

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM ENSINO DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA E MATEMÁTICA**

LEANDRO JOSÉ DE OLIVEIRA BOAVENTURA

**CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE DE IMAGENS MULTIESPECTRAIS DO TRIÊNIO
2018-2020 DO BIOMA PANTANAL: CASO DO PARQUE NACIONAL DO
PANTANAL MATOGROSSENSE**

ARAGUATINS

2021

LEANDRO JOSÉ DE OLIVEIRA BOAVENTURA

**CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE DE IMAGENS MULTIESPECTRAIS DO TRIÊNIO
2018-2020 DO BIOMA PANTANAL: CASO DO PARQUE NACIONAL DO
PANTANAL MATOGROSSENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Tocantins, Campus Araguatins,
como exigência à obtenção do título de
Especialização em Ensino de Ciências da
Natureza e Matemática

Orientadora: Doutora em Física e Astrofísica
Fabrícia de Almeida Cortez Pereira

ARAGUATINS

2021

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

B662c Boaventura, Leandro José de Oliveira
Classificação e análise de imagens multiespectrais do triênio 2018-2020 do bioma pantanal: caso do parque nacional do pantanal matogrossense / Leandro José de Oliveira Boaventura. – Araguatins, TO, 2021.
30 f. : il. color.

Artigo (Especialização em Especialista No Ensino de Ciências da Natureza e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2021.

Orientadora: Dra. Fabrícia de Almeida Cortez Pereira

1. Sensoriamento Remoto. 2. Pantanal. 3. monitoramento por satélite. I. Pereira, Fabrícia de Almeida Cortez. II. Título.

CDD 500

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LEANDRO JOSÉ DE OLIVEIRA BOAVENTURA

**CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE DE IMAGENS MULTIESPECTRAIS DO TRIÊNIO
2018-2020 DO BIOMA PANTANAL: CASO DO PARQUE NACIONAL DO
PANTANAL MATOGROSSENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Tocantins, Campus Araguatins,
como exigência à obtenção do título de
Especialização em Ensino de Ciências da
Natureza e Matemática

Aprovado em: 25/06/2021

BANCA EXAMINADORA

Profª Doutora Fabrícia de Almeida Cortez Pereira
Instituto Federal de Alagoas

Profº Mestre Thiago de Loiola Araújo e Silva
Instituto Federal do Tocantins

Profº Doutor Flávio Ronny Evangelista Barbosa
Instituto Federal do Tocantins

Ao meu pai Anadir José de Oliveira, minha mãe
Auzília Boaventura de Oliveira, irmão Danilo
Boaventura, irmã Analina Boaventura e esposa
Vanessa Boaventura.

AGRADECIMENTOS

A todos os amigos que tive o privilégio de conhecer durante o percurso, aos que ainda tenho o prazer de conviver e aos que nos cruzamos pelo caminho.

Resumo

O Pantanal é tido como a maior planície alagável do Planeta e a saúde do bioma imprescindível para a preservação de diversas espécies. Logo é importante um monitoramento do bioma e de suas reservas e parques, já que no ano de 2020 este fora muito atingido por incêndios florestais. O Sensoriamento Remoto se mostra uma potente ferramenta para este fim, capaz de monitorar grandes áreas por meio de imagens orbitais. O presente artigo faz uso de imagens multiespectrais do satélite Sentinel 2, para uma análise temporal do Parque Nacional do Pantanal Matogrossense. Detectou-se no ano de 2020 uma acentuada diminuição nas áreas de água do Parque o que propiciou a que o fogo se alastrasse e o destruísse quase totalmente. No entanto, foi também detectado uma resiliência incrível do bioma, já que este já demonstra sinais de regeneração da paisagem.

Palavras-Chave: Sensoriamento Remoto, Sentinel 2 Satélite, monitoramento por satélite, imagens multiespectrais, Pantanal, incêndios florestais.

