



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS CORRENTE
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ESTUDOS GEOAMBIENTAIS E
LICENCIAMENTO

ÍTALO RÔMULO MENDES DE SOUZA

AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO NO PARQUE
NACIONAL DAS NASCENTES DO RIO PARNAÍBA

CORRENTE

2018

ÍTALO RÔMULO MENDES DE SOUZA

AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO NO PARQUE
NACIONAL DAS NASCENTES DO RIO PARNAÍBA

Artigo, apresentado à coordenação do Programa de Pós Graduação em Estudos Geoambientais e Licenciamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - *Campus* Corrente como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Estudos Geoambientais e Licenciamento.

Orientador(a): Profa^o Dra^o Bruna de Freitas Iwata.

Área de concentração: Sensoriamento Remoto

CORRENTE

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Souza, Italo Rômulo Mendes de
S725a Avaliação espaço-temporal do uso e cobertura do solo no parque nacional das nascentes do rio Parnaíba / Italo Rômulo Mendes de Souza. - 2018.
 34 p.: il. color.

 Trabalho de conclusão de curso (Especialização) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Corrente Tecnologia em Gestão Ambiental, 2018.
 Orientadora : Profa Dra. Bruna de Freitas Iwata.

 1. Gestão ambiental - estudo e ensino. 2. Avaliação espaço - temporal. 3. Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba. 4. Souza, Ítalo Rômulo Mendes de . I. Título.

CDD - 577

Elaborado por Tefischer Huanderson Soares e Sousa - CRB-3/1251

ÍTALO RÔMULO MENDES DE SOUZA

**AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA
DO SOLO NO PARQUE NACIONAL DAS NASCENTES DO RIO
PARNAÍBA**

Artigo submetido à coordenação do Programa de Pós Graduação em Estudos Geoambientais e Licenciamento, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - *Campus* Corrente, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Estudos Geoambientais e Licenciamento. Área de concentração: Sensoriamento Remoto

Aprovada em: 25/11/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dra. Bruna de Freitas Iwata (Orientadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - *Campus*
Corrente

Prof.^a Me. Arnon Batista Nunes (Banca Examinadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - *Campus*
Corrente

Prof. Esp. Israel Lobato Rocha (Banca Examinadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - *Campus*
Corrente

DEDICATÓRIA

Aos meus avós, José Ribeiro de Souza e Magnólia Matos
de Souza

AGRADECIMENTOS

A Deus por toda força ao longo do caminho, a todos os professores do Programa de Pós Graduação em Estudos Geoambientais e Licenciamento do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí – *Campus* Corrente, a todos os colegas de curso, amigos e aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho.

EPÍGRAFE

“O tempo e o espaço são modos pelos quais pensamos e não condições nas quais vivemos”

(Albert Einstein)

“Na realidade, a ciência e a arte vêm aos homens por intermédio da experiência, porque a experiência criou a arte e a inexperiência, o acaso. E a arte aparece quando, de um conjunto de noções experimentadas, se exprimem um único juízo universal de casos semelhantes”

(Aristóteles)

RESUMO

O sensoriamento remoto vem permitindo a extração de informações no que se refere a cobertura vegetal, por meio de técnicas de classificação de imagens aplicadas a mapeamento e modelagens da cobertura vegetal. Em decorrência disso, o presente estudo objetivou verificar a dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura vegetal do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba. Foram utilizadas imagens dos satélites LANDSAT 5 (TM) e LANDSAT 8 (OLI), entre 2000 e 2015. As classificações foram geradas fazendo uso do algoritmo Máxima Verossimilhança, no qual também se verificou a exatidão do mapeamento por meio do Índice *Kappa*. Ao longo do intervalo temporal estudado verificou-se a predominância de vegetação natural nas classes de uso Florestal e Savânica/Campestre, porém em comportamento decrescente de 425,77 Km² (4,63%), podendo ser atrelado ao uso das áreas da unidade por lavouras temporárias na região sul, assim como ocorrência de incêndios florestais (oeste e norte) e presença de solo exposto na região leste. O estudo apresentou uma excelente verificação quanto a exatidão qualificada pelo índice *Kappa*, com valores acima de 90% de concordância. Salienta-se que estudos sejam continuados na região de modo a propiciar subsídios de gestão de territorial e no auxílio do plano de manejo da unidade.

Palavras-chave: Cerrado. Gestão Territorial. Sensoriamento Remoto. Unidades de Conservação.

ABSTRACT

Remote sensing has allowed the extraction of information regarding vegetation cover, through image classification techniques applied to mapping and modeling of vegetation cover. Based on this, the present study aimed to verify the space-time dynamics of the use and vegetation cover of the Parnaíba River National Park. LANDSAT 5 (TM) and LANDSAT 8 (OLI) satellite images were used between 2000 and 2015. Classifications were generated using the Maximum Likelihood algorithm, which also verified the accuracy of the mapping using the *Kappa* Index. During the study period, the predominance of natural vegetation in the Forest and Savanna / Campestre classes was observed, but in a decreasing behavior of 425.77 Km² (4.63%), which could be related to the use of the unit areas by crops in the southern region, as well as occurrence of forest fires (west and north) and presence of exposed soil in the region east. The study presented an excellent verification of the accuracy qualified by the *Kappa* index, with values above 90% of agreement. It is worth noting that studies are continued in the region in order to provide subsidies for territorial management and in the aid of the management plan of the unit.

Keywords: Cerrado. Supervised Classification. Territorial Management. Remote Sensing. Conservation Units.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Localização da Área de estudo, PARNA Nascentes do Rio Parnaíba	14
FIGURA 2 - Focos de Calor e precipitações Anuais, Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba (2000-2015).....	20
FIGURA 3 - Uso e Cobertura do Solo no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, 2000.	21
FIGURA 4 - Uso e Cobertura do Solo no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, 2005.	23
FIGURA 5 - Uso e Cobertura do Solo no Parque Nacional das nascentes do Rio Parnaíba, 2010	25
FIGURA 6 - Uso e Cobertura do Solo no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, 2015.	26
FIGURA 7 - Planos Safra - Agrícola e Pecuário entre safras 2000/2001 e 2015/2016 em R\$.....	27

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Classificação da cobertura do uso da terra (IBGE, 2013).....	17
TABELA 2 - Intervalos Atribuídos a qualidade do Índice Kappa	18
TABELA 3 - Uso e Cobertura do solo no PARNA Nascentes do Rio Parnaíba e Zona de Amortecimento entre os anos 2000-2015.	19
TABELA 4 - Validação da Classificação Supervisionada (Acurácia Geral e Índice Kappa).	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1 Caracterização da Área de Estudo.....	12
2.2 Aquisição de Cenas	14
2.3 Pré-Processamento de Cenas.....	14
2.4 Processamento de Cenas (Classificação Supervisionada)	15
2.5 Pós-Processamento (Validação da Classificação)	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
5. REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

O processo de ocupação de regiões agricultáveis com elevado potencial para manejo mecânico promove significativas alterações da qualidade ambiental, sobretudo no Cerrado brasileiro. O bioma vem sendo alterado constante e negativamente quanto aos seus ecossistemas naturais e recursos florestais (Santos et al., 2017). Atualmente as principais intervenções no bioma estão centradas nos processos de ocupação através da expansão na monocultura de grãos e pecuária, mediante a conversão de áreas do cerrado em áreas de atividades de produção, havendo assim perda da vegetação original (Castro & Silva, 2015; Silva et al., 2016) a destacar os efeitos sobre as unidades/áreas protegidas do bioma.

A compreensão da ocupação do espaço em Unidades de Conservação (UC) é essencial na prevenção da exploração dos recursos naturais (Lopes & Reuss – Strenzel, 2015). De acordo com Carvalho & Dall’Igna, (2016), o poder público tem criado UCs como medida de mitigação contra o crescente número de áreas antropizadas e controle dos recursos naturais. Nesse contexto, as Unidades de Conservação, necessitam de que o seu entorno sejam consideradas no planejamento e manejo para evitar o isolamento geográfico e fragmentação destas. Dessa forma, o conhecimento sobre a dinâmica de ocupação do seus domínios e bordas, constitui ferramenta útil na adoção de medidas de manejo que evitem ou minimizem a pressão antrópica sobre as áreas protegidas, servindo como subsídio de gerenciamento territorial (Rezende et al., 2011).

Neste cenário, surgem a necessidade de aplicação de metodologias capazes de espacializar os aspectos mais relevantes ao uso dos recursos naturais (Nepomuceno et al., 2012). Para Grecchi et al. (2016), informações referentes ao tipo de uso e cobertura vegetal, extensão e tipo de mudanças ocorridas num dado período de tempo são importantes no ponto de vista ambiental. Saito et al. (2016), reforçam a importância da aplicação de geotecnologias no monitoramento de uso e cobertura vegetal, pois as métricas de ecologia da paisagem associadas ao levantamento de dados podem ser utilizadas para incrementar o potencial de análise e aplicações de dados de sensoriamento remoto, tornando-se uma importante ferramenta para a gestão e nos processos de tomada de decisão.

