

Detecção de mudança no uso e cobertura da terra ao longo de 10 anos (2007 e 2017) do Parque Nacional da Chapada das Mesas, Maranhão

Detection of change in the use and coverage of land over 10 years (2007 and 2017) of the Chapada das Mesas National Park, Maranhão

Hauanen Araújo Rocha

Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil
hauanenaraujo.rocha@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8056-1638>

Idevan Gusmão Soares

Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, Brasil
idevanoficial@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9604-2867>

Elienê Pontes de Araújo

Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, Brasil
elienepontes@yahoo.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4768-7722>

Eduardo Bezerra de Almeida Junior

Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil
ebaj25@yahoo.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7517-4775>

Ana Rosa Marques

Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, Brasil
anclaros46@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2253-4041>

RESUMO

As unidades de conservação são impactadas ao longo dos anos com o processo de antropização em suas áreas, como o caso do Parque Nacional das Chapadas das Mesas (PNCM), localizado no sul do estado do Maranhão, entre os municípios de Carolina, Estreito e Riachão, que já apresenta alterações significativas em suas características naturais. Está inserido no bioma cerrado, com grande biodiversidade ecológica e a existência de inúmeras nascentes que abastecem principalmente a bacia do rio Tocantins. Neste contexto, tem-se como objetivo geral analisar comparativamente os efeitos do uso e cobertura da terra do Parque Nacional das Chapadas das Mesas nos anos de 2007 e 2017, trabalhados na escala 100.000. A metodologia usada para essa pesquisa consistiu em revisão bibliográfica e uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG), com o software SPRING e QGIS para estruturar os dados geográficos. Entre os resultados alcançados destaca-se como o mais agravante o aumento da agricultura com culturas cíclicas e as queimadas, ocasionadas pelo aumento da ocupação humana dentro da unidade de conservação. Pesquisas utilizando o sensoriamento remoto são consideradas de suma importância no apoio aos procedimentos e nas estratégias de melhoria das políticas de planejamento e gestão territorial dos Parques Nacionais.

Palavras-chave: Unidade de conservação, Sensoriamento remoto, Geoprocessamento, Bioma cerrado.

ABSTRACT

Conservation units are impacted over the years by the process of anthropization in their areas, such as the Chapadas das Mesas National Park (PNCM), located in the southern state of Maranhão, between the municipalities of Carolina, Estreito

and Riachão, which already has significant changes in its natural characteristics. It is inserted in the Cerrado biome, with great ecological biodiversity and the existence of numerous springs that supply mainly the Tocantins river basin. In this context, the general objective is to comparatively analyze the effects of land use and land cover of the Chapadas das Mesas National Park in 2007 and 2017, worked on the 100,000 scale. The methodology used in this research consisted of bibliographic review and the use of the Geographic Information System (GIS), with the SPRING and QGIS software to structure the geographic data. Among the results achieved, the most aggravating factor is the increase in agriculture with cyclic crops and burning, because of the increase in human occupation within this conservation unit. Research using remote sensing is considered of paramount importance in supporting procedures and strategies for improving National Parks planning and territorial management policies.

Keywords: Conservation Unit, Remote sensing, Geoprocessing, Cerrado Biome.

1. INTRODUÇÃO

O uso das geotecnologias tem contribuído de forma relevante na realização de trabalhos acadêmicos na atualidade. Além de proporcionar rapidez e eficiência nas pesquisas, auxilia nos estudos de ordem socioespacial, fornecendo produtos capazes de subsidiar o planejamento e a gestão territorial (ALBUQUERQUE; MEDEIROS, 2017).

Nesta perspectiva, Leite e Rosa (2012) reconhecem a importância acerca do conhecimento e monitoramento das formas de uso e cobertura da terra como elemento primordial para a compreensão dos padrões de organização do espaço, uma vez que suas tendências podem ser analisadas. Os autores ainda enfatizam que sua identificação, quando atualizada, é de grande importância ao planejamento, ao orientar à ocupação da paisagem, respeitando, por sua vez a capacidade de suporte do ambiente tendo em vista que a natureza é um todo integrado.

No Brasil, as áreas protegidas figuram particularmente como Unidades de Conservação (UC), além de outras tipologias, como as Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reservas Legais (RL). Atualmente, o país possui a maior rede nacional de áreas protegidas terrestres do mundo (IUCN, 2016), sendo necessárias para garantir e manter a biodiversidade.

Considerando, particularmente, as UCs do estado do Maranhão, o Parque Nacional da Chapada das Mesas (PNCM), destaca-se por ser uma das áreas de proteção do Bioma Cerrado. E está categorizado como uma região de Prioridade Extremamente Alta para conservação da biodiversidade, de acordo com estudos de entidades Governamentais e não-Governamentais, apresentados em Brasília em 1998 (IBAMA, 2007).

A intenção de se conservar a região da Chapada das Mesas, no sul do Maranhão, é bem antiga. A primeira proposta foi apresentada na década de 1970 e ao longo dos anos outras tentativas surgiram, mas não foram concluídas. Em 2003, movimentos de defesa do meio ambiente existentes no município de Carolina, Maranhão, juntamente com o poder público local, preocupados com as constantes ameaças de desmatamento e implantação de projetos incompatíveis com a conservação das belezas naturais da região, encaminharam um novo pedido ao Ministério do Meio Ambiente (MORAES; LIMA, 2007).

Depois de uma série de estudos realizados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), foi apresentada à população, a proposta de criação de um Parque Nacional, com 141.000 ha (MORAES; LIMA, 2007). Esta proposta foi discutida em uma Consulta Pública realizada em Carolina no dia 22 de agosto de 2005, onde os participantes sugeriram a ampliação da área.

Após novas avaliações realizadas pelo IBAMA, o Parque foi definido em 160.046 ha, de acordo com as Unidades de Conservação no Brasil (2015); sendo esse tamanho confirmado pelo Decreto S/N de 12 de dezembro de 2005 (MMA, 2017). A área tem como função preservar e conservar os componentes naturais da fauna e flora, resguardando a importância ecossistêmica e beleza cênica, além de implementar atividades científicas, educacionais e de recreação (MMA, 2011). O primeiro registro do mapeamento da cobertura vegetal, uso e ocupação do solo no PNCM foi realizado por fotointerpretação, a partir de sobrevoos, para coletar coordenadas e fotos, e do uso de imagens dos satélites Landsat e CBERS no ano de 2006 (MORAES; LIMA, 2007). Após o mapeamento, os autores mostraram que cerca de 73% da área do PNCM compreende as formações savânicas, 15% são cobertas por formações florestais e 12% por formações marginais (mata de galeria, buritizais e veredas).

