018)

A incidência de focos de calor nos últimos meses do ano é advinda da ausência de precipitação, da baixa umidade do ar e das elevadas temperaturas que são características da região nordeste do Brasil nessa época do ano.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Ribeiro & Albuquerque (2020) para o estado do Piauí. Os autores constaram uma predominância na ocorrência dos focos de calor no segundo semestre do ano (julho a dezembro), sendo que os maiores registros ocorreram sempre nos meses de agosto, setembro e outubro.

Souza et al. 2012 ressalta que o grau de risco de incêndio é determinado não só pela ameaça que apresenta em um único dia, mas sim pelo acúmulo do efeito de dias desfavoráveis. Isso ocorre porque, quanto mais dias críticos houver, mais seco se tornará o material florestal e mais favoráveis se tornarão as condições atmosféricas para o surgimento e propagação de ocorrências de queimadas descontroladas.

A figura 10 mostra o desmatamento acumulado entre os anos de 2000 e 2018. Nota-se que praticamente quase toda área fora da TI já foi desmatada durante o período estudado. Foram contabilizados um total de 47306,1 ha de desmatamento, desses 13,73% ocorreram na TI, o equivalente a 5780,8 ha, cerca de 304,25 ha por ano. Na ZA, 83,46% da área foi desmatada, o que corresponde a 41525,3 ha, o que se aproxima 2306,97 ha anualmente. Observa-se que o desmatamento na TI ocorreu de maneira fragmentadas, ou seja, algumas poucas partes desmatadas ao longo da área.

Machado (2012) relata que o desmatamento surge como primeira opção no fixar-se das populações e no desenvolvimento da agricultura, realizando a queima de restos de

vegetação não utilizadas na limpeza da área, o que ocorre de maneira empírica dos tempos mais remotos até a atualidade.