Nesse viés, o uso de métodos de geoprocessamento, como o sensoriamento remoto, destaca-se como ferramenta de análise espacial e na dinâmica evolutiva da paisagem (Neves & Silva, 2014), dentre as inúmeras possibilidades de aplicação de dados de sensoriamento remoto, ganham destaque os estudos relacionados à análise, detecção e monitoramento (Braz et al., 2015). Segundo Novas et al. (2008), um dos papéis do sensoriamento remoto quanto a estudos de ecossistemas naturais consiste na utilização de dados espectrais na estimativa de parâmetros estruturais da vegetação visando desenvolver estudos para avaliação das condições de cobertura vegetal.

Tendo em vista a detecção da mudança da vegetação em decorrência de atividades humanas, utilizam-se como ferramentas estudos em escalas multitemporais para avaliar mudanças do espaço geográfico em um determinado período de tempo, auxiliando na compreensão e avaliação das modificações territoriais (Lopes et al., 2016). Assim técnicas de sensoriamento remoto permitem o estudo do processo evolutivo de uma região por meio de imagens de satélite, podendo estabelecer comparativos entre vários períodos de uma mesma região possibilitando detecções e mudanças ao longo do tempo, auxiliando no monitoramento de áreas de interesse, permitindo elaboração de diagnósticos e prognósticos em decorrência das mudanças ambientais (Tancredi et al., 2012; Coelho et al., 2015; Araújo & Fonseca, 2016).

Considerando a importância da aplicação de metodologias capazes de auxiliar no processo de gestão de áreas de relevante função ambiental e ainda tendo em vista análises das mudanças ocorridas na paisagem e no espaço territorial do Cerrado, esse estudo teve como objetivo analisar espaço-temporalmente a dinâmica do uso e cobertura vegetal no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba e sua Zona de Amortecimento entre 2000 e 2015 utilizando técnicas de sensoriamento remoto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de estudo

O Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba (PNNRP), localiza-se no divisor das bacias hidrográficas dos rios Parnaíba, Tocantins e São Francisco. Sua área é distribuída entre os municípios de Alto Parnaíba – MA

(46,2%); Barreiras do Piauí - PI, Corrente - PI, São Gonçalo - PI, Gilbués - PI (35,8%); São Félix do Tocantins - TO, Lizarda - TO, Mateiros - TO (14,6%); e Formosa do Rio Preto - BA (3,4%) (Figura 1).

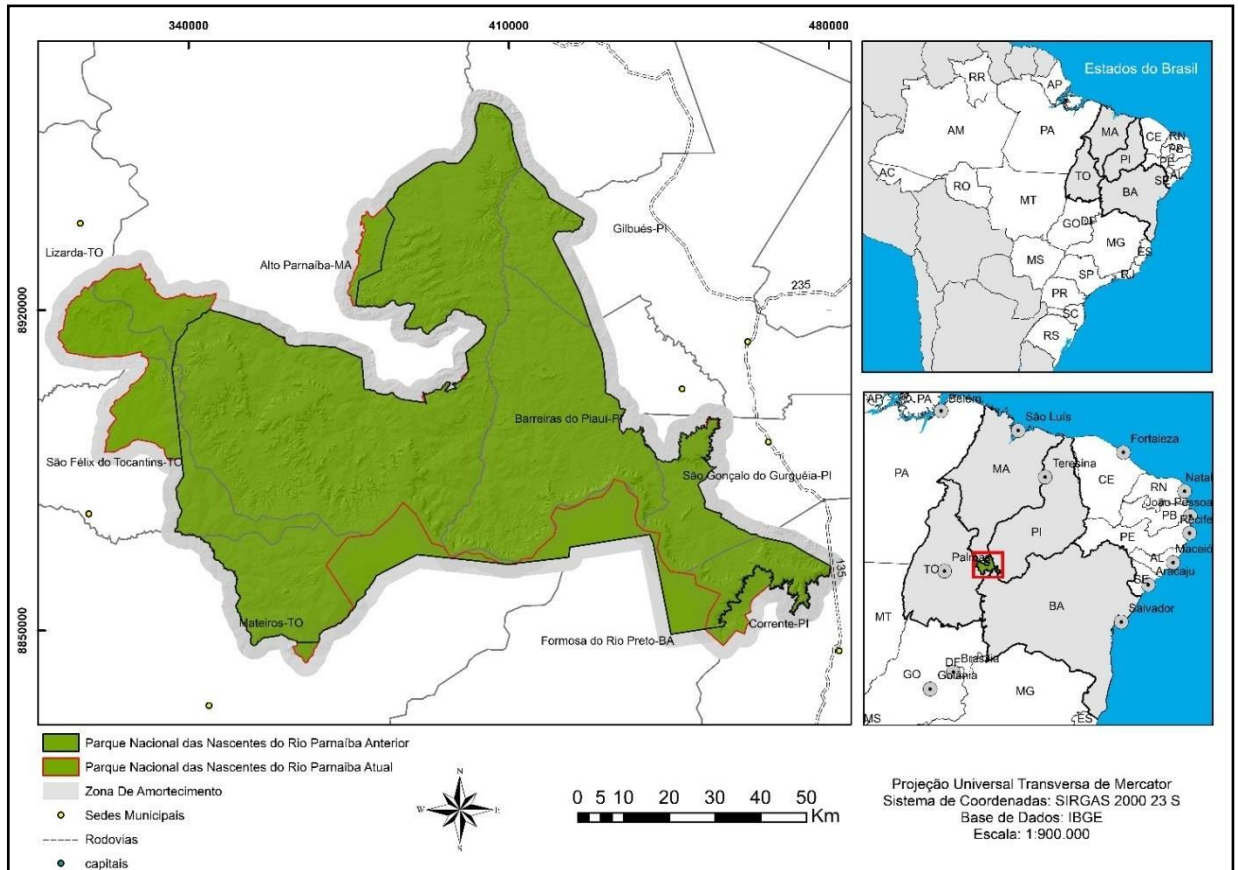


Figura 1. Localização da Área de estudo, PARNA Nascentes do Rio Parnaíba. Fonte: Autores, (2017).

Tem como histórico de criação baseado em reivindicações de vários seguimentos da sociedade, buscando proteção para a região, partindo inicialmente da proposta da “Carta do Parnaíba” em 16 de Abril de 2001. De acordo com o Decreto de 16 de Julho de 2002, definiu sua localização na divisa dos Estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia com área territorial aproximada de 729.000 ha (ICMBio, 2017). No ano de 2015, conforme a lei N° 13.090, de 12 de Janeiro do mesmo ano, foram alterados os limites desta UC, fixado atualmente em seu Art. 1º com área aproximada de 749.000 Ha, sob as coordenadas (403269.71 m E/ 8890000.34 m S).

Os solos predominantes na unidade são os Latossolos Vermelho–Amarelo, com relevo marcante perfis irregulares e bem sinuosos com formações de escarpas bem definidas (ICMBio, 2017). A região possui duas estações bem definidas,

características das regiões tropicais, com período chuvoso entre outubro e abril, restando cinco meses de pouca ou nenhuma precipitação e totais pluviométricos entre 1.200 e 1300 mm. A temperatura varia com mínima de 20 °C, média de 26 °C e máxima de 32°C, sendo os meses de julho os que registram as temperaturas mais baixas caracterizado por um clima tipicamente quente e úmido segundo Koppen (KOPPEN & GEIGER, 1928). No ponto de vista geológico, integra a bacia sedimentar do Maranhão-Piauí e a Bacia Sanfranciscana, sendo sua grande maioria representada pelo topo da Chapada das Mangabeiras, assim denominada como Formação Urucua. Quanto a sua vegetação, apresenta-se de forma complexa e diversificada sendo as fitofisionomias predominantes de Cerrado *Sensu Stricto*, Cerradão e ocorrência de formações campestres sazonais, principalmente na região sudoeste da unidade (MMA, 2007; ICMBio, 2017).

2.2 Aquisição de Cenas

Realizou-se a aquisição de cenas utilizando os sensores *Thematic Mapper* (TM) a bordo do satélite LANDSAT 5 para os anos 2000, 2005 e 2010 e *Operational Terra Imager* (OLI), satélite LANDSAT 8 para o ano de 2015, ambos satélites possuindo resolução espacial de 30 m² e capacidade de revisita a mesma área a cada 16 dias (USGS, 2017), tendo em vista coleta de cenas nos pontos e orbitas (221/066, 221/067 e 220/067) todas estas disponíveis no repositório do *United States Geological Survey* (USGS).

Obteve-se cenas com pouca ou nenhuma quantidade de nuvens e menor intervalo de tempo para reduzir as diferenças fenológicas e atmosféricas (Grecchi et al., 2016). Dessa forma, deu-se preferência para aquisição num intervalo de trinta dias, especificamente entre os meses de junho e julho, priorizando as imagens sem cobertura de nuvens e referente ao período de estiagem da região.

2.3 Pré-Processamento de Cenas

Para minimizar os efeitos que a atmosfera causa devido fenômenos de espalhamento, absorção e refração da energia eletromagnética afetando a radiação refletida por materiais da superfície que é captada pelo sensor (Sanches et al. 2014), as imagens foram submetidas a procedimentos de pré-processamento

para transformar os valores de Número Digital (ND) para valores físicos como radiância e reflectância, a partir do método *Dark Object Subtraction* (DOS), aplicado no software *Qgis 2.14.11 Essen* com o complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP).