Esta região tem um importante valor para a manutenção da biodiversidade brasileira, uma vez que apresenta áreas de ecótono entre três biomas: Cerrado, Amazônia e Caatinga. Apresenta potencial com altos níveis de riqueza e abundância de espécies da flora e fauna, e ainda, de incrementar o corredor ecológico intitulado Araguaia - Bananal. Além da biodiversidade e beleza cênica, a região abriga também sítios arqueológicos diante das inscrições rupestres encontradas (IBAMA, 2007). Apesar disso, a paisagem da região denominada Chapada das Mesas passa por

alterações devido as plantações de soja e eucalipto (devido ao agronegócio), originadas da modernização dos processos de produção. Além do desmatamento de grandes áreas ininterruptas do Cerrado, há o uso intenso das reservas de água e práticas invasivas de controle de pragas com agrotóxicos altamente nocivos à biodiversidade (MARQUES *et al.*, 2014).

O Parque compreende dentro de seus limites áreas particulares, diante disso, Unidades de Conservação da categoria Parque Nacional (PARNA), por ser de proteção integral devem ser desapropriadas para serem preservadas; o que gera conflitos entre os gestores e população local. Outro problema que afeta a biodiversidade do PNCM são as ocorrências de fogo no período de estiagem. Souza *et al.* (2015) destacaram a grande ocorrência de fogo no Parque, principalmente nos meses de agosto, setembro e outubro. Cabe ressaltar que desde 2014 foi implantado o programa de manejo integrado do fogo (MIF), como tem sido sugerido para outras áreas no Brasil com os mesmos tipos de vegetação (SCHMIDT *et al.*, 2018; FRANKE *et al.*, 2018), com o intuito de registrar e controlar essas incidências.

No PNCM, o fogo é utilizado por agricultores para limpeza da área para plantio de culturas e formação de pastagem, com intensidade maior no mês de setembro, período no qual a vegetação está mais susceptível a queima (LIMA *et al.*, 2007). Segundo Almeida (2015) aproximadamente 130 famílias residem no interior do PNCM e fazem uso do fogo com essa finalidade para desenvolver práticas agrícolas e pecuárias. Além disso, ocorrem queimas controladas e prescritas, e aceiros feitos com o uso do fogo, que são realizados pelos agentes das brigadas de incêndio e por moradores (ALMEIDA, 2015; ICMBio, 2016).

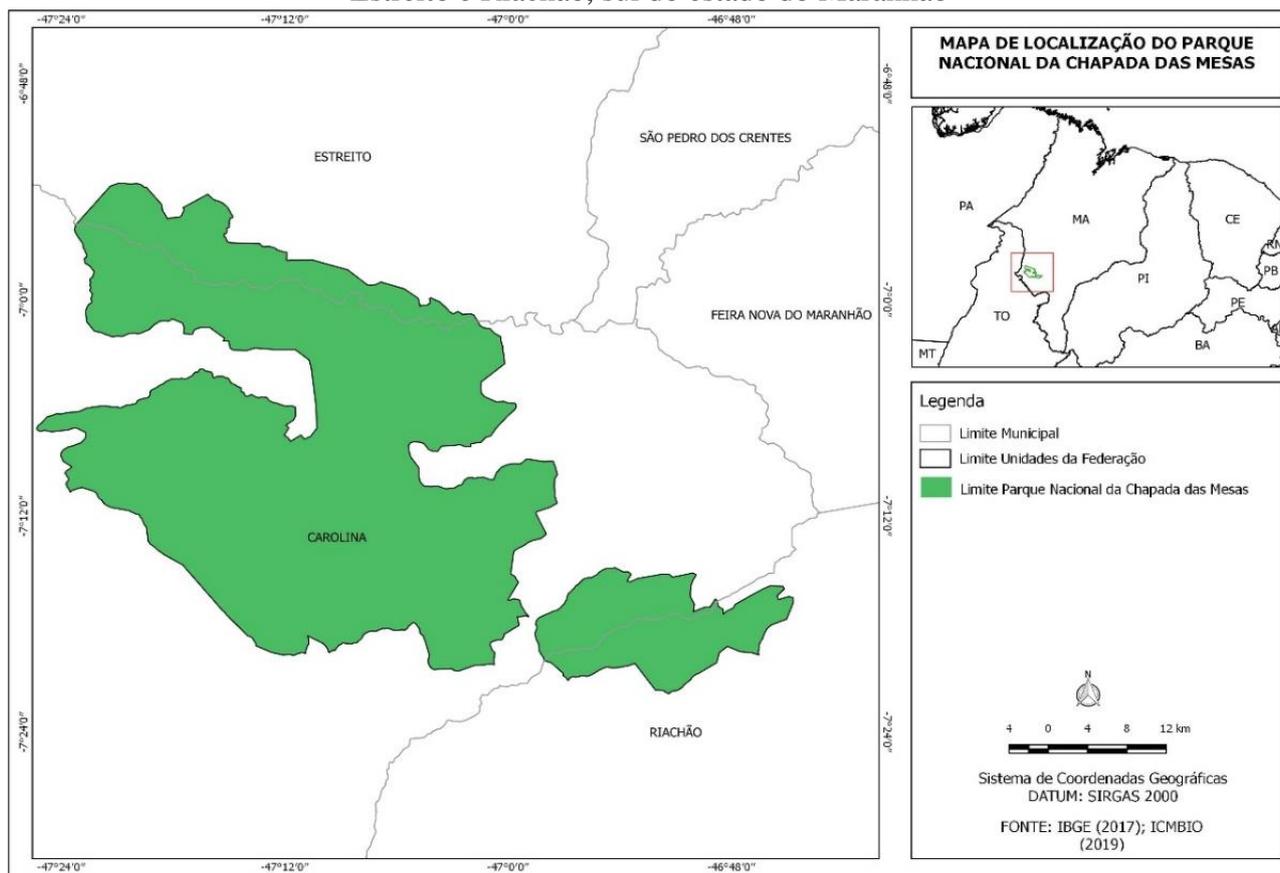
Apesar das pesquisas direcionadas sobre o fogo no PNCM, não foi encontrado nenhum registro abordando a reconstrução do histórico de queimadas no Parque. Gerude (2013) mapeou focos de queimadas em Unidades de Conservação Federais e Estaduais e em Terras Indígenas no estado do Maranhão, para o período de 2002 até 2008. E os dados mostram que o PARNA da Chapada das Mesas, a REBIO de Gurupi e o PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba tiveram destaque quanto ao número de focos de incêndios detectados, com 416, 439 e 1979 focos, respectivamente. Neste sentido, o estudo de uso e cobertura da terra é de fundamental importância para o planejamento e a gestão ambiental, considerando que estão associadas às relações socioeconômicas. A tipologia do uso da terra de uma região, esboçada espacialmente pelos mapas temáticos de uso e cobertura, representa um instrumento essencial para o ordenamento territorial e para conservação da biodiversidade local.

Este trabalho foi desenvolvido no intuito de mapear e quantificar espacialmente as classes de uso e cobertura da terra, do Parque Nacional da Chapada das Mesas nos anos de 2007 e 2017, utilizando técnicas de geoprocessamento como subsídio ao monitoramento ambiental, auxiliando e alertando sobre as alterações da cobertura vegetal e suas implicações sobre o ambiente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O Parque Nacional da Chapada das Mesas (PNCM), está dividido em duas áreas: a maior, com mais de 140.000 ha, ocupa parte dos municípios de Carolina e Estreito; e a outra, com cerca de 19.000 ha, entre Carolina e Riachão (**Figura 1**), ocupando 83,82% do município de Carolina, 9,28% de Estreito e 6,9% do município Riachão (UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL, 2015). O mapeamento do uso e cobertura da terra do PNCM foi produzido em laboratório, a partir de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. O trabalho é composto pelo levantamento da Base Cartográfica e do mapa de uso e cobertura da terra para a área de estudo para os anos de 2007 e 2017. Após este levantamento os mapas foram analisados sob os aspectos da constituição de cada classe de uso e cobertura e de suas respectivas características.