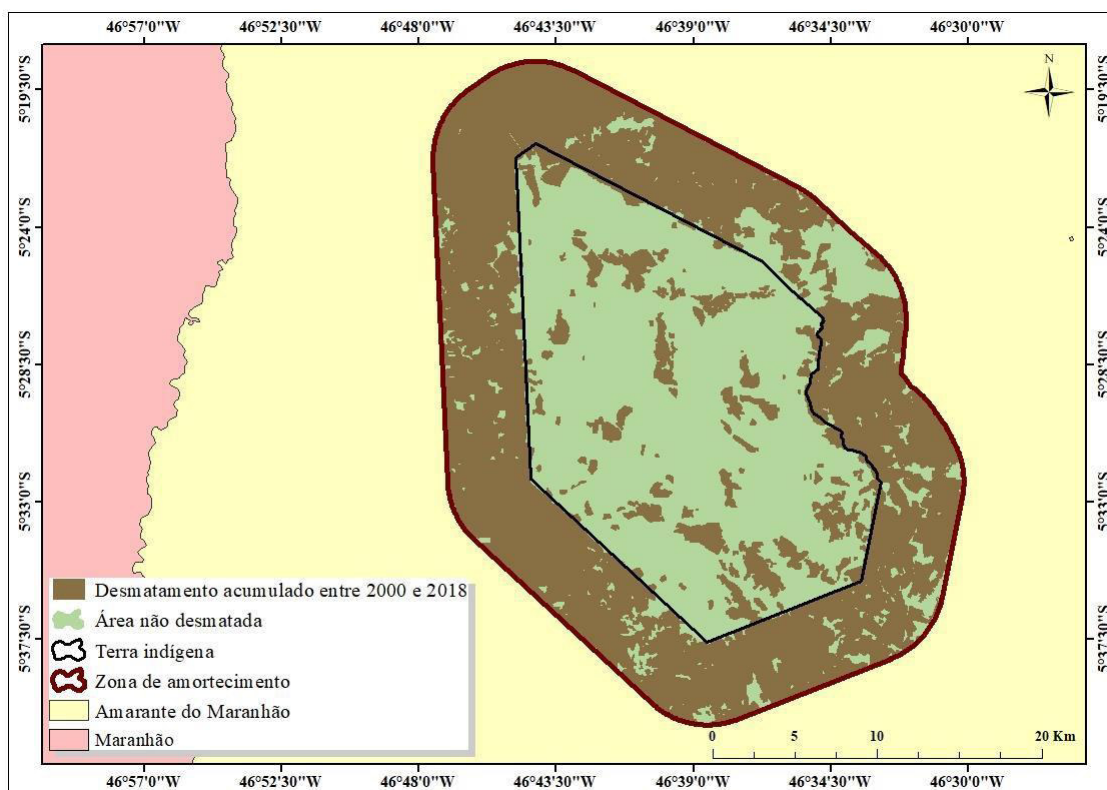


Figura 10. Mapa de desmatamento acumulado entre os anos de 2000 e 2018 na TI Governador e sua zona de amortecimento

Confrontado os mapas de cicatrizes de queimadas com o de desmatamento observa-se certa discrepância entre os resultados, já que a área queimada está concentrada em um local padrão, além de sempre estar maior quantidade na TI (Tabela 1) ocorrendo o oposto com o desmatamento.

De acordo com Homma et al. (1998) o desmatamento acontece a partir de duas vertentes: a dos indígenas, caracterizada pela baixa frequência de derrubadas e queimadas e pelo longo tempo de pousio; e a dos pequenos produtores, que ao contrário dos indígenas, se caracteriza pela alta frequência de derrubadas e queimadas e pelo curto período de pousio, o que justifica os resultados encontrados nesse estudo.

Com base na relação desmatamento pode-se afirmar que a TI Governador está cumprindo bem o seu papel como AP, visto que, como observado na figura 10, houve predominância da área desmatada fora da TI.

Os resultados obtidos nessa pesquisa corroboram com os encontrados por Morelli (2009), onde ele identificou alto índice de área queimada em TIs do Pantanal. O autor relata ainda que em relação às TIs, a legislação não é específica no que se refere à

determinação do uso do solo. Ela contempla somente o acesso à área, que tem como objetivo a preservação da população indígena, seus costumes e tradições. Esta condição, e a falta de meios reais de planejamento e combate do fogo, propiciam a alta incidência de focos de incêndio nas terras indígenas.

De acordo com Masullo (2015), existe um conjunto de fatores ambientais e sociais do espaço (sazonalidade climática, geomorfologia, biomas, recursos hídricos, economia local, etnias e valores sociais e os modos de produção tradicional de cada povo) que influenciam os resultados da incidência de focos de queimadas em cada TI. Uma vez que as TI's têm significativa diferenciação das estruturas sociais e econômicas, sob a ótica das análises científicas estas áreas apresentam um alto índice de pessoas vivendo abaixo da linha da extrema pobreza, elevadas taxas de analfabetismo, baixo IDHM além de quase inexistente percentual de domicílios com serviços de coleta de resíduos e esgotamento sanitário.

Ainda na mesma perspectiva, estudos realizados por Miranda et al. (2006) indicam que no Maranhão o índice de queimadas nas áreas protegidas (TI's e UC) é bastante elevado e fica entre 30 a 50% dos obtidos nas áreas não protegidas do estado. Esses números ilustram o problema da conservação da vegetação e da perda das pretendidas funções de áreas protegidas quando a ocupação humana aproxima e amplia-se no seu entorno.

Corroborando com esse cenário, nota-se predominância de áreas queimadas no Maranhão, segundo relatórios do IMESC (2015), no segundo semestre de cada ano. O que indica um forte padrão sazonal de ocorrência de queimadas no estado, constatando a hipótese de que os eventos de queimadas se intensificam nos meses de estiagem no território maranhense, como afirmam diversos autores, a exemplo de Bezerra et al., (2018).

França e Setzer (2001) reconhecem esse período de maior ocorrência de queimadas como “estação do fogo”, essa fase geralmente começa a se intensificar no final de agosto/início de setembro, o que valida o alto índice de área queimada encontrada nesse estudo considerando a área total da TI, visto que todo o estado é afetado pelo uso inadequado do fogo.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos na presente pesquisa concluir-se que houve um grande índice de área queimada na TI Governador no decorrer de 18 anos, o

equivalente a 43773,09 ha, 667,54 ha a mais que área total da TI, sendo 2010 o ano com maior área.