Para Ponzoni et al. (2012), quando se trabalha com imagens em series temporais e com índices de vegetação é necessário este tipo de procedimento. As cenas apresentavam projeções para o norte verdadeiro, sendo todas reprojetadas para o Sistema Universal Transversa de Mercator, DATUM SIRGAS 2000 fuso/zona 23 S. Para junção das cenas, realizou-se o processo de mosaico para cada uma das bandas espectrais unindo as cenas vizinhas que contemplam o espaço geográfico da área de estudo.

Com base na Resolução CONAMA 428/2010, que estipula como zona de amortecimento em Unidades de Conservação que não dispõem de planos de manejo para avaliar os efeitos de borda e filtrar impactos que possam ocorrer, criou-se um buffer com 3 km circundando a unidade de estudo realizando por fim um recorte na feição da área de interesse a partir do vetor de entorno no formato *shapefile*.

2.4 Processamento de Cenas (Classificação Supervisionada)

A classificação das imagens foi feita com base no algoritmo Máxima Verossimilhança (MAXVER), classificador supervisionado por pixel onde as amostras selecionadas são utilizadas para o treinamento do analista, classificando os alvos nas classes ou grupos de interesse (Meneses & Almeida 2012).

Foram selecionadas amostras representativas do comportamento espectral de diversos tipos de uso e cobertura do solo que iria ser analisado, amostras estas que treinam o algoritmo de classificação para mapeamento das classes. Assim levou em consideração informações espectrais de cada pixel, para que se identificasse as regiões homogêneas para se utilizar como amostras de treinamento (Jensen, 2005), também levou-se em conta ponderações de distâncias entre médias dos níveis de cinzas das classes. Esse método foi escolhido devido sua eficácia, pois as classes de treinamento são utilizadas para estimar a forma da distribuição de pixels contidos em cada classe (Meneses & Almeida, 2012).

Para a interpretação das imagens, utilizou-se a composição das bandas (R5G4B3) para o sensor LANDSAT 5 (TM) e (R6G5B4) para o LANDSAT 8 (OLI), sendo tais combinações adequadas para obter o contraste procurado visando diferenciação e identificação dos alvos na área de estudo. Nesse caso, usaram-se como critérios de identificação os principais elementos de interpretação, como cor, textura, forma e padrão (Jensen, 2009).

Dessa foram utilizadas para os satélites LANDSAT 5 (TM) as bandas (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) e para o LANDSAT 8 (OLI) as bandas (2, 3, 4, 5, 6 e 7). Quanto ao treinamento na identificação do uso e cobertura do solo foram escolhidas sete classes de acordo com o Manual de Normas para a Classificação da Cobertura e Uso da Terra (IBGE, 2013), sendo:

Tabela 1. Classificação da cobertura do uso da terra (IBGE, 2013).

Classes	Caracterização de classes estudadas
1 – Corpos D’agua	Corpos de águas interiores ou continentais (rios, riachos, lagos) ou costeiras (lagunas, estuários e baías), e reservatórios artificiais (represamentos).
2 e 3 - Vegetação Florestal e Savânica/Campestre	Conjunto de estruturas vegetais (florestais savânicas e campestres) abrangendo desde florestas, campos originais primários ou até mesmo formações florestais arbustivas, herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas que não apresentam interferência antrópica, distribuídas por diferentes ambientes e situações geográficas distintas.
4 - Solo exposto	Áreas cujo não apresentam cobertura vegetal na superfície, deixando o solo desnudo (pavimentação, construções civis e afloramentos rochosos e processos erosivos).
5 – Lavouras Temporárias	Terras cultivadas, destinadas à produção de alimentos podendo ser lavouras temporárias, permanentes ou pastagens naturais e/ou plantadas, em sua grande maioria gramíneas e leguminosas.
6 – Incêndios Florestais	Áreas acometidas pela ocorrência de fogo, por causa natural, ou práticas antrópicas, sobretudo através de atividades agrícolas ou pecuárias.

7 – Outras

Áreas com declive acentuado com elevação superior a 49° de inclinação presente em bordas de planaltos, bem como pontos escuros ou com presença de sombra das nuvens.

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013).

Após definição de classes, foi realizado o processo de coleta de amostras de uso do solo para cada ano sendo: 10 amostras para Corpos D'Água, 20 para Vegetação Florestal, 25 amostras para Vegetação Savânica Campestre, 15 para Solo Exposto, 15 para Lavouras Temporárias, 15 para Incêndios Florestais e 15 para classe Outras, totalizando 115 amostras, estas consideradas suficientes para classificação. Essa classificação foi realizada no SIG Qgis

2.14.11 *Essen* utilizando o complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP), finalizando com a edição de mapas temáticos para os anos estudados.

2.5 Pós - Processamento (Validação da Classificação)

Ao final da classificação das cenas, realizaram-se análises visuais prévias para detecção de possíveis erros. Quanto a exatidão de informações disponibilizadas pela classificação, gerou-se uma matriz de confusão para comparação resultante da imagem classificada com os dados oriundos do mapa de referência para análise do índice Kappa, método este que utiliza todas as células da matriz de confusão, indicando assim a probabilidade de um pixel ser classificado corretamente (Demarchi et al., 2010).

A geração da Matriz de Confusão e índice *Kappa* foi realizada no software Qgis

2.14.11 *Essen* fazendo uso do complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) que possibilita a classificação pixel a pixel semi-automática ou supervisionada de imagens capturadas por diversos sensores / satélites e posteriormente tabulados os resultados no Microsoft Excel atribuindo os valores da matriz.

O índice *Kappa* tem como objetivo indicar a exatidão da referida classificação com variação de valores nos intervalos de 0 e 1. Com base das

informações dos alvos classificados, os valores foram comparados conforme Tabela 2, apresentada por Fonseca, (2000):

Tabela 2. Intervalos Atribuídos a qualidade do Índice Kappa

Valor de Kappa	Qualidade de mapa temático
< zero	Péssimo
Zero < k > 0,20	Mau
0,20 < k > 0,40	Razoável
0,40 < k > 0,60	Bom
0,60 < k > 0,80	Muito Bom
0,80 < k > 1,00	Excelente

Fonte: FONSECA (2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das classificações nos anos de 2000, 2005, 2010 e 2015 para as classes de uso e ocupação no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba foram dispostos em valores relativos e absolutos com um recorte temporal de 16 anos, conforme Tabela 3. Verificou-se predomínio territorial das classes de vegetação natural ao longo do período estudado, tanto para florestal quanto para savânica/campestre. Diferentemente do estudo, realizado por Moraes et al. (2015), no Parque Estadual de Porto Ferreira (PEPF) em 2008, no qual a análise apresentou em sua classificação predominância de atividades agrícolas, ocupadas com monocultura de cana de açúcar representada por 46,24%, sobre 12,66% de áreas florestais remanescentes, concluindo que o baixo percentual de vegetação nativa existente em torno da UC, podem ter suas funções comprometidas, reforçando a necessidade de planejamento e estabelecimento de propostas de manejo, corroborando nosso estudo no qual verificou-se atividade semelhante.

Para a legislação, as zonas de amortecimento atuam no entorno da unidade com restrições e normas específicas, com propósito de minimização de impactos negativos sobre UCs, diferentemente do comportamento ao longo dos anos estudados no PARNA Nascentes do Rio Parnaíba, verificando expansão de áreas de áreas agrícolas em sua borda.

Tabela 3. Uso e Cobertura do solo no PARNA Nascentes do Rio Parnaíba e Zona de Amortecimento entre os anos 2000-2015.

Classes	2000		2005		2010		2015	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Corpos D'Água	9,91	0,11	10,62	0,12	10,36	0,11	10,1	0,10
Vegetação Florestal	2.056,33	22,39	2.549,92	27,77	2.471,59	26,92	2.421,89	24,65
Veg. Savânica/Campestre	6.844,03	74,53	6.286,34	68,46	6.003,00	65,37	6.938,93	70,63
Solo Exposto	45,13	0,49	56,55	0,61	78,20	0,85	108,17	1,10
Lavouras Temporárias	45,04	0,49	163,70	1,78	261,58	2,85	214,22	2,18
Incêndios Florestais	168,00	1,83	84,89	0,92	338,27	3,68	112,35	1,15
Outras	14,36	0,16	30,78	0,34	19,80	0,22	18,50	0,19
Total	9.182,80	100,00	9.182,80	100,00	9.182,80	100,00	9.824,16	100,00

Fonte: Dados da Pesquisa, 2017.