Figura 1: Localização do Parque Nacional Chapada das Mesas, entre os municípios de Carolina, Estreito e Riachão, sul do estado do Maranhão



Fonte: Elaborado por H. A. Rocha (2021).

A pesquisa consistiu no uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG), adotando-se o software SPRING 5.4.3 (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) para estruturação de um banco de dados geográficos utilizando-se a projeção Universal Transversa de Mercator, sistema geodésico: SIRGAS 2000, zona 23S. Todo o estudo temático foi projetado na escala de 1:100.000.

Na primeira fase do trabalho as informações foram organizadas em ambiente SIG, utilizando-se o SPRING. O banco de dados foi elaborado com dados sobre o limite da área de estudo; a parte de hidrografia foi adquirida no site da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA); os povoados e acessos foram disponibilizados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO). Além disso, para servir de embasamento, foram utilizados mapeamentos existentes no site do IBGE. Na segunda fase foram feitas aquisições de imagens orbitais dos satélites *Landsat-7*, sensor *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) com data de passagem: 06/09/2007 e *Landsat-8*, sensor *Operational Land Imager* (OLI), data de passagem: 17/09/2017, órbitas/ponto: 221/65 e 222/65, respectivamente. Essas imagens foram obtidas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Logo após a aquisição das imagens as mesmas passaram pelo processo de empilhamento das bandas (*Layer Stack*) 6(R), 5(G), 4(B) (OLI) e 5(R), 4(G), 3(B) e (ETM+) através de mosaico. Posteriormente, recorreu-se a técnica de fusão de imagem, *Pan Sharpening*, utilizando-se a banda 8, pancromática, com as bandas 6, 5 e 4 que foram empilhadas, preservando-se o conteúdo, cor da imagem composta. Para esse processamento foi utilizado o provedor *Orfeo Monteverdi* do QGIS. Para a fusão de imagem com o *Orfeo Monteverdi* realizou-se as seguintes etapas: 1 - Utilização do algoritmo *Superimpose sensor*, que dimensiona a imagem colorida (composta pelas bandas 6, 5, 4) para a extensão e resolução da banda pancromática; 2 - Utilização do algoritmo de fusão *Pan sharpening* (rcs) para mesclar as

cenas Pancromática e Multiespectral (imagem que foi processada na etapa anterior). O procedimento mencionado tem o intuito de facilitar a interpretação visual da imagem produzida, devido as bandas espectrais 6, 5 e 4 ficarem com uma resolução espacial de 15 m após a técnica de fusão da imagem com a banda pancromática.

O mapeamento do uso e cobertura da terra foi realizado na mesma escala da base cartográfica (1:100.000), utilizando-se técnicas de análise visual de imagens de satélite com base nos elementos de fotointerpretação. De acordo com Florenzano (2002), [...] “independentemente da resolução e escala, as imagens apresentam os elementos básicos de análise e interpretação, a partir dos quais se extraem informações de objetos, áreas ou fenômenos. Esses elementos são: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização”.

A partir da interpretação dos elementos das imagens em ambiente SIG, procedeu-se o uso de técnicas de processamento digital, a saber: realce de imagens por meio de aplicação de contraste lineares e vetorização das classes recorrendo-se as ferramentas da edição topológica do SPRING. Ao final foi gerado o mapa contendo seis classes temáticas que foram classificadas de acordo com o manual técnico de vegetação do IBGE (2012), com a mensuração dos seus respectivos quantitativos de áreas.

A partir de levantamentos de informações sobre a área de estudo, e considerando as imagens de satélite foi construída uma base cartográfica, contendo uma rede de drenagem, limites municipais, estradas e limite do parque. Sobre esta base foram elaborados os mapas temáticos de uso e cobertura da terra para os anos de 2007 e 2017, conforme estudo realizado por Fitz (2008). Esse autor destacou que os mapas temáticos são produtos cartográficos que se referem a um ou mais fenômenos espacialmente representáveis, oriundos de uma base cartográfica pré-definida, ou seja, utilizam outros mapas como base para sua elaboração, sendo possível que qualquer mapa que apresente outra informação distinta da mera representação da porção analisada, possa ser enquadrado como temático. Assim, o mapa temático deve cumprir sua função, ou seja, dizer o quê, onde e como ocorre determinado fenômeno geográfico, utilizando símbolos gráficos (signos), especialmente planejados para facilitar a compreensão de diferenças, semelhanças e possibilitar a visualização de correlações pelo usuário (ARCHELA; THÉRY, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor compreensão das análises realizadas, são apresentadas uma breve descrição das seis classes da área do Parque Nacional Chapada das Mesas:

3.1. Savana Parque

Subgrupo de formação constituído essencialmente por um estrato graminóide, integrado por hemicriptófitos e geófitos de florística natural ou antropizada, entremeado por nanofanerófitos isolados, com conotação típica de um “Parque Inglês” (Parkland). A Savana Parque de natureza antrópica é encontrada em todo o País, enquanto a natural ocorre algumas vezes com feição de campos litossólicos e/ou rupestres. Em áreas encharcadas de depressões periodicamente inundadas, ocorrem as tipologias naturais de Cerrado-de-Pantanal, com denominações regionais diversas, caracterizadas pela presença de “covoais”, “monchões” ou “murundus” (IBGE, 2012). Esse tipo de formação foi identificado no PNCM (**Figura 2**), especificamente, no município de Carolina.

3.2. Savana Florestada

Subgrupo de formação com fisionomia típica e característica restrita a áreas areníticas lixiviadas com solos profundos, ocorrendo em um clima tropical eminentemente estacional. Apresenta sinúrias lenhosas de micro e nanofanerófitos, tortuosos com ramificação irregular, providos de macrófitos

esclerófitos perenes ou semidecíduos, ritidoma esfoliado corticoso rígido ou córtex maciamente suberoso, com órgãos de reserva subterrâneos ou xilopódios, cujas alturas variam de 6 a 8 m. Em alguns locais, apresenta sinúcias lenhosas de meso e microfanerófitos com altura média superior aos 10 m, sendo muito semelhante, fisionomicamente, a Florestas Estacionais, apenas diferindo destas na sua composição florística (IBGE, 2012).

Figura 2: Imagem da Savana Parque registrada no Parque Nacional Chapada das Mesas (PNCM), Maranhão



Fonte: elaborado por Rocha (2019).