Abstract

The Pantanal is considered the largest floodplain on the planet and the health of the biome is essential for the preservation of several species. Therefore, it is important to monitor the biome and its reserves and parks. In 2020, the park was hit by forest fires. Remote Sensing proves to be a powerful tool for this purpose, capable of monitoring large areas with orbital images. The article uses multispectral images from the Sentinel 2 Satellite for a temporal analysis of the Pantanal Matogrossense National Park. In the year 2020, a decrease in the water areas of the Park was detected causing the fire to spread and destroy it almost totally. However, an incredible resilience of the biome was also detected, which already shows signs of landscape regeneration.

Keywords: Remote Sensing, Sentinel 2 Satellite, satellite monitoring, multispectral images, Pantanal, Forest fire.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAIS E MÉTODOS	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
3.1. Ciclo 2018	15
3.1.1. Estação das Chuvas	15
3.1.2. Estação da Seca	17
3.2. Ciclo 2019	19
3.2.1. Estação das Chuvas	19
3.2.2. Estação da Seca	21
3.3. Ciclo 2020	23
4. CONCLUSÃO	29
5. REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

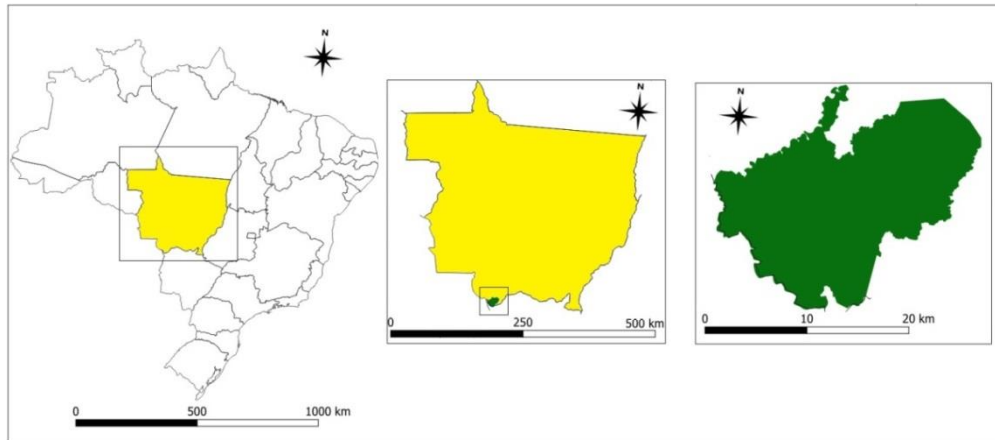
Incêndios florestais geram prejuízos ambientais, econômicos e sociais todos os anos mundo afora e no ano de 2020 uma série de incêndios acometaram fortemente o Pantanal, dados registrados pelo Programa Queimadas do INPE já evidenciavam uma escalada dos focos de incêndio no bioma, dados mostram que no ano de 2018 foram 21.918 focos, em 2019 este número saltou para 230.295 e em 2020 o INPE registrou 742.977 focos de incêndio no Pantanal.

Devido ao fato de no ano de 2020 terem ocorrido esta grande quantidade de queimadas na região pantaneira, torna-se relevante uma investigação científica quanto ao ciclo de secas e cheias aos quais todos os anos a região é submetida e relacioná-la com a saúde do bioma.

Para tal os estudos se localizaram no Parque Nacional do Pantanal Matogrossense, que diferentemente de muitas áreas do bioma que queimam anualmente, grandes incêndios são raros no Parque proporcionando analisar uma área sem interferências que neste dado ano de 2020 incêndios florestais o consumiram em sua quase totalidade, evidenciando a vulnerabilidade do bioma, o trabalho delineará, portando, dados dos ciclos de inundação que regem a região de dois anos anteriores (2018/2019) a catástrofe para colher parâmetros que se possam ser comparados ao pós-incêndio, propondo assim uma análise temporal por meio de imagens orbitais.

O Parque Nacional do Pantanal Matogrossense foi criado pelo Decreto nº 86.392, de 24 de setembro de 1981, com área de 135.000 há, (ICMBIO, 2020). Está localizado no município de Poconé/MT, no estado do Mato Grosso já na divisa com o estado do Mato Grosso do Sul e a 3 quilômetros da divisa da Bolívia.

Figura 1 – Mapa de localização do Parque Nacional do Pantanal Matogrossense



Fonte: Autores (2021).