No entanto, no intervalo de 2000 a 2010, ocorreu uma redução significativa dessa cobertura, em congruência do uso territorial pelas atividades de exploração por lavouras, ocorrências de incêndios florestais e presença de solo exposto encontradas na unidade e entorno. Um dos fatores contributivos desse resultado pode decorrer das áreas de risco existentes no território do parque, que contribui com a perda de áreas de cobertura vegetal existentes na UC (MMA, 2007). Além disso, pela análise do volume de precipitação e focos de calor ocorridos no período estudado, nota-se a influência das condições meteorológicas direta sobre o declínio das áreas de vegetação nativa, no mesmo intervalo, com baixo volume de chuvas imediatas/diretas ocorrências de focos de calor (Figura 2). Assim como Machado et al. (2014), observaram uma correspondência dos focos de calor no período de estiagem em áreas de Cerrado, decorrente da composição atmosférica em período de seca.

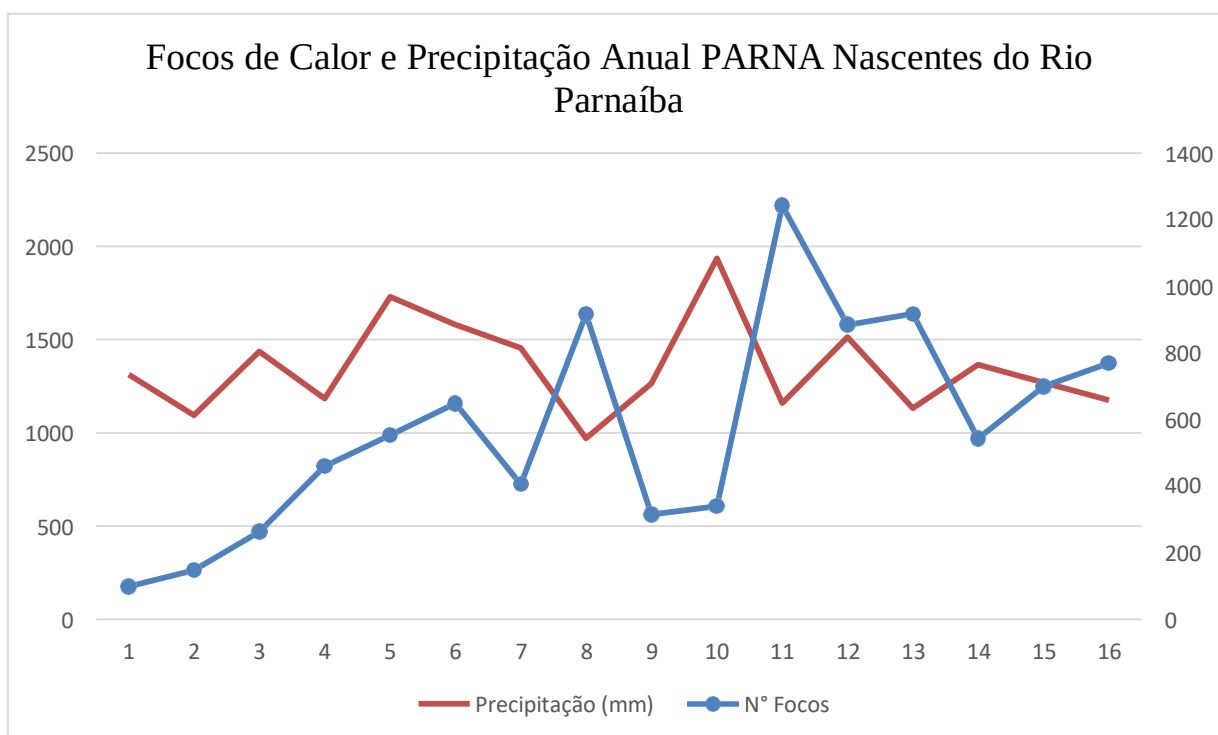


Figura 2. Focos de Calor e precipitações Anuais, Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba (2000-2015). Fonte: BD Queimadas, INPE; AGRITEMPO (2017).

Quanto à classe corpos d'água, a mesma se dispôs de modo homogêneo sem grandes variações significativas, podendo direcionar para entendimento de um bom nível de conservação dos recursos hídricos da área da unidade. No entanto ressalta-se que pelo levantamento de imagens não é possível verificar qualitativamente o comportamento dessas fontes hídricas, atendendo apenas à delimitação territorial, no qual verificou-se a continuidade desses. Em estudo realizado na bacia do Peixe, no estado do Pará, Pereira et al. (2016), correlacionou a qualidade dos corpos hídricos inversamente a presença de alterações antrópicas. Logo, em ambientes preservados ocorreram os melhores índices de qualidade da água.

Ao que se refere à avaliação nos anos 2000 (Figura 3), a vegetação natural ocupava uma área de 8.900,36 km² distribuídas entre as classes vegetação florestal e vegetação savânica/campestre totalizando 96,92%, não havendo variação em relação ao ano de 2005 que

apresentou redução de apenas 0,69%, verificando predominância da vegetação nativa ao longo da UC. Apesar do alto percentual para as classes de vegetação, o ano 2000 apresentou valores relativos de 1,83% correspondente a uma área de 168,00 Km² em relação a incêndios florestais e 0,49% para as classes solo exposto e lavouras temporárias ambas com aproximadamente 45 Km² de ocupação.

Espacialmente tem-se maior utilização do território pelas lavouras temporárias na região sul da unidade enquanto há uma ocorrência dos incêndios florestais na região oeste do parque, além disso corrobora para esse fato as condições morfométricas da área que garantem um melhor manejo mecanizado de preparo do solo.

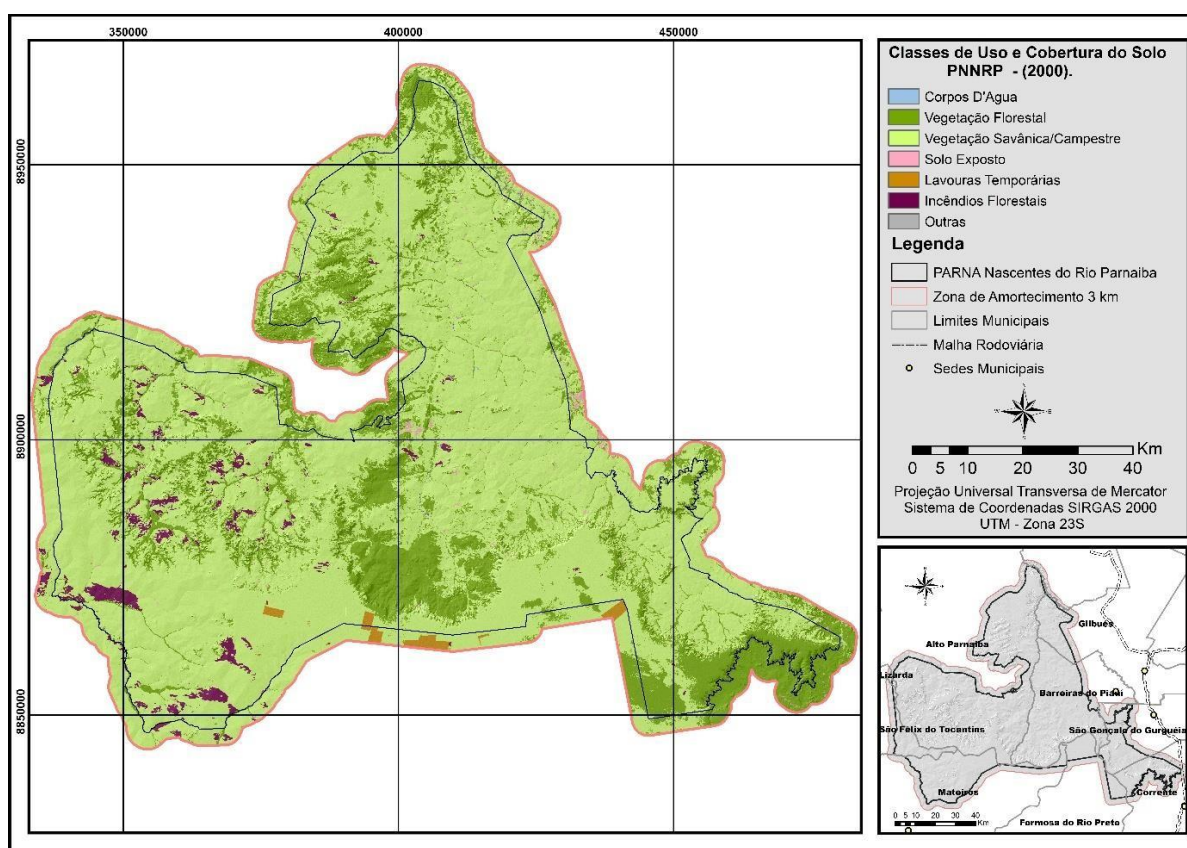


Figura 3. Uso e Cobertura do Solo no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, 2000. Fonte: Autores (2017).

Para o ano de 2005 (Figura 4), verifica-se redução no percentual de incêndios florestais na unidade quando comparado com valores do ano 2000 uma

queda de 0,91% (83,11 km²). Em contrapartida ocorreu um aumento de práticas agrícolas em relação ao intervalo anterior, com acréscimo de 1,29% (118,6 Km²). Ressalta-se que, a criação da Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba foi fixada no ano de 2002, sendo estabelecido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação no ano de 2000. Logo, conforme o SNUC uma UC de proteção integral deve estar livre de interferências humanas, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais. Portanto, no território do parque se identificou atividades incoerentes com o permissivo como área protegida.