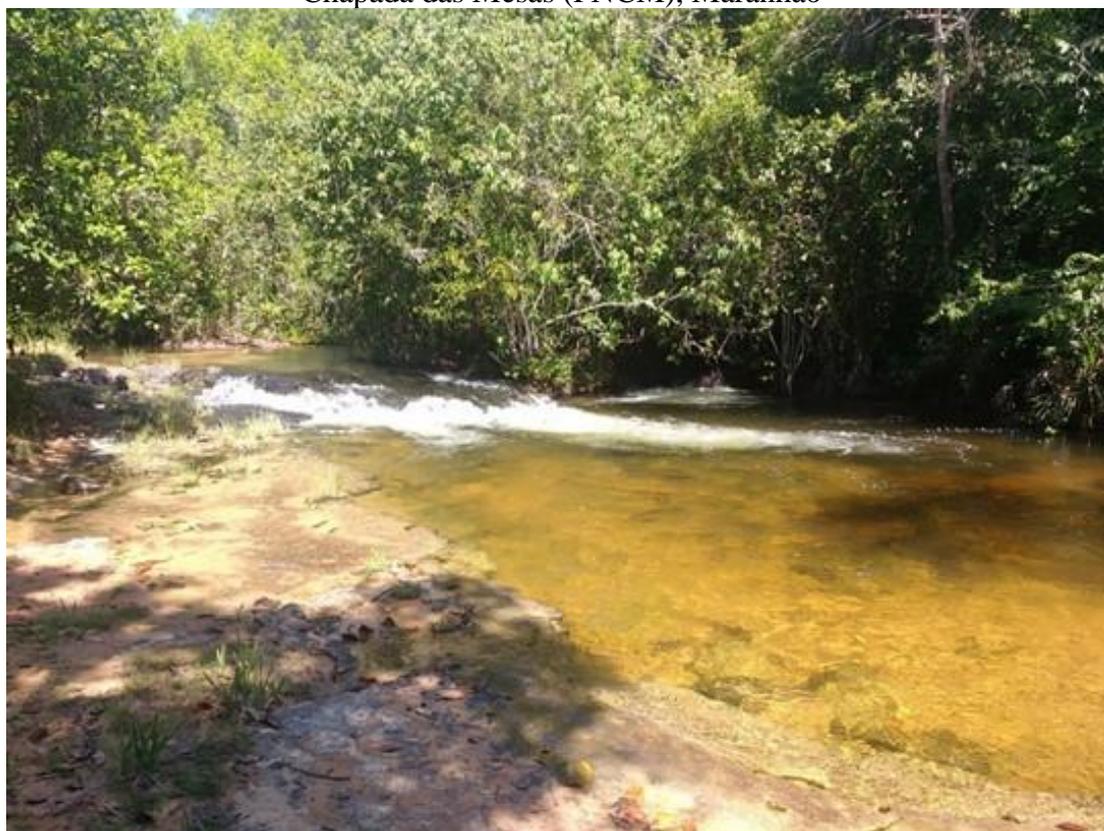
3.3. Savana Arborizada

Conforme IBGE (2012), subgrupo de formação natural ou antropizado que se caracteriza por apresentar uma fisionomia nanofanerófitica rala e outra hemcriptofítica graminoide contínua, sujeito ao fogo anual. As sinúcias dominantes formam fisionomias ora mais abertas (Campo Cerrado), ora com a presença de um “scrub” adensado, Cerrado propriamente dito. A composição florística, apesar de semelhante à da Savana Florestada, possui espécies dominantes que caracterizam os ambientes de acordo com o espaço geográfico ocupado.

3.4. Mata de Galeria

Entende-se como uma vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias) próximo ao curso de água. Geralmente a Mata de Galeria localiza-se nos fundos dos vales ou nas cabeceiras de drenagem onde os cursos de água ainda não escavaram um canal definitivo. Essa fisionomia é perenifólia (não apresentando queda de folhas na estação seca). Quase sempre a Mata de Galeria é circundada por faixas de vegetação não florestal em ambas as margens, e em geral ocorrem uma transição brusca com formações savânicas e campestres. Essa transição é quase imperceptível quando ocorre com Matas Ciliares, Matas Secas ou mesmo Cerradões, o que é mais raro, embora seja diferenciada pela composição florística (ICMBIO, 2019) (**Figura 3**).

Figura 3: Imagem da Mata de Galeria registrada no município de Carolina, do Parque Nacional Chapada das Mesas (PNCM), Maranhão



Fonte: elaborado por Rocha (2019).

3.5. Agricultura com culturas cíclicas

Em algumas escalas é fácil delimitar-se os tratos agrícolas, seja para a prática da agricultura ou da pecuária (**Figura 4**). Essa “facilidade” é adquirida quando o estudo é realizado em escala de semidetalhe e detalhe (IBGE, 2012). Porém, não é simples separar culturas permanentes lenhosas de médio porte das áreas vegetacionais secundárias, pois as delimitações retangulares dos tratos agrícolas permanecem após o seu abandono, justamente quando se inicia a sucessão natural. Só após a verificação terrestre das manchas separadas nas imagens obtidas pelos sensores remotos, é possível estabelecer, com certa garantia, quais os tipos de culturas existentes na área estudada. Em escala regional e exploratória, o máximo a ser feito resume-se em separar as culturas cíclicas das permanentes; sendo necessária uma boa verificação terrestre para testar os padrões da imagem do sensor remoto usado (IBGE, 2012).

Figura 4: Imagem da Pecuária extensiva registrada no Parque Nacional Chapada das Mesas (PNM), Maranhão



Fonte: elaborado por Marques (2012).

3.6. Queimadas (Uso do fogo e incêndios florestais)

Os incêndios são uma das mais importantes fontes de danos aos ecossistemas florestais nas regiões em desenvolvimento. A pressão que essas áreas florestais sofrem devido à necessidade de novas áreas destinadas às atividades agropecuárias têm aumentado consideravelmente o número de incêndios e a extensão das áreas queimadas (BATISTA, 2004). Ainda segundo Batista (2004), a extensão territorial do Brasil e a diversidade de sua cobertura vegetal, bem como o número expressivo de ocorrências de incêndios florestais verificados no país são fatores que enfatizam a necessidade de um sistema cada vez mais aprimorado e consistente de detecção de incêndios florestais para facilitar as atividades de planejamento de prevenção, controle e mitigação dos danos.

A partir dos dados analisados, pode-se constatar que Savana Parque se destaca com (-63,83 km²), a Savana Florestada recuou com (2,88 km²), Savana Arborizada (-8,00 km²), a classe Mata de galeria se destaca em termos de conservação e renovação, com (8,98 km²) (**Tabela 1**). Agricultura com culturas cíclicas avançou cerca de (3,35 km²) e as Queimadas demonstram um nível elevado, alcançando um valor de (56,64 km²). Por meio da análise multitemporal das imagens dos anos de 2007 e 2017 foi possível detectar algumas mudanças na região.