Com muitos corpos d'água, vastas áreas de florestas, savanas, campos e áreas alagadiças o Parque Nacional Matogrossense é uma área de preservação de abundante fauna e flora a qual abriga várias espécies protegidas como o tatu canastra, jaguatirica, tamanduá bandeira e possui a maior concentração mundial de onças pintadas. Seu clima possui duas estações bem definidas de chuva e seca, as quais propiciam características únicas ao bioma, e que também o expõem a riscos de incêndios nas épocas de seca, incêndios estes sazonais na região, mas raros dentro do parque. No entanto neste ano de 2020 acometeram parque e impactaram fortemente todo o bioma.

Com a finalidade de compreender os impactos sofridos na região do Parque Nacional Matogrossense, o presente trabalho tem como objetivos realizar uma análise temporal dos últimos três anos, verificar o comportamento do ciclo pantaneiro e analisar a saúde do Parque Nacional Matogrossense por meio da quantificação da paisagem em diferentes estações pantaneiras (seca /cheia).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

No bioma pantanal ocorre uma transformação anual ditada pelas chuvas, sendo que em maio as chuvas cessam dando início ao período da seca e retornando em outubro para inundar as planícies, transformando o pantanal segundo World Wide Fund for Nature (WWF, 2017) a

na maior área inundável do planeta segundo. De acordo com este ciclo os trabalhos consistiram em quantificar a paisagem nos dois períodos (de cheia e de seca), em anos consecutivos para determinar se as mudanças sempre retornam a um mesmo padrão indicando um equilíbrio no bioma. Para isso foram utilizadas técnicas e equipamentos de sensoriamento remoto e interpretação de imagens na determinação das classes e quantitativos (Ravaglia et al, 2010).

As imagens utilizadas foram obtidas pelo sensor orbital Sentinel-2 da missão Copernicus da Agência Espacial Europeia – ESA.

Os satélites sentinel são sensores multiespectrais que vão do visível até o infravermelho próximo de ondas curtas, para os trabalhos foram utilizadas as bandas 2, 3, 4 no espectro visível e de resolução espacial de 10m, as bandas 5, 6, 7, 8, 8A, 11 e 12 no espectro do infravermelho próximo com resolução espacial de 20m (SENTINEL, 2015). As imagens estão disponíveis para download gratuitamente no site da missão (COPERNICUS, 2021).

No trabalho foram utilizadas 5 cenas da mesma área onde se localiza o Parque Nacional do Pantanal Matogrossense de coordenada central (lat 17°40'11" S e long 57°26'56"W) em diferentes épocas no intuito de realizar uma avaliação temporal do parque.

Tabela 1 – Aquisição das imagens

Imagem	Data de aquisição
I1	22/05/2018
I2	21/09/2018
I3	01/06/2019
I4	24/10/2019
I5	22/11/2020

Fonte: Autores (2021).

O software utilizado na manipulação, análise e interpretação das imagens foi o Qgis, bem como o plugin SCP (Congedo, 2016). As imagens passaram por um pré-processamento para que fosse feita uma calibração radiométrica das imagens convertendo número digital

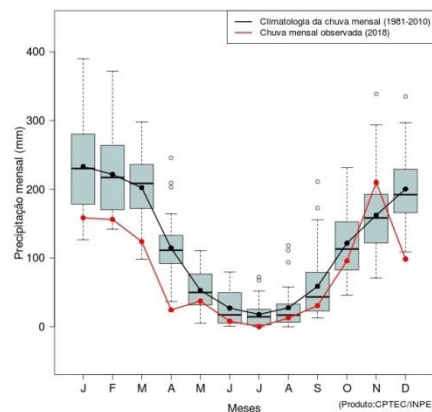
(ND) em reflectancia, bem como aplicado correções que eliminassem as interferências atmosféricas e topográficas, trazendo aos alvos características biofísicas, para então a realização da classificação supervisionada (Oliveira et al, 2018).