Dessa forma, verifica-se que, principalmente na região sul da unidade, ocorreu um avanço de atividades antrópicas no território do parque e na área de borda, contrapondo ao estabelecido pela legislação sendo objetivos dos Parques Nacionais a preservação de ecossistemas naturais, sendo de domínio público onde áreas particulares inclusas em seus limites devem ser desapropriadas de acordo disposto em lei. Em 2005, a classe solo exposto aumentou em relação ao ano inicial estudado em 11,42 Km² (0,12%). Para Lopes et al. (2016), na região o fator marcante na paisagem são áreas com acentuado processo de erosão, e ocorrência frequente de profundas voçorocas com grandes depósitos de sedimentos revolvidos em que além das causas naturais, atividades humanas também contribuem de forma considerável para tal degradação. Ressalta-se que, a unidade dispõe de comunidades residentes em seu interior.

Quanto a classe Outras, verifica-se variação de valores ao longo dos anos por conta dos perfis de relevo da unidade com regiões de declives acentuados nas bordas dos planaltos que favorecem a presença de sombras em seu entorno. Ressalta-se que a mesma foi criada para melhor diferenciação da classe corpos d'água devido maior confusão entre elas por apresentarem respostas espectrais aproximadas em decorrência de sombras e nuvens que poderiam induzir a erros de detecção.

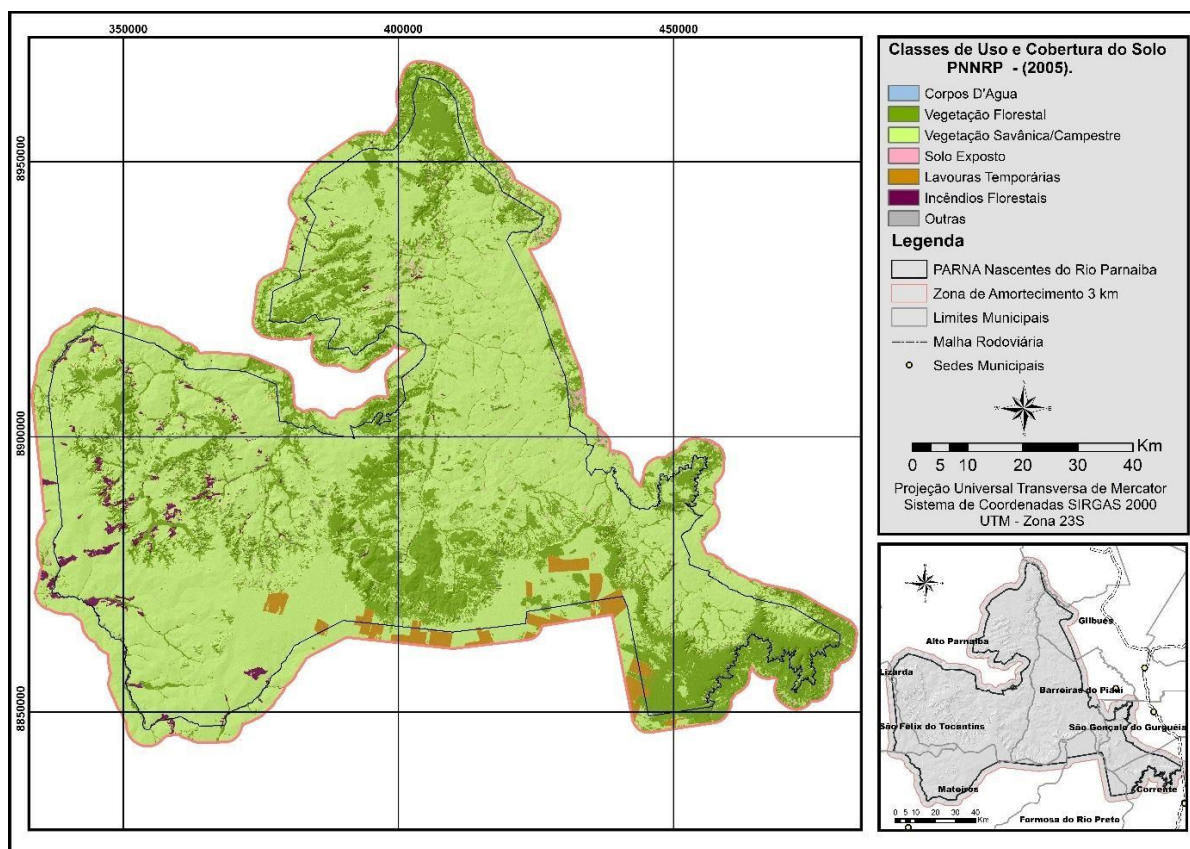


Figura 4. Uso e Cobertura do Solo no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, 2005. Fonte: Autores (2017).

No ano subsequente de estudo (2010), verifica-se aumento expressivo quanto ao uso e ocupação da unidade, assim, quantificou-se valores de 2,85% (261,58 Km²) de território para área agrícola. Quando comparado com o ano de 2005, observa-se uma tendência de expansão territorial de 97,88 Km². Se comparado com o período inicial estudado (2000), reflete um aumento de aproximadamente seis vezes maior sendo este ano apenas 0,49% da unidade ocupada por atividades agrícolas, seguindo o perfil de expansão na região sul verificado conforme as Figuras 4 e 5, expressando um avanço de áreas de produção agrícola para o interior da Unidade de Conservação.

Em levantamento realizado por Soares et al. (2016), no Parque Nacional das Emas em Goiás, fazendo uso da classificação supervisionada em imagens do satélite LANDSAT 5 e *Rapid Eye* para o ano de 2011, identificaram em seu interior e entorno 1.241,68 Km² correspondente a 38,80% da área estudada ocupada por atividades agrícolas evidenciado por um processo de modernização

da atividade que conduziram a pressões nas regiões sul, sudeste, sudoeste, oeste e noroeste da unidade.

Os incêndios florestais na unidade para o ano 2010, tiveram valores de 3,68% (338,27 Km²) com aumento de 2,76% (253,38 Km²) se comparado com o ano de 2005, com presenças na região norte e predominância na região oeste da unidade. Machado Neto et al. (2017), em levantamento realizado no Parque Nacional das Chapadas dos Guimarães entre 2004 e 2015, verificaram o ano de 2010 com maior incidência do fogo representado por 143,21 Km² (60,33%), elencando em seu estudo fatores como as condições meteorológicas com o período de estiagem, favorecendo o aumento de ocorrências bem como causados por incendiários, para práticas de limpeza de áreas e raios.

Segundo levantamento realizado pelo INPE (2014), quanto a incidência do fogo entre os anos 2000 a 2013 na Estação Ecológica Urucuí-Una (ESECUUNA) em Baixa Grande do Ribeiro sudoeste do Piauí, destacando um pico para o ano de 2010 com uma área total de 220.09 Km², concluindo que a unidade não possui uma total efetividade na proteção ambiental do bioma quanto ocorrência de queimadas em decorrência de atividades antrópicas como ferramentas de limpeza de áreas por comunidades familiares que vivem no interior da estação como agricultores e pecuaristas empresariais do entorno.

Reflexo da utilização antrópica no interior e entorno do parque, são as reduções nos percentuais de vegetação florestal e savânica/campestre quando comparados no mesmo intervalo com 27,77% e 68,46% em 2005 para 26,92%, 65,37% em 2010 respectivamente. A vegetação natural quando comparada ao ano de 2000 também se observa redução em área de 425,77 Km² (4,63%). Gamarra et al. (2016), avaliando a área de preservação no Cerrado do Mato Grosso do Sul, ressaltaram as preocupações com sua zona de amortecimento, seu limite leste é totalmente tomado por extensas plantações de soja e algodão.