No ano de 2007 e 2017 destacam-se mudanças positivas e negativas nas seis classes trabalhadas. Na Savana Parque houve uma diminuição de (-5%), essa alteração está pouco visível, contudo, para uma unidade de conservação como o PNCM é importante que seja observada com atenção cada perda mínima por mais que esta demonstre ser pouco expressiva. A Savana Florestada também demonstrou saldo negativo de (4%) e isso se deve a uma prática comum de plantio em áreas de preservação permanente, como o topo das chapadas. Algumas dessas áreas de agriculturas são manejadas de forma que se pode detectar, a partir das imagens de satélite, as mudanças no local de plantação; outras, porém se mostram permanentes. A Savana Arborizada obteve uma diferença percentual positiva com uma recuperação de (4%), indicando uma regeneração. Da mesma forma que

a savana Parque as áreas da Savana Arborizada também são muito utilizadas para as atividades agrícola principalmente nas bordas das chapadas.

Tabela 1: Quantificação das áreas de uso e cobertura da terra com suas diferenças em km² e as variações percentuais do Parque Nacional Chapada das Mesas, sul do estado do Maranhão

CLASSES	2007 Área km ²	2017 Área km ²	Diferença da Área em km ²	%
Savana Parque (Sp)	1.171,79	1.107,88	-63,83	-5
Savana Florestada (Sd)	148,74	140,99	2,88	-5
Savana Arborizada (Sa)	80,76	83,55	-8,00	4
Mata de Galeria	144,98	153,91	8,98	6
Agricultura com culturas cíclicas (Acc)	15,44	18,99	3,35	22
Queimadas	38,78	95,17	56,64	146
TOTAL DAS CLASSES	1.600,49	1.600,49	-----	-----

Fonte: os próprios autores (2019).

Agricultura com culturas cíclicas teve uma diferença percentual de 23%. Este aumento é considerado alto, pois gera uma considerável redução das áreas de cobertura vegetal devido à ocupação do gado extensivo. Marques *et al.* (2014) destaca que no sistema de plantio denominado “roça de toco”, a criação de gado extensivo, uso do fogo para limpeza de pastos e roçado, se realizado continuamente sem ter um tempo de “descanso” para o solo, provoca impactos ambientais, assim como constatado nas análises realizadas. Essas práticas ainda persistem no interior da UC, pois o processo de regularização fundiária ainda não foi concluído e os proprietários não foram indenizados pelo governo. E os sertanejos, como se autodenominam as populações tradicionais, também ficam aguardando a consolidação dos termos de compromisso (instrumento que irá garantir a permanência dessas populações no interior do PNCM), porém, com diversos acordos de utilização dos recursos naturais com a devida conservação dos mesmos (MARQUES *et al.*, 2014).

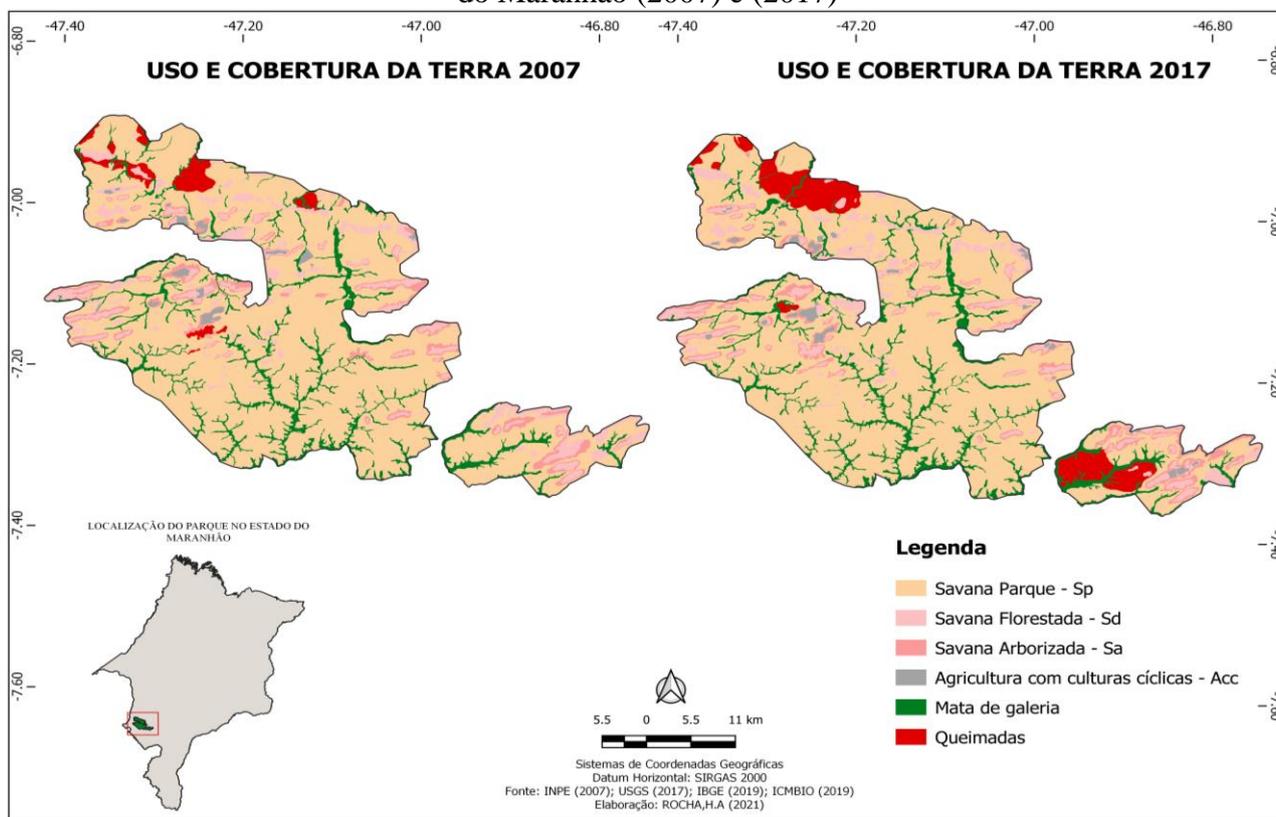
Com os mapas gerados a partir das interpretações de imagens e uso de SIG foi possível observar as mudanças existentes no Parque (**Figura 5**).

Na Eco Debate (2017) foi ressaltado que não é somente o fogo natural que oferece perigo. Os focos de incêndio em vegetação são provocados também por ações do homem (diretas ou indiretas). “O uso das queimadas na agropecuária é comum na região do Cerrado”. Produtores rurais utilizam o fogo como manejo da terra principalmente na época de seca. Assim, cabe lembrar que

Em 11 de setembro é lembrado o Dia do Cerrado – segundo maior bioma da América do Sul – mas poucos são os motivos para comemorar. O período de seca no Cerrado brasileiro é histórico e ocorre com intensidade nesta época do ano, entre os meses de junho e outubro, quando os índices de chuvas reduzem tanto que podem chegar à zero. Por conta disso, a baixa umidade do ar, os ventos fortes e o calor dessa época provocam uma grande incidência de incêndios nas vegetações – as conhecidas queimadas -, que se alastram e ameaçam a biodiversidade local (ECODEBATE, 2017).