A aplicação do NDVI mostrou que grande eficiência na identificação de área queimada, visto que tanto os resultados em hectares da classe com os menores valores quanto a observação visual mostraram resultados satisfatórios.

Para as classes de uso e ocupação do solo, observou-se predominância de cicatrizes de queimadas nas classes de vegetação rala e solo exposto o que indica uso para atividades de subsistência pois as cicatrizes apresentam em média um tamanho de 2431,84 ha.

A maior incidência de focos de calor ocorreu no segundo semestre de cada ano (junho a dezembro), período de menor índice de precipitação e o desmatamento se manteve em maior quantidade fora da TI (zona de amortecimento), em torno de 83,46%.

De modo geral, é possível afirmar que TI's precisam de mais atenção referente a conservação do meio ambiente, visto que uma mudança significativa na efetivação das políticas públicas relativas ao uso e ocupação do solo, utilizando informações integradas entre as instituições, pode não só redirecionar ações de combate a degradação ambiental, bem como aumentar o conhecimento dos gestores e formadores de opinião de cada comunidade indígena, alterando a realidade local que certamente culminarão no uso do fogo de forma controlada, baseado nos modos tradicionais de vida dessas comunidades.

6. REFERÊNCIAS

ALENCAR, A.; ASNER, G. P.; KNAPP, D. E.; ZARIN, D. Temporal variability of forest fires in eastern Amazonia. **Ecological Applications**, v.21, n.7, p.2397-2412, 2011.

ARIAS, H. A.; ZAMORA, R. M.; BOLANOS, C. V. Metodología para la corrección atmosférica de imágenes Aster, RapidEye, Spor 2 y Landsat 8 con el modulo FLAASH del software ENVI. **Revista Geográfica de América Central**, v.2, n.53, p. 39-59, 2014.

Aximoff, I.; Freitas, A. F. N.; Braga, J. M. A. Post-fire natural regeneration in altitude fields in Itatiaia National Park, southeastern Brazil. **Oecologia Australis**, v.20, n.2, p.62-80, 2016.

BARBOSA, H. A.; HUETE, A. R.; BAETHGEN, W.E. A 20-year study of NDVI variability over the Northeast Region of Brazil. **Journal of Arid Environments**, v.67, p. 288-307, 2006.

BATISTA, A. C. Detecção de incêndios florestais por satélites. **Revista Floresta**, v.34, n.2, p.237-241, 2004.

BERK, A., ANDERSON, G. P., ACHARYA, P. K., CHETWYND, J. H., BERNSTEIN, L. S., SHETTLE, E. P., MATTHEW, M. W.; ADLER-GOLDEN, S. M. Air force research laboratory space vehicles directorate air force materiel command hanscom afb, MA, 01731-3010. **MOD-TRAN4 user's manual**. 98p., 2000.

BLASCHKE, T. & KUX, H. **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados**. 2.ed. São Paulo, 304p, 2007.

BORATTO, I. M. P. & GOMIDE, R. L. Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. (SBSR), Foz do Iguaçu-PR. **Anais ...** São José dos Campos: INPE. p. 7345-7352, 2013.

BRAGA, J. V. **Mapeamento de áreas queimadas usando séries temporais normalizadas derivadas de dados NBR-MODIS durante o período 2001-2014 no Parque Nacional das Emas**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília. Departamento de Geografia, 2015.

BRANDO, P. M.; NEPSTAD, D. C.; BOLKER, B.; CHRISTMAN, M. C.; COE, M.; PUTZ, F. E. Fire-induced tree mortality in a neotropical forest: the roles of bark traits, tree size, wood density and fire behavior. **Global Change Biology**, v.18, n.2, p.630-641, 2012.

CÂMARA, G. MONTEIRO, A. M., FUCKS, D. S., CARVALHO, M. S. **Análise espacial e geoprocessamento**. Brasília, EMBRAPA, 2004.

CANO- CRESPO, A.; OLIVEIRA, P. J.; BOIT, A.; CARDOSO, M.; THONICKE, K. Forest edge burning in the Brazilian Amazon promoted by escaping fires from managed pastures. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, v.120, n.10, p.2095-2107, 2015.