O parque foi segmentado em 7 classes; Água, Vegetação Aquática, Florestas, Savana, Solo Exposto, Área Alagada e Gramínea, sendo estas as principais macrovegetações existentes no Pantanal (Neves et al., 2006; Vieira et al., 2006) . Estas classes foram determinadas por classificação supervisionada no intuito de quantificar a vegetação possibilitando investigar alterações de paisagens relevantes ao estudo do bioma, sendo as classes representadas nos mapas temáticos padronizados conforme IBGE (2013).

Os períodos anuais para tomada das imagens de satélite foram determinados segundo o comportamento pluviométrico de cada ano, conforme dados meteorológicos publicados pelo INPE (2019).

As imagens foram preferencialmente tomadas ao final do respectivo período cheia/seca, quando são mais visíveis características típicas de cada estação. Considerou-se ainda as limitações impostas pelo sistema de imageamento como tempo de revisita dos satélites e condições meteorológicas como o predomínio de nuvens.

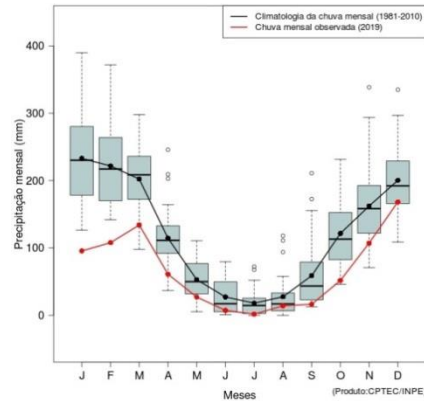
Figura 2 – Boxplot de precipitação mensal para o ano de 2018. (CPTEC/INPE)



Fonte: CPTEC/INPE (2021)

Conforme nota-se no boxplot na Figura 2 acima no ano de 2018 as chuvas diminuíram no mês de abril sendo a imagem do satélite Sentinel para o período de cheia tomada na data de 22/05, enquanto a imagem para visualizar o período de seca na data de 21/09, dado que no ano as chuvas começaram a ter mais vigor no mês de outubro.

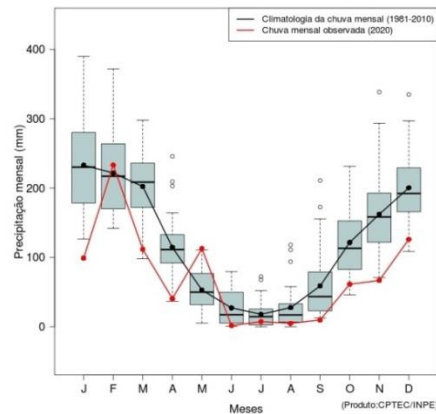
Figura 3 – Boxplot de precipitação mensal para o ano de 2019. (CPTEC/INPE)



Fonte: CPTEC/INPE (2021)

Evidencia-se no boxplot Figura 3 que o período de estiagem no ano de 2019 perdurou de maio até outubro, visto que no mês de setembro as chuvas se mantiveram estáveis em relação ao mês de julho. Sendo portanto as imagens para o período de chuva e seca tomadas nas datas 01/06 e 24/10, respectivamente.

Figura 4 – Boxplot de precipitação mensal para o ano de 2020 (CPTEC/INPE)



Fonte: CPTEC/INPE (2021)

Em 2020 conforme observa-se no boxplot Figura 4 houve uma alternância de chuvas no início do ano e uma estiagem mais acentuada e prolongada, sendo tomada apenas um conjunto de imagens para o ano na data de 22/11.