Batista (2004) já afirmava que a detecção de incêndios através do sensoriamento remoto é a forma mais viável para o Brasil, devido à magnitude e a diversidade das características dos ecossistemas florestais. No entanto, há necessidade de aperfeiçoar esse sistema, utilizando a análise de vários outros parâmetros, que associados aos focos de calor obtidos das imagens de satélites, propiciem um aumento da precisão na detecção de focos de incêndios e áreas queimadas. Eva e Fritz (2003) citam diversos estudos que registraram esses problemas com a detecção ao se usar dados sobre incêndios florestais a partir de sensoriamento remoto de baixa resolução.

Figura 5: Mapa de uso e cobertura da terra do Parque Nacional Chapada das Mesas, sul do estado do Maranhão (2007) e (2017)



Fonte: os próprios autores (2019).

De acordo com Ugarte *et al.* (2001), a variabilidade espacial e temporal da temperatura e da reflectância do ambiente são problemas a serem considerados nos algoritmos de detecção de incêndios por meio de imagens de satélites. Também são necessárias intensas pesquisas que visem desenvolver algoritmos e modelos que possibilitem um melhor desempenho na detecção de incêndios através de imagens de satélites (BATISTA, 2004).

Dentre as classes analisadas, as que mais se destacaram foram as áreas de Savana Parque, Savana Florestada, Agricultura e Queimadas. Essas classes possuem uma auto correlação em razão das atividades antrópicas se realizarem mais intensamente na Savana Parque e na Savana Florestada. Além disso constatou-se que algumas áreas de agricultura se mantem de forma permanente em áreas de fazenda dentro do Parque principalmente nos topos das chapadas.

É possível observar que algumas dessas áreas mudam e aumentam de forma negativa, como a perda de área ocasionada pelas queimadas (**Figura 6**); que teve um aumento de área em 145%. Existe uma política de queima controlada dentro do PNCM, afirmando que é proibido o uso de fogo no Parque, exceto nas seguintes situações: a) em atividades do PNCM relativas ao manejo integrado do fogo (MIF) e b) emprego da queima prescrita, em conformidade com o estabelecido em planejamentos específicos e em instrumentos jurídicos pertinentes (como termos de compromisso) (ICMBIO, 2019). No caso desse estudo, os dados foram gerados baseados em interpretação de imagem extraíndo as áreas de cicatrizes de queimadas.

Não é possível afirmar o que ocasionou os tipos de queimadas, visto que essas áreas são extremamente suscetíveis a incêndios seja de cunho abusivo ou natural. Um ponto importante é que as áreas com cicatrizes de queimadas não ficam muito próximas dos povoados localizados dentro do Parque, mas possuem estradas (acessos) bem definidos, com áreas de fazenda em seu entorno.

Figura 6: Imagem de Área degradada pela queimada observada no Parque Nacional Chapada das Mesas (PNCM), Maranhão



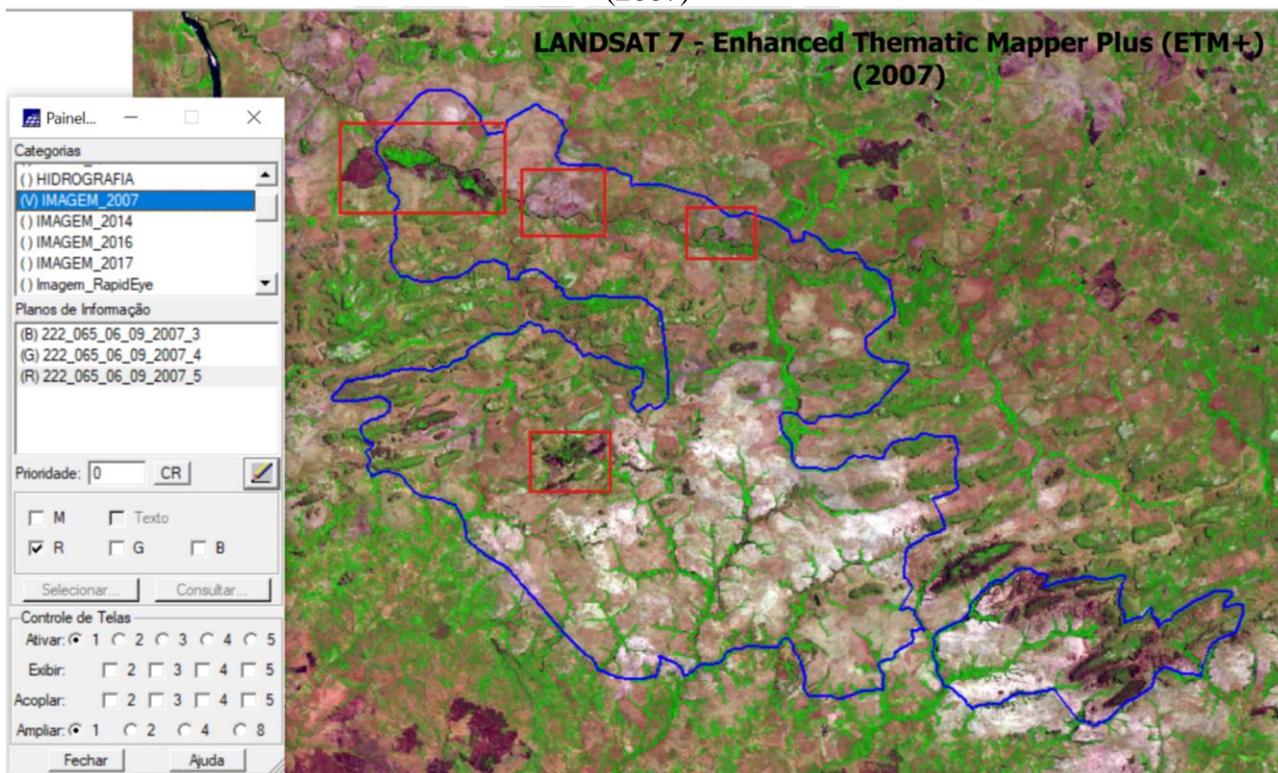
Fonte: Marques (2012).

Diante disso, faz-se necessário conhecer o aspecto negativo da crescente pressão das diferentes formas de uso da terra, que está relacionado ao aumento no número de atividades ilegais, ocupação irregular, tráfico de fauna silvestre, extrativismo predatório etc. Tais atividades resultam em incêndios provocados no entorno ou dentro das unidades, constituindo crescente ameaça a sua integridade, aumentando as ocorrências de incêndio (IBAMA, 2009). Assim, torna-se clara a gravidade da presença de fogo indesejado e o risco de comprometimento dessas áreas protegidas, que dele resultam, com perdas em diversidade biológica irreversíveis.

Na sequência das imagens abaixo (**Figuras 7 e 8**) são demonstradas as localidades que foram extraídas as cicatrizes de queimadas. Consegue-se identificar que em ambas as imagens algumas áreas de queimadas permaneceram as mesmas, sugerindo que essas áreas fazem parte do processo de queima de manejo estabelecido pelo plano de gestão do Parque. E que, a princípio, são ações controladas no PNCM.