CARDOZO, F. S.; MARTINS, F. S. R. V.; PEREIRA, L. O.; SATO, L. Y.; MOURA, Y. M. M.; PEREIRA, G.; SHIMABUKURO, Y. E. Avaliação de áreas queimadas a partir dos índices NDVI e NDBR. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, **Anais ...** Curitiba, p.7950-7957. 2011.

COUTINHO, M. A. N.; FERNANDES, A. C. G.; SANTOS, V. G.; NASCIMENTO, C. R. N. Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI, SAVI, RATIO E IAF para identificação de queimadas. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 70-81, 2016.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: Instituto de Geociências/UNICAMP, 1992. 170 p. Reimpressão, 2002.

DEMARCHI, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L. Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo –SP usando imagens Landsat–5. **Revista Raega**, v.21, p.234-271, 2011.

DIAS, L. O.; GUILLETO, D. S.; GUARÁ, E. B.; GAVIÃO, E. M.; GAVIÃO, J. G. C.; CARDOSO, J.; COSTA, K. B. T.; GAVIÃO, L. C.; GAVIÃO, M. L. B. M.; GAVIÃO, M. G.; TIMBIRA, M. B.; GAVIÃO, R. B.; GAVIÃO, S. B. Pyhcop cati jijõ pjii - território gavião do Maranhão. **Articulação na construção do saber.**, v.2, n.1, p.184-202, 2017.

FEARNSIDE, P. M.; BARBOSA, R. I.; GRAÇA, P. M. L. A. Burning of secondary forest in Amazonia: Biomass, burning efficiency and charcoal formation during land preparation for agriculture in Apiaú, Roraima, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.242, p.678-687, 2007.

FERNANDES, A. C. G.; COUTINHO, M. A. N.; SANTOS, V. G.; NASCIMENTO, C. R. Utilização de intervalos de índices de vegetação e temperatura da superfície para detecção de queimadas. **Caderno de Ciências Agrárias**, v.8, n.2, p.30-40, 2016.

FILHO, F. L. C. Relatório diagnóstico do município de amarante do maranhão. **CPRM – Serviço Geológico do Brasil**. 2011.

FRANÇA, H.; SETZER, A. AVHRR Analysis of a Savanna Site Through a Fire Season in Brazil. **Int. J. Remote Sensing**, v.22, n.13, p.2449-246, 2001.

FREITAS, L. C. & SANT'ANNA, G. L. Efeitos do fogo nos ecossistemas florestais. **Revista Madeira**, n.79, p.223-234, 2004.

FUNAI. FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO. 2020. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>. Acesso em 11/02/2020.

GONÇALVES, J. S. A Prática da Queimada no Saber Tradicional e na Concepção Científica de Risco: Estudo Sobre o Uso do Fogo por Pequenos Produtores Rurais do Norte do Estado de Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

HOMMA, A.K.O.; WALKER, R.T.; SCATENA, F.N.; CONTO, A.J.; CARVALHO, R.A.; FERREIRA, C.A.P.; SANTOS, A.I.M. **Redução dos desmatamentos na Amazônia: política agrícola ou ambiental?** In: HOMMA, A.K.O (ed.). *Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola*. Brasília, EMBRAPA-SPI, p.120-141 CAPÍTULO 5, 1998.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10/01/2020.

IMESC. INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. Análise da Incidência de Focos de Queimadas nas Terras Indígenas do Estado do Maranhão. In: **Relatório Técnico**. São Luís, 25p., 2015.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2020. Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>. Acesso em 11/01/2020.

JUNIOR, C. H. L. S.; ANDERSON, L. O.; ARAGÃO, L. E. O. C.; RODRIGUES, B. D. Dinâmica das Queimadas no Cerrado do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v.35, p.1-14, 2018.

KRUSE, F. A. Comparison of ATREM, ACORN and FLAASH atmospheric corrections using low-altitude AVIRIS data of Boulder, CO. In: Summaries of 13th JPL Airborne Geoscience Workshop, Jet Propulsion Lab, Pasadena, Ca. 2004.