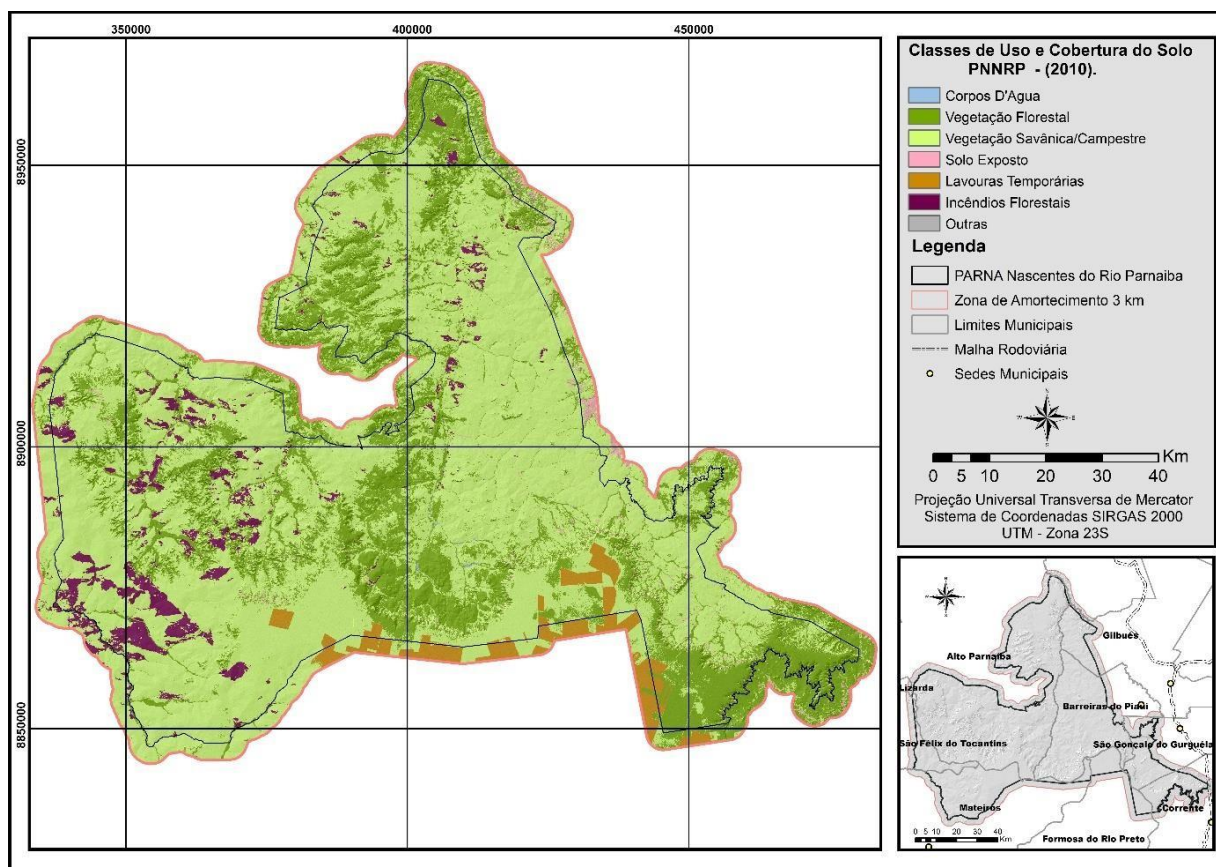


Figura 5. Uso e Cobertura do Solo no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, 2010. Fonte: Autores (2017).

No ano de 2015, o parque teve seus limites modificados pela lei N° 13.090, de 12 de Janeiro do mesmo ano, passando de aproximadamente 729.000 ha para 749.000 ha, esse adicionado a um raio de 3,0 km² totalizando uma área 9.824,16 Km², o que representa a diferença em área quando comparado aos três anos anteriores estudados. Essas alterações promoveram influências significativas no uso e cobertura da UC. Ressalta-se que o processo de revisão e/ou alteração dos limites territoriais das Unidades de Conservação ocorre por razões ambientais, políticas, sociais e econômicas. Recorrendo a questões de âmbito nacional quanto estadual, essa prática vem se tornando uma realidade, embora os procedimentos adotados ainda sejam desprovidos das medidas necessárias a sua eficácia (Arzolla et al., 2012).

Observa-se que a alternância de parte do território de um domínio para outro, promoveu um aumento considerável da cobertura vegetal (Figura 6), no entanto considerando as diferentes classes propostas no estudo, para cobertura

vegetal, verificou-se que ocorreu uma redução da vegetação florestal de 2,27% e aumento de 5,26% para a vegetação savânica/campestre, visto que houve um acréscimo territorial em sua porção noroeste cujo predomínio da vegetação de porte médio e pequeno, é maior.

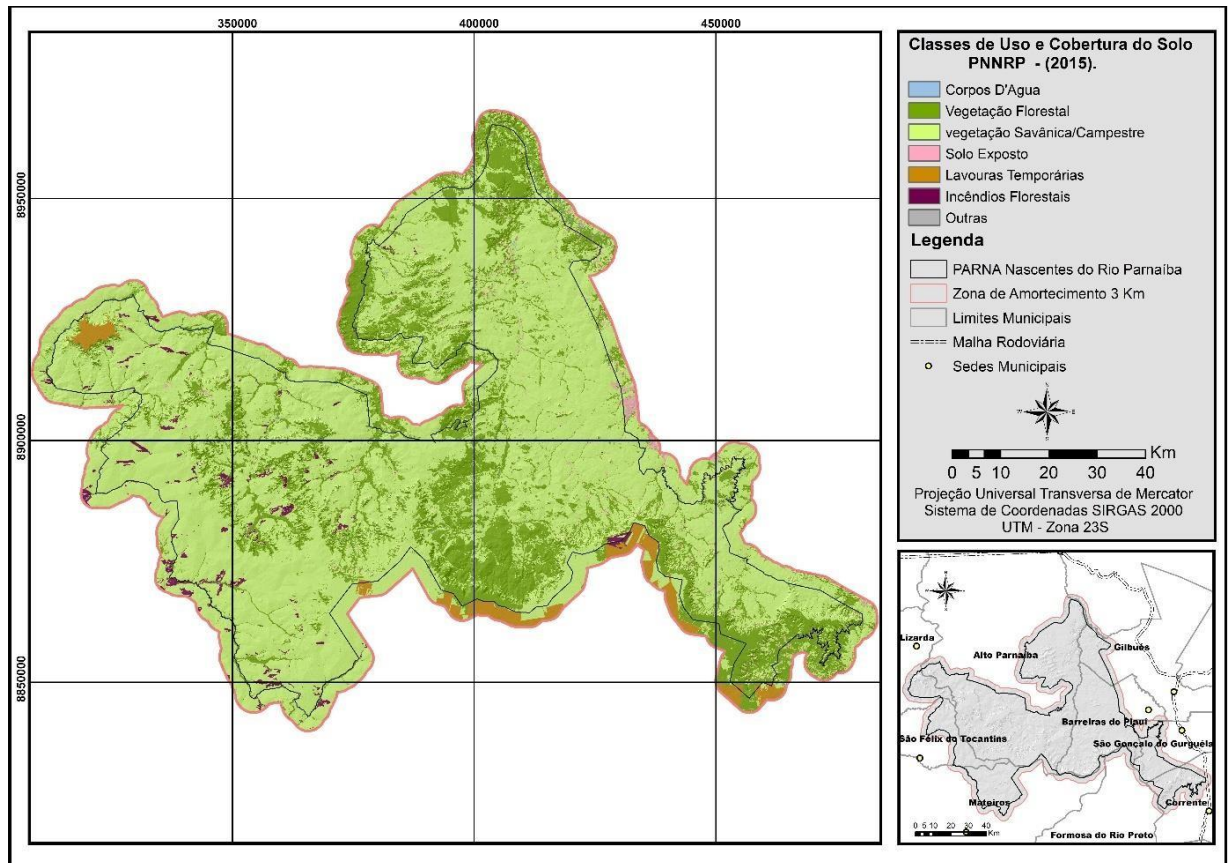


Figura 6. Uso e Cobertura do Solo no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, 2015. Fonte: Autores (2017).

Associado ao processo de alteração do gradiente de vegetação, também identificou-se mudanças no uso da terra no ano de 2015, visto que houve uma redução das áreas classificadas como lavouras temporárias (Figura 6). Essa diferença pode estar diretamente associado à alteração territorial da unidade, visto as principais áreas produtivas territorialmente (região sul da unidade), classificadas nos anos anteriores, após mudança alteração territorial da UC, deixaram de compor o território do parque.

Em relação ao ano de 2010, verificou-se que a classe territorial de lavouras temporárias apresentaram um declínio de 0,67%, porém essa redução não caracteriza uma regressão do uso antrópico no parque, apenas a subtração dessas áreas em seus domínios. Vale ressaltar que, a mudança quanto a área da

unidade teve participação efetiva da Associação dos Produtores Rurais da Chapada das Mangabeiras (APROCHAMA) tornando como um bem público apropriável de utilização com base no texto da lei onde havia produção de monocultura de grãos (AIBA, 2015).

Considerando os planos de desenvolvimento agrícola existentes para o cerrado brasileiro, com projeção de crescimento contínuo (Figura 7), deve-se atentar para as estratégias politico-territoriais capazes de amortizar o uso e exploração irregular de áreas com elevado potencial econômico, que se encontram protegidas em uma unidade de conservação. Há portanto, um processo de construção formal para conceder direitos de uso de áreas protegidas, ainda que desmobilize os princípios da conservação de áreas e da pluralidade do uso da terra (Lima, 2017). Verifica-se os incentivos financeiros disponibilizados entre as safras 2000/2001 e 2015/2016 destinados ao apoio para produtores rurais como fomento a produção e aquisição de créditos rurais junto a instituições financeiras, ressaltando o crescimento contínuo entre os anos estudados com um total de 176,4 Bi, fator este como indicativos que contribuem para abertura e fragmentação de novas áreas nativas dando lugar as áreas de produção na região visto suas características e localização na área central do MATOPIBA, que refletem nas pressões exercidas nas proximidades da UC. (Figura 7).