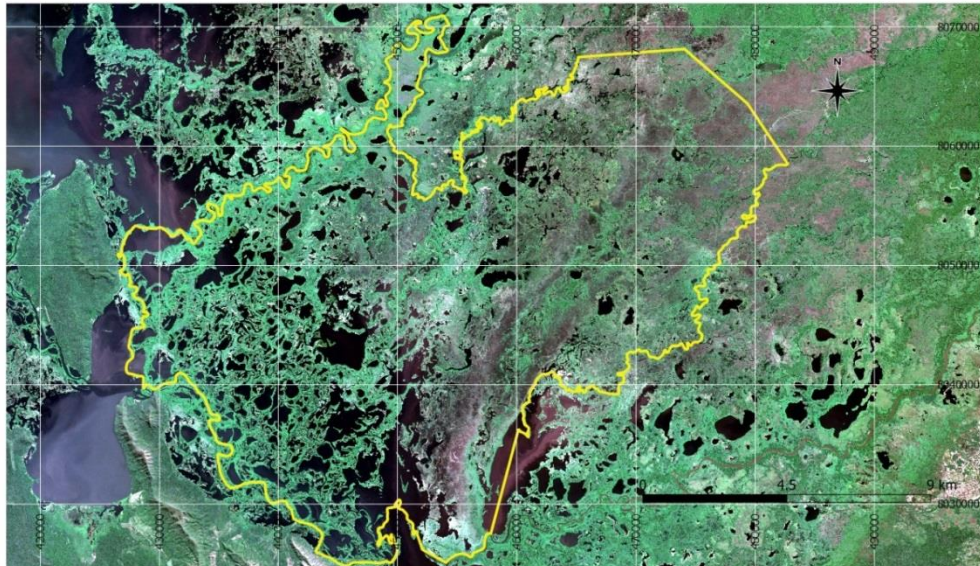
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Ciclo 2018

3.1.1 Estação de chuva

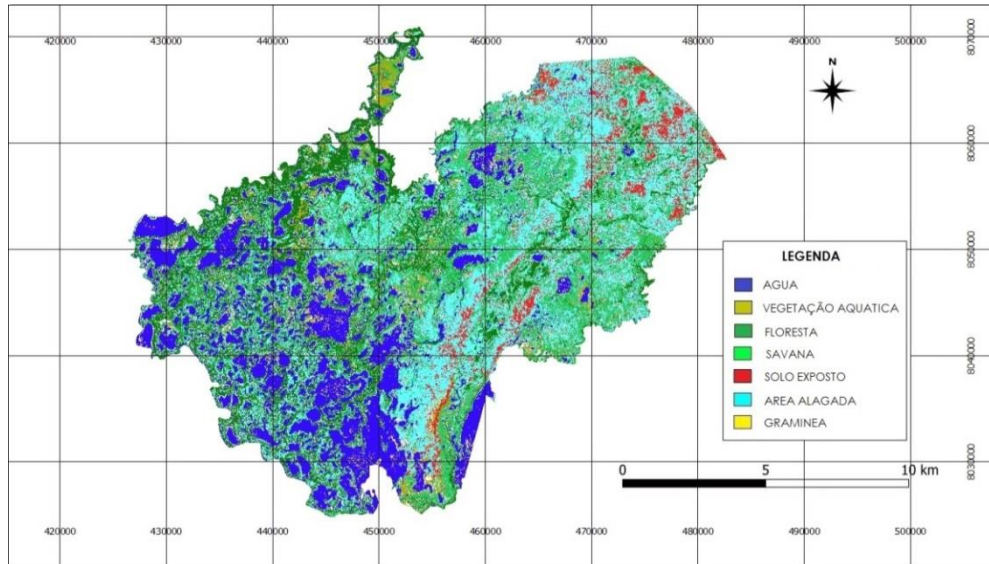
Na data de 22/05 do ano de 2018 compreendido já no final do ciclo de chuvas para o ano foram tomadas as imagens multiespectrais representadas pela Figura 5, no intuito de observar a ação da umidade e inundações na paisagem do Parque Nacional do Pantanal Matogrossense.

Figura 5 – Imagem RGB. (Satélite Sentinel 2-A – Missão Copernicus - ESA)



Fonte: Autores (2021).

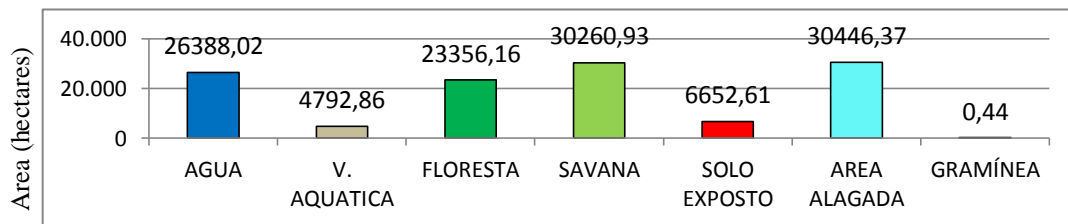
Figura 6 – Classificação de Cobertura do Solo



Fonte: Autores (2021).