LAZZARINIL, G. M. J.; OLIVEIRA, L. N.; GIONGO, M.; LIMA, W. G.; FEITOSA, T. C. S. Avaliação da Eficácia da Implementação de Brigadas Indígenas como Política de Combate a Incêndios Florestais. **Biodiversidade Brasileira**, v.6, n.2, p.106-120, 2016.

LEONEL, M. O uso do fogo: o manejo indígena e a piromania da monocultura. **Estudos Avançados**, v.14, n.40, p.231-250, 2000.

LOZANO, F. J., SUAREZ-SEOANE, S., LUIS, E. Assessment of several spectral indices derived from multi-temporal landsat data for fire occurrence probability modelling. **Remote Sensing of Environment**. v.107. p. 533-544, 2007.

MACEDO, M. A. & RUDORFF, B. F. T. Estimativa da perda de solo por erosão laminar na Bacia do rio São Bartolomeu-DF usando técnicas de geoprocessamento. In: Simpósio Latino-americano de Perepción Remota, 9, Puerto Iguazú. **Anais...** Puerto Iguazú: SELPER, p.761-770, 2000.

MACHADO, C. A. Desmatamentos e queimadas na região norte do estado do Tocantins. **Caminhos de Geografia**, v.13, n.43, p.217–229, 2012.

MASULLO, Y. A. G. Aspectos socioeconômicos e a incidência de queimadas nas terras indígenas do estado do maranhão. **Revista Geografar**, v.10, n.2, p.112-139, 2015.

MASULLO, Y. A. G.; Análise preditiva de ocorrências de incêndios no bioma amazônico do Maranhão. **GeoTextos**, vol. 14, n. 2, p.185-211, 2018.

MATRICARDI, E. A. T.; SKOLE, D. L.; PEDLOWSKI, M. A.; CHOMENTOWSKI, W. Assessment of forest disturbances by selective logging and forest fires in the Brazilian Amazon using Landsat data. **International Journal of Remote Sensing**, v.34, n.4, p.1057-1086, 2013.

MEDEIROS, M. B. & FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra Da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, v.14, n.2, p.157-168, 2004.

MELO, M. & GAVIÃO, P. B. A. Transmissão de nomes gavião: fabricando pessoas e coletividades (gavião pyhcopcati ji –amazônia maranhense). **Articulação e construção dos saberes**, v.2, n.1, p. 218-238, 2017.

MELO, M. M. & SAITO, C. H. Regime de queima das caçadas com uso do fogo realizadas pelos Xavante no Cerrado. **Biodiversidade Brasileira**, v.1, n.2, p.97-109, 2011.

MENESES, P. R. & SANO, E. E. Classificação pixel a pixel de imagem, In: Meneses, P. R.; Almeida, T. D. Introdução ao processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Brasília, DF. **Editora da Universidade de Brasília**, p.18, 2012.

MILLER, J. D. & THODE, A. E. Quantifying burn severity in a heterogeneous landscape with a relative version of the delta Normalized Burn Ratio (dNBR). **Remote Sensing of Environment**. v.109, p. 66-80, 2007.

MIRANDA, E. E.; MORAES, A. V. C.; OSHIRO, O. T. **Queimadas em Áreas Protegidas da Amazônia em 2005**. Comunicado Técnico, 19. Embrapa Monitoramento por Satélite Área de Comunicação e Negócios, Campinas, SP, 2006.

MIRANDA, H. S. **Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades de cerrado: Resultados do projeto Fogo**. Brasília-DF, IBAMA, 2010.

MISTRY, J.; BERARDI, A.; ANDRADE, V.; KRAHÔ, T.; KRAHÔ, P. & LEONARDOS, O. Indigenous Fire Management in the Cerrado of Brazil: the case of the Krahô of Tocantins. **Human Ecology**, v.33, n.3, p.365-386, 2005.

MORELLI, F.; SETZER, A.; JESUS, C. Focos de queimadas nas unidades de conservação e terras indígenas do Pantanal, 2000-2008. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, **Anais ...** p.505-515, Corumbá, 2009.