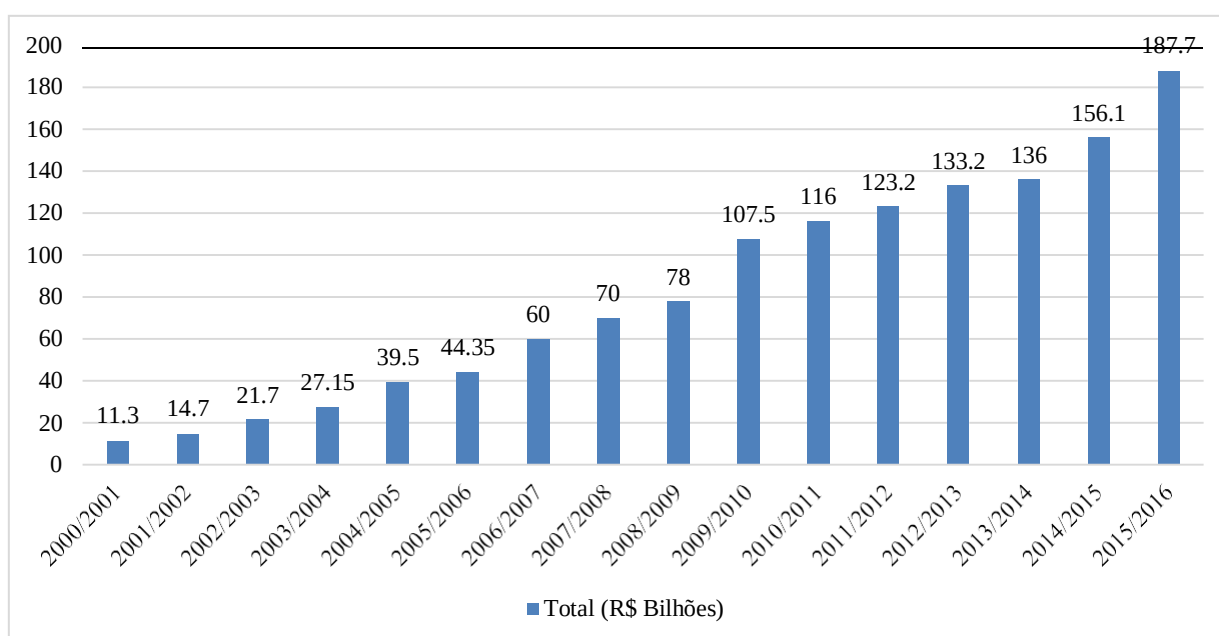


Figura 7. Planos Safra - Agrícola e Pecuário entre safras 2000/2001 e 2015/2016 em R\$. Fonte: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, (2017).

Ressalta-se que um dos principais fatores que incrementam o potencial de uso, ainda que em unidades territoriais protegidas, são as condições morfométricas da área e as características pedológicas dessa região, pois verificou-se nas áreas de terreno menos declivoso, menor ondulação, um predomínio de registros de uso da terra por lavoura temporária. Além disso, as áreas do estudo têm como predomínio a cobertura de solos profundos e bem drenados, sendo, portanto, excelentes nos processos de mecanização e manejo agrícola dos mesmos, embora com significativas limitações químicas.

As condições favoráveis de uso e manejo dos solos da região corroboram para usos irregulares no PARNA Nascentes do Rio Parnaíba. Além disso, a unidade ainda encontra-se em situação de discussão quanto a regularização da posse de glebas do território, isso contribui para a exploração irregular da região, justificada, principalmente pela não formalização do plano de regimento da unidade, o plano de manejo da unidade de conservação.

Verifica-se mudança nos valores percentuais quanto ao solo exposto da unidade e sua zona de entorno, com acréscimo de 0,61% se comparado com o ano inicial de estudo (ano 2000). Nota-se um perfil marcante na região nordeste da área de estudo, território do Núcleo de Desertificação de Gilbués, com fragilidade dos solos e ausência de vegetação, o que favorecem a ação de exposição desta região. Silva & Barros, (2016), evidenciaram num intervalo temporal de 22 anos aumento de 66,03 Km² (1,89%) em solo exposto no município de Gilbués, área esta que compõem as proximidades do parque, corroborando com avanço quantitativo da classe em nosso estudo. Já para a classe corpos d'água não teve variações significativas, sendo o ano 2000 com valores de 0,11% e 2015 valores de 0,10%, apesar dos tipos de uso antrópico na área de estudo evidencia a proteção dos recursos hídricos em função da unidade de conservação que manteve seu padrão de áreas.

Em relação a precisão das classificações realizadas, foram estimadas por meio da acurácia geral (%) e Índice *Kappa*, na tabela 3. Verifica-se quanto sua acurácia geral valores entre 96 e 98% e *Kappa* acima de 0,92 referente ao treinamento realizado nas cenas. Assim, o Índice *Kappa* do estudo foi superior ao verificado por Saito et al., (2016) ao avaliar a dinâmica da cobertura vegetal em um município no estado de São Paulo e encontrou valores do indicador entre

0,79-0,81, porém os autores também reconheceram a eficiência do recurso de SIG aplicado ao estudo da cobertura vegetal da região.

Tabela 4. Validação da Classificação Supervisionada (Acurácia Geral e Índice Kappa).

Ano	Acurácia Geral (%)	Índice Kappa	Desempenho
2000	96	0,92	Excelente
2005	98	0,98	Excelente
2010	97	0,97	Excelente
2015	98	0,98	Excelente

Fonte: Dados da Pesquisa, 2017.

Quando comparado os valores conforme metodologia de Fonseca (2000), verificou desempenho excelente para os anos estudados. Em concordância com nosso estudo, Nascimento (2017), realizou um estudo com intervalo temporal de 1985 a 2015 quanto ao uso e ocupação da Bacia Hidrográfica do Alto Paraim no estado do Piauí, em que obteve em sua classificação precisão com valores de acurácia geral acima de 94% e índice Kappa acima de 0,91, também enquadrados como excelente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que, apesar do grande percentual de vegetação nativa ao longo dos anos estudados, verificou redução gradativa 425,77 Km² (4,63%) em detrimento do aumento de atividades antrópicas e incidência de fogo e solos expostos no interior e entorno da UC entre 2000 e 2010.

A Classe de incêndios florestais despontou no ano de 2010 com valores de 338,27 Km² (3,68%) nas regiões oeste onde havia predominância de vegetação savânica/campestre e por contribuições climáticas, sendo este ano dentro do intervalo o maior em número de focos e menor e nível de volume precipitado.

A classe lavouras temporárias teve seu maior pico com presença predominante na região sul 261,58 Km² (2,85%), devido as características físicas da região e incentivos financeiros que fomentam a prática agrícola da área que propiciaram tal prática além do que se discute quanto a situação fundiária de posse de áreas no território, contribuindo para a exploração irregular, ressaltando a ausência de plano de manejo na unidade como medida restritiva. Constatou

redução para a classe lavouras temporárias no ano de 2015 devido a extração de áreas na região sul da unidade apesar do aumento territorial da unidade.

Salienta-se que estudos sejam continuados na região de modo a propiciar subsídios de gestão de territorial e no auxílio do plano de manejo da unidade visto sua grande importância como Unidade de Proteção no Cerrado.

5. REFERÊNCIAS

1. ARAÚJO, T. D. & FONSECA, E. L. Análise multitemporal dos Lençóis Maranhenses entre 1984 a 2014 utilizando sensoriamento remoto orbital. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 09, n. 01, p. 280-295, 2016.
2. ARZOLLA, F. A. R. D. P.; PAULA, G. C. R; RESENDE, M. A. C. S; BRITO, V. C. Contribuições para a discussão sobre a desafetação de áreas em unidades de conservação da natureza de proteção integral. **Trabalhos técnicos do Instituto Florestal**, São Paulo, p. 631-640, 2012.
3. ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES E IRRIGANTES DA BAHIA - AIBA. Disponível em: <http://aiba.org.br/noticias/produtores-do-oeste-da-bahia-garantempreservacao-ambiental-no-parque-nacional-do-rio-parnaiba/#.WdjWs1tSzIU> Acessado em: 07out2017.
4. BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de junho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm. Acessado em: 12mai2017.
5. BRASIL. Conselho Nacional no Meio Ambiente. Resolução nº428 de 17 de dezembro de 2017. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641. Acessado em: 27mar2017.
6. BRAZ, A. M.; ÁGUAS, T. A.; GARCIA, P. H. M. Análise de índices de vegetação NDVI e SAVI e índice de área foliar (IAF) para a comparação da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, município de Selvíria – MS. **Revista Percursos – NEMO Maringá**, v. 7, n. 2, p. 05-22, 2015.
7. CARVALHO, P. B. L. & DALL’IGNA, L. G. Evolução do desmatamento na Floresta Nacional de Jacundá – RO, no período de 2013 a 2015. **Revista Farociência**, Porto Velho, v. 2, n. 2, p. 164-168, 2015.
8. CASTRO, B. L. G. & SILVA, R. A. Produção agrícola na Área de Proteção Ambiental do Rio Preto: impactos na vegetação em duas décadas. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, João Pessoa – PB, Brasil, INPE, p. 5011-5017, 2015.
9. COELHO, I. A. M.; DUARTE, S. M. A.; COELHO, O. A. M. Estudo da

dinâmica da cobertura vegetal no município de Floresta/PE através de processamento digital de imagens. **Revista GEAMA**, Recife, v. 1, n. 2, p. 187-204, 2015.