Na Figura 6 observa-se a distribuição espacial da cobertura do solo representada pelas 7 classes as quais foram segmentadas o parque, predominando ao sul e sudoeste lagos e rios e lagoas, enquanto ao leste áreas de solo exposto, savanas e áreas alagadas.

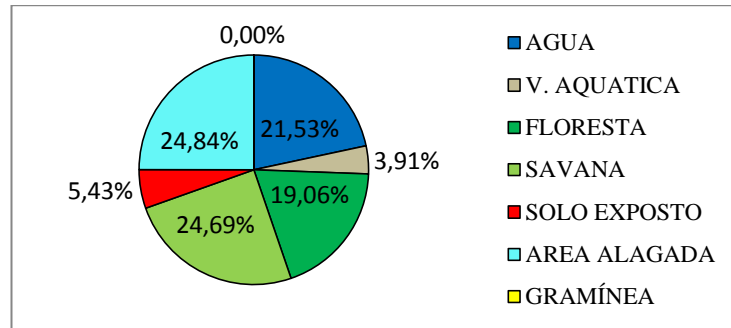
Figura 7 – Quantitativo das Classes de Cobertura do Solo com área dada em hectares



Fonte: Autores (2021).

Observa-se na Figura 7 que a área alagada ultrapassa a área da classe de água, que compreende rios e lagos. Somadas estas classes chegam a um total de 56.784,39 hectares, referendando a característica do bioma como a maior planície alagada do planeta.

Figura 8 – Distribuição das Classes de Cobertura do Solo no Parque Nacional do Pantanal Matogrossense



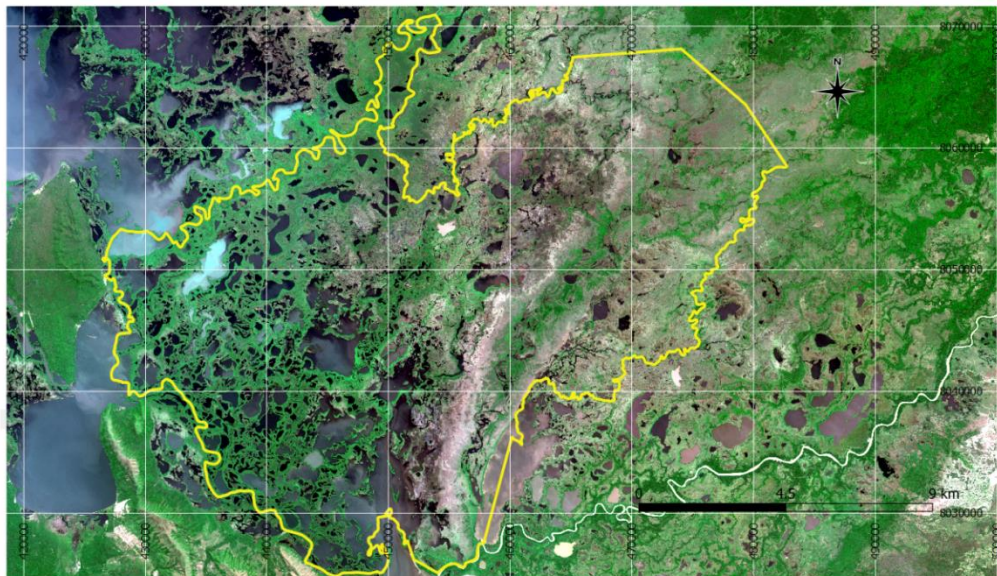
Fonte: Autores (2021).

Verificando a distribuição das classes no Parque mostradas na Figura 8 nota-se um predomínio de área com água e uma quantidade mínima de pastagem representada pela classe gramínea.