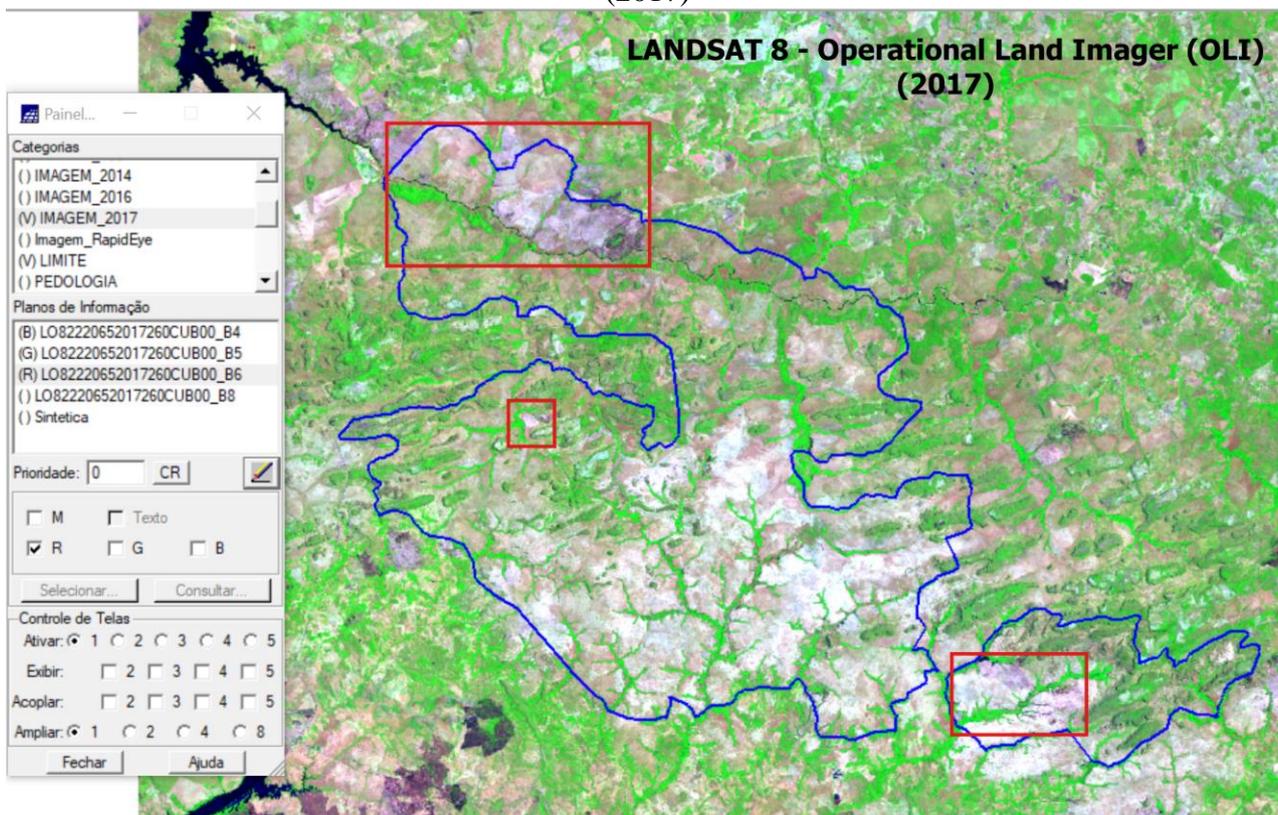
Partindo do pressuposto das pressões antrópicas no interior de UCs, no caso das queimadas e incêndios florestais, em nível mundial, adotam-se novos tipos de manejo; pois, a ocorrência de grandes incêndios gerou prejuízos ambientais e econômicos, bem como conflitos entre populações locais e autoridades ambientais. E países como Austrália (RUSSELL-SMITH *et al.*, 2009, 2017), Estados Unidos (FREEMAN *et al.*, 2017; RYAN *et al.*, 2013) e Canadá (LEE *et al.*, 2002; STOCKS; MARTELL, 2016) têm implementado ações de manejo de fogo nas últimas décadas. Essas ações incluem queimas estratégicas controladas em diferentes épocas do ano, sob condições meteorológicas e qualidade e quantidade de combustível adequados para atingir propósitos específicos de manejo, como a conservação da biodiversidade - incluindo ambientes sensíveis e adaptados ao fogo - e reduzir conflitos com as populações locais, com os custos relacionados aos combates a incêndios e a extensão de áreas queimadas por incêndios (MOURA, 2018).

Figura 7: Carta imagem do Parque Nacional Chapada das Mesas, sul do estado do Maranhão (2007)



Fonte: os próprios autores (2021).

Figura 8: Carta imagem do Parque Nacional Chapada das Mesas, sul do estado do Maranhão (2017)



Fonte: os próprios autores (2021).

O manejo integrado do fogo contribui com a diminuição dos prejuízos causados pelas queimadas sem controle, que provocam incêndios que impactam diretamente o bioma Cerrado e todas as suas fisionomias, e com a prática de manejo com uso do fogo, a biodiversidade estaria mais protegida.

Um dos maiores incentivos para a expansão do programa de MIF no Cerrado tem sido reduzir o risco de incêndios por meio de queimas controladas no início da estação seca. Porém implementar queimas em outras épocas do ano, que beneficiem espécies chave da fauna ou flora, ou mesmo que permitam melhores resultados de manejo de combustível ou da redução do adensamento da vegetação lenhosa, pode ser o próximo passo do programa para corresponder melhor aos objetivos de conservação estabelecidos pelas UCs (MOURA, 2018).

Portanto, essa prática aliada ao conjunto de procedimentos de gestão ambiental em UCs pode diminuir consideravelmente os impactos ambientais causados pelos incêndios nestas áreas do bioma Cerrado do Parque Nacional da Chapada das Mesas.

4. CONCLUSÃO

Com as evidências desse estudo, por meio dos mapas, foi possível detectar as diferenças e mudanças na paisagem dessa importante Unidade de Conservação Integral do Nordeste. A Savana Parque com perda percentual de (-5%) o que representa em km² um total de 63,83 e Savana Florestada com (-5%) demonstrando uma perda de 2,88 km². Ambas tiveram diferenças relativamente pequenas comparadas às outras classes em termos percentuais, porém foi muito expressiva em hectares por se tratar de uma área de UC, em que as duas classes totalizaram 71,83 km². E em ambos os tipos de vegetação ocorre tanto a prática de cultura como a de pasto. O Cerrado é um dos biomas que mais sofre alteração por ações antrópicas, nos mapas temáticos percebe-se os avanços da prática agrícola que ocupam principalmente a área de Savana Florestada, ou seja, o topo das chapadas. A Savana Arborizada e a Mata de Galeria destacaram-se pela capacidade de resiliência dando a esta pesquisa resultados positivos e atestando que apesar das dificuldades e limitações que essas áreas possuem para assegurar a fiscalização necessária ainda é possível manter uma boa conservação.