MORTON, D. C.; LE PAGE, Y.; DE FRIES, R.; COLLATZ, G. J.; HURTT, G. C. Understorey fire frequency and the fate of burned forests in southern Amazonia. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v.368, n.1619, p.1-8, 2013.

POLONIO, V. D. **Índices de vegetação na mensuração do estoque de carbono em áreas com cana-de-açúcar**. 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Energia na Agricultura). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2015.

PONZONI, F. J. & SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. 1ª ed. São José dos Campos: Parêntese Editora, 2007.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos. 2º ed. 176p. 2012.

PRODES/INPE. PROJETO DE MONITORAMENTO DE DESMATAMENTO DA FLORESTA AMAZÔNICA. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/pdfs/MetodologiaProdesDeterrevisada.pdf>. Acesso em: 10/01/2020.

RAMOS, A. B. R.; NASCIMENTO, E. R. P; OLIVEIRA, M. J. Temporada de incêndios florestais no Brasil em 2010: análise de série histórica de 2005 a 2010 e as influências

das chuvas e do desmatamento na quantidade dos focos de calor. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 15, **Anais ...** Curitiba, 2011.

RIBEIRO, K. V.; ALBUQUERQUE, E. L. S. Análise geoespacial da ocorrência de focos de calor no estado do Piauí (2010 a 2019). **Produção Técnica**. GEOAMBIENTE/UFPI: Teresina, 2020.

RISSO, J.; RIZZI, R.; EPIPHANIO, R. D. V.; RUDORFF, B. F. T.; FORMAGGIO, A. R.; SHIMABUKURO, Y. E.; FERNANDES, S. L. Potencialidade dos índices de vegetação EVI e NDVI dos produtos MODIS na separabilidade espectral de áreas de soja. In: XIV Simpósio de Sensoriamento Remoto (SBSR), Natal –RN. **Anais ...** São José dos Campos: INPE. p.379 –386, 2009.

ROSENDO, J. S. **Índices de Vegetação e Monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na Bacia do rio Araguari -MG - utilizando dados do sensor Modis**. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 130 p. 2005.

SCHROEDER, W.; ALENCAR, A.; ARIMA, E.; SETZER, A. The spatial distribution and interannual variability of fire in Amazonia. In: KELLER, M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. S. (Orgs.). **Amazonia And Global Change**. Section I: People and Land. LBA, p. 43-60, 2009.

SILVA JUNIOR, C. H. L. et al. O papel da fragmentação e do efeito de borda na ocorrência e intensidade de incêndios florestais na Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO, 18., Santos-SP. **Anais...** Santos-SP: INPE, p. 5952-5959, 2017.

SOUZA, A. P.; CASAVECCHIA, B. H.; STANGERLIN, D. M. Avaliação dos riscos de ocorrência de incêndios florestais nas regiões Norte e Noroeste da Amazônia Matogrossense. **Scientia Plena**, v.8, n.5, p.1-14, 2012.

TAMBOSI, L. R., IGARI, A. T., RIBEIRO, M. C., PIVELLO, V. R. Análise comparativa entre classificações realizadas a partir de imagens LANDSAT – 7 ETM+ e CBERS – 2 CCD. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 20. **Anais...** Florianópolis: INPE. p.1189-1196, 2007.

TORRES, F. T. P.; RIBEIRO, G. A.; MARTINS, S. V.; LIMA, G. S. Correlações entre os elementos meteorológicos e as ocorrências de incêndios florestais na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Revista Árvore**, v.35, n.1, p.43-150, 2011.

VIANA, L. J.; HACON, S.; CASTRO, H. A.; IGNOTTI, E.; ARTAXO, P.; SALDIVA, P. H.; PONCE DE LEON, A. C. Acute effects of particulate matter and black carbon from seasonal fires on peak expiratory flow of schoolchildren in the Brazilian Amazon. **Plos One**, v.9, n.8, p.1-14, 2014.

ZHAN, X.; SOHLBERG, R. A.; TOWNSHEND, J. R. G.; DIMICELI, C.; CARROLL, M. L.; EASTMAN, J. C.; HANSEN, M. C.; DEFRIES, R. S. Detection of land cover

changes using MODIS 250m data. **Remote Sensing of Environment**, v.83, p.336-350, 2002.