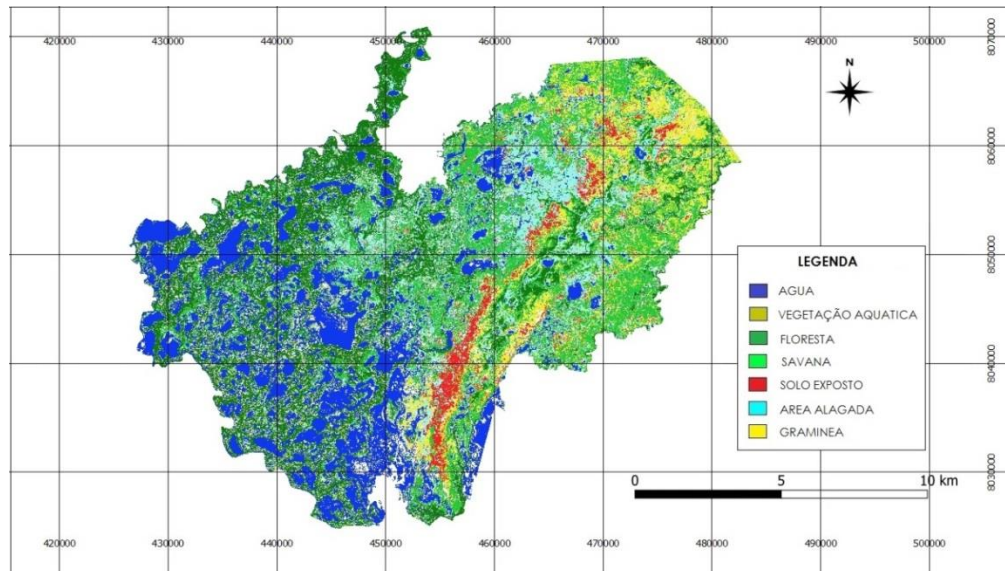
3.1.2 Estação de seca

Ainda no ano de 2018, no período final do ciclo de secas para observar a ação da estiagem na paisagem do Parque, tomou-se na data de 21/09/2018 as imagens multiespectrais representadas pela Figura 9.

Figura 9 – Imagem RGB. (Satélite Sentinel 2-B – Missão Copernicus - ESA)

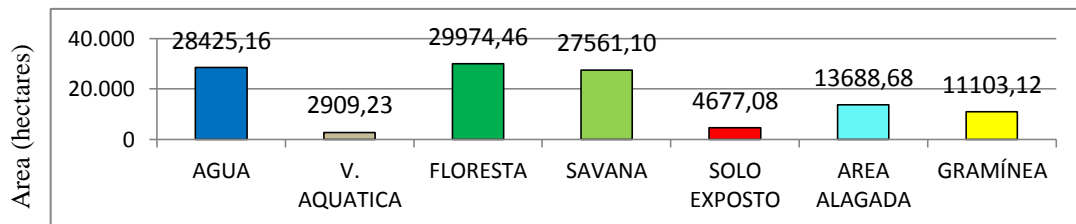


Fonte: Autores (2021).

Figura 10 – Classificação de Cobertura do Solo

Fonte: Autores (2021).

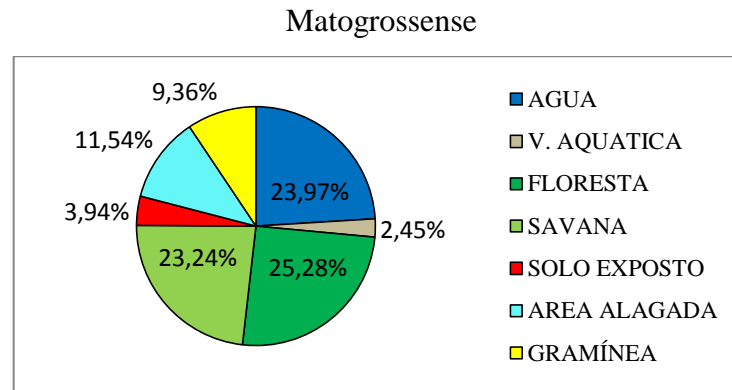
Na Figura 10 é possível observar a distribuição espacial das classes as quais foram segmentadas o parque, sendo a parte leste a que sofreu as maiores transformações visto que as áreas alagadas se converteram em pastagens, bem como alguns trechos de solo exposto. Nota-se ainda um alargamento da faixa sul de solo exposto quando