10. DEMARCHI, J. C.; PITOLI, 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. **RA’EGA, Departamento de Geografia – UFPR**, Curitiba, p. 234-271, 2011.
11. FONSECA, L. M. G. Processamento digital de imagens. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, (INPE)**. São José dos Campos: INPE, p. 105, 2000.
12. GAMARRA, R. M.; TEIXEIRA-GAMARRA, M. C.; CARRIJO, M. G. G.; PARANHOS FILHO, A. C. Uso do NDVI na análise da estrutura da vegetação e efetividade da proteção de unidade de conservação no cerrado. **Revista Ra’e Ga – Curitiba**, v. 37, p. 307- 332, 2016.
13. GRECCHI, R. C.; BERTANI, G.; TRABAQUINI, K.; SHIMABUKURO, Y. E.; FORMAGGIO, A. R. Análise espaço-temporal da conversão do Cerrado em áreas agrícolas na região de Sapezal, Mato Grosso, entre os anos de 1981 e 2011. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 8/1, p. 91-107, 2016.
14. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Frequência do fogo no bioma Cerrado: Estudo de caso para Estação Ecológica URUÇUI-UNA, Piauí. Disponível em: <http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtcm21b/2014/08.29.12.56.41/doc/Isaura%20Isabel%20Martins%20Koulikoff.pdf?metadataarepository=&mirror=sid.inpe.br/mtc-m21b/2013/09.26.14.25.22>. Acessado em: 17out2017.
15. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Banco de Dados de Queimadas. Disponível em: <https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas>. Acessado em 21out2017.
16. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acessado em: 15mai2017.
17. INSTITUTO CHICO MENDES DE BIODIVERSIDADE DA CONSERVAÇÃO (ICMBio). Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/parna-das-nascentes-do-rio-parnaiba?highlight=WyJwYXJuYSIsIm5hc2NlbnRlcYIsInBhcm5hIG5hc2NlbnRlcYJd> Acessado em: 15out17.
18. JENSEN, J. R. Introductory digital image processing. A remote sensing perspective, Upper Saddle River: **Prentice Hall**, 526p. 2005.

19. JENSEN, J. R. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: **Parêntese Editora**, Cap.11, p 357-410, 2009.
20. KOPPEN, W. & GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.
21. LIMA, M. S. O Ruralismo enquanto elite política no Brasil: atuação parlamentar e limites à democracia. In: **Congresso Latinoamericano de Ciência Política**, Montevideu, 26 a 28 de julho, 2017.
22. LOPES, E. R. N. & REUS – STRENZEL, G. M. Geoprocessamento aplicado a caracterização da ocupação de Unidades de Conservação – Um olhar sobre a Área de Proteção Ambiental de Guaibim, Bahia, Brasil. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 32, n. 3, p. 43-59, 2015.
23. LOPES, S. M. F.; CABRAL, J. B. P.; BRAGA, C. C.; RAMALHO, F. L. Avaliação espaço-temporal do uso da terra nas bacias hidrográficas do Ribeirão Paraíso-GO e Córrego Cerrado / Cadunga – MG. **GEOAMBIENTE ON LINE – Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REG**, Jataí – GO, n. 27, p. 114-133, 2016.
24. LOPES, L. S. O. & SOARES, R. C. Suscetibilidade à desertificação das terras secas de Gilbués (Estado do Piauí) e Cabrobó (Estado do Pernambuco), nordeste do Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. v. 1, n. 56, p. 307-323, 2016.
25. MACHADO, N. G.; SILVA, F. C. P.; BIUDES, M. S. Efeito das condições meteorológicas sobre o risco de incêndio e o número de queimadas urbanas e focos de calor em Cuiabá- MT, Brasil. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 3, p. 459-469, 2014.
26. MACHADO NETO, A. P.; BATISTA, A. C.; BIONDI, D.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. P. B. Incêndios Florestais no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães – MT entre 2005 e 2014. **Nativa**, Sinop, v. 5, n. 5, p. 355-361, 2017.
27. MENESES, P.R. & ALMEIDA, T. Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. **Universidade de Brasília**: Brasília, 2012. 276p.
28. MINISTERIO AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> Acessado em: 29set2017.
29. MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/prevfogo/planos_operativos/37parqu

[e_nacional_nascentes_rio_parnaiba-pi.pdf](#). Acesso em: 25jun2017.

30. MORAIS, M. C. P.; MELLO, K.; TOPPA, R. H. Análise da Paisagem de uma Zona de Amortecimento como subsídio para o planejamento e gestão de Unidades de Conservação. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.39, n.1, p.1-8, 2015.
31. NASCIMENTO, O. S. Análise espaço-temporal do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Alto Paraim, entre os anos de 1985 a 2015. **Trabalho de Conclusão de Curso (Programa de Pós Graduação em Estudos Geoambientais e Licenciamento)** – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Corrente, Piauí, 2017.
32. NEPOMUCENO, M. Q.; SANTOS JÚNIOR, J. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, I.; LOBÃO, J. S.
B. Mapeamento das Unidades Ecodinâmicas: Subsídio ao estudo da vulnerabilidade ambiental no polo de Irecê – BA. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial, v. 2, n. 4, p. 1560 – 1573, 2012.

33. NEVES, C. E. & SILVA, G. M. F. Dinâmica da Paisagem em 10 municípios do cerrado piauiense entre 1991, 2001 e 2010 através de técnicas de geoprocessamento. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial 4, v.10, n. 4, p. 41-46, 2014.
34. NOVAS, M. F. B.; CRUZ, P. P. N.; ROMILSON SILVA; DI PACE, F. T. Análise da variação dos índices de vegetação estimados por sensoriamento remoto em dois períodos ao sul da Bacia do Rio Traipu-AL. In: **II Simpósio Brasileiro de Ciências e Tecnologia da Geoinformação**, Recife - PE, 8 - 11 de setembro de 2008.
35. PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. KUPILICH, T. M. Sensoriamento Remoto da Vegetação. Ed. Atualizada e ampliada – São Paulo: **Oficina de Textos**, 2012.
36. PEREIRA, B. W. F.; MACIEL, M. N. M.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, M. A. M. S.; RIBEIRO, A. M.; FERREIRA, B. M.; RIBEIRO, E. G. P. Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, n. 2, p. 473-485, 2016.
37. REZENDE, R. A.; PRADO FILHO, J. F.; SOBREIRA, F. G. Análise da flora nativa no entorno de unidades de conservação – APA Cachoeira das Andorinhas e FLOE UAIMII, Ouro Preto, MG. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 35, n. 3, p. 435-443, 2011.
38. SAITO, N. S.; ARGUELLO, F. V. P.; MOREIRA, M. A.; SANTOS, A. R.; EUGENIO, F. C.; FIGUEIREDO, A. C. Uso da geotecnologia para análise temporal da cobertura florestal. **CERNE**. v. 22, n. 1, p. 11-18, 2016.
39. SANCHES, I. D. A.; ANDRADE, R. G.; QUARTAROLI, C. F.; RODRIGUES, C. A. G. Análise comparativa de três métodos de correção atmosférica de imagens Landsat 5 – TM para obtenção de reflectância de superfície e NDVI. In: **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, INPE, p. 7564-7571, 2011.
40. SANTOS, G. L.; PEREIRA, M. G.; DELGADO, R. C.; TORRES, J. L. R. Natural regeneration in anthropogenic environments due to agricultural use in the cerrado, Uberaba, MG, Brazil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 33, n. 1, p. 169-176, Jan./Feb. 2017.
41. SILVA, S. J.; SILVA, R. M.; SILVA, A. M. Mudanças do Uso e Ocupação do Solo e Degradação Eco-Ambiental Usando Imagens Orbitais: o estudo de caso

da bacia do Rio Bacanga, São Luís (MA). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09, n. 01, p. 265- 279, 2016.

42. SILVA, I. A. S.; BARROS, J. R. Degradação, cobertura e uso das terras: Uma análise geográfica do município de Gilbués – PI. **Revista Equador (UFPI)**, v. 5, n. 2, p. 190-204, 2016.

43. SISTEMA DE MONITORAMENTO AGEOMETEREOLÓGICO – AGRITEMPO. Disponível em: www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp. Acessado em: 11ago17.

44. SOARES, D. O.; SANTOS, A. C.; SILVA, E. B. Análise das classificações supervisionada e não supervisionada com o uso de imagens *Landsat 5 TM* e *RapidEye*, e suas contribuições para o mapeamento do uso e cobertura do solo no Parque Nacional das Emas. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 4, n. 2, p.110-115, 2016.

45. TANCREDI, N. S. H.; ALMEIDA, J. R.; LINS, G. A.; JORGE, M. C. O. Uso de geotecnologias em laudos periciais ambientais: Estudo de caso no município de Jacundá, Pará. **Revista Geografar**, Curitiba, v. 7, n.1, p. 1-19, jun./2012.

46. UNITED STATE GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Landsat Missions**. Disponível em: <https://landsat.usgs.gov>. Acessado em: 11mai2017.