Cabe ressaltar, também, que os dados apresentados nesta pesquisa são de suma importância no apoio aos procedimentos e nas estratégias de melhoria das políticas de planejamento e gestão territorial do PNCM. Incluindo o Manejo Integrado do Fogo como meio de diminuir os impactos causados pelos incêndios no Cerrado. Além de ser possível desenvolver um trabalho pautado na gestão ambiental remota. Nesse sentido, as novas informações produzidas e organizadas nesta análise tomam proporções importantes por mostrar aos gestores públicos e aos pesquisadores uma importante parcela de conhecimento sobre esta Unidade de Conservação do estado do Maranhão.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. **Relatório de Atividades Projeto Cerrado Jalapão no Parque Nacional da Chapada das Mesas em 2014**. Carolina, 2015.

ALBUQUERQUE, E. L. S.; MEDEIROS, C. N. Vulnerabilidade socioambiental em bacias hidrográficas no setor leste metropolitano de Fortaleza, Ceará. **Ateliê Geográfico**, v. 11, n. 1, p.109-126, 2017.

BATISTA, A. C. Detecção de Incêndios Florestais Por Satélites. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 237-241, 2004.

ECODEBATE. **Seca e Queimadas: Dia do Cerrado é celebrado em um dos meses mais críticos para região**. EcoDebate, 11/09/2017. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2017/09/11/seca-e-queimadas-dia-do-cerrado-e-celebrado-em-um-dos-meses-mais-criticos-para-regiao/>. Acesso em: 09 out. 2017.

ROCHA, H. A.; SOARES, I. G.; ARAÚJO, E. P. DE; ALMEIDA JUNIOR, E. B. DE; MARQUES, A. R. Detecção de mudança no uso e cobertura da terra ao longo de 10 anos (2007 e 2017) do Parque Nacional da Chapada das Mesas, Maranhão. **Boletim de Geografia**, v. 39, p. 195-210, e58256, 31 jan. 2022.

EVA, H.; FRITZ, S. Examining the potential of using remotely sensed fire data to predict areas of rapid forest change in South America. **Applied Geography**, v. 23, p. 189-204, 2003.

FRANKE, J.; BARRADAS, A. C. S.; BORGES, M. A.; COSTA, M. M.; DIAS, P. A.; HOFFMANN, A. A.; OROZCO FILHO, J. C.; MELCHIORI, A. E.; SIEGERT, F. Fuel load mapping in the Brazilian Cerrado in support of integrated fire management. **Remote Sensing of Environment**, v. 217, p. 221-232, 2018.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002. 97p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2 ed. revisada e ampliada, Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271p. (Manuais técnicos em Geociências, n.1). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2015.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais do Parque Nacional da Chapada das Mesas**, 2007. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/prevfogo/plano_operativo_parna_da_chapada_das_mesas.pdf. Acesso em: 13 jan. 2015.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Relatório de Ocorrências de Incêndios em Unidades de Conservação Federais, 2005-2008**. Prevfogo, Brasília: IBAMA, 2009. 31p. Disponível em: http://queimadas.cptec.inpe.br/~rqueimadas/material3os/2009_Ibama_Relatorio_FogoUCs_2005_08_DE3os.pdf. Acesso em: 20 maio 2015.

ICMBio - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Projeto Corredor Ecológico da Região do Jalapão**. Fitofisionomias: Mata Ripária. 2019. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/biodiversidade-3/fitofisionomias.html?showall=&start=6>. Acesso em: 15 jan. 2015.

ICMBio. **Nota Técnica 001/2016-PNCM**. Dias, P.A. (Elab.). Carolina-MA, 2016. Acesso em: 11 no. 2021.

ICMBio - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2019. Planos de Manejo. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomasbrasileiros/cerrado/unidades-de-conservacao-cerrado/2079-parna-da-chapada-das-mesas>. Acesso em: 01 mar. 2021.

INPE - INTITURO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2015. **Imagens Ladsat 8 para o monitoramento de volume de água em reservatórios**: estudo de caso nas barragens Jaguari e Jacareí do sistema Cantareira. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/>. Acesso em: 03 maio 2016.

IUCN. **Protected Planet Report**. UNEP-WCMC and IUCN, Cambridge UK and Gland, Switzerland, 2016.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 4, n. 12, p. 90-106, 2012.

ROCHA, H. A.; SOARES, I. G.; ARAÚJO, E. P. DE; ALMEIDA JUNIOR, E. B. DE; MARQUES, A. R. Detecção de mudança no uso e cobertura da terra ao longo de 10 anos (2007 e 2017) do Parque Nacional da Chapada das Mesas, Maranhão. **Boletim de Geografia**, v. 39, p. 195-210, e58256, 31 jan. 2022.

LIMA, L. P.; TCHAICKA, L.; AVELAR, J. J.C; CUNHA, A. N. C. **Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais do Parque Nacional da Chapada das Mesas**. Ministério do Meio Ambiente-MMA. 18p. 2007.

MARQUES, A. R. **Saberes geográficos integrados aos estudos territoriais sob a ótica da implantação do Parque Nacional da Chapada das Mesas, sertão de Carolina – MA**. 2012. 199f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, São Paulo. 2012.

MARQUES, A. R.; FERNANDES, M. L. B.; BEZERRA, J. F. R.; SILVA, Q. D. da. Abordagens sobre o Território e a Territorialidade das Comunidades Sertanejas do Cerrado da Chapada das Mesas/MA. **CAMPO-TERRITÓRIO: Revista de Geografia Agrária**, v. 9, n. 19, p. 472-507, 2014.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006**. Brasília: MMA, 2011.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Departamento de Áreas Protegidas - Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Disponível em: <http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=272>. Acesso em: 27 jun. 2017.

MOURA, L. C. **Implicações e aprendizados do manejo integrado do fogo no Cerrado: estudo de caso no Parque Nacional da Chapada das Mesas (PNCM)**. 2018. 145f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Brasília, 2018.

MORAES, R. C.; LIMA, L. P. Utilização de SIG como ferramenta na gestão do Parque Nacional Chapada das Mesas (Carolina/MA). *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 13, 2007, Florianópolis. **Anais eletrônicos [...]**. São Paulo: INPE, 2007. p. 4057-4064.

SOUZA, F. T. de; KOERNER, T. C.; CHLAD, R. A data-based model for predicting wildfires in Chapada das Mesas National Park in the State of Maranhão. **Environmental Earth Sciences**, v. 74, n. 4, p. 3603-3611, 2015.

SCHMIDT, I. B.; MOURA, L. C.; FERREIRA, M. C.; ELOY, L.; SAMPAIO, A. B.; DIAS, P. A.; SAMPAIO, A. B.; DIAS, P. A.; BERLINCK, C. N. Fire management in the Brazilian savanna: First steps and the way forward. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, n. 5, p. 2094-2101, 2018.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL. Disponível em: <https://www.uc.socioambiental.org/node/1843>. Acesso em: 5 mar. 2015.

UGARTE, M. F.; ZEQUEIRA, R. I.; LÓPEZ, F. An approach for the compensation of the background variability in fire detection systems. **Infrared Physics & Technology**, v. 42, p. 23-30, 2001.



Informações sobre a Licença

Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

License Information

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which allows for unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, as long as the original work is properly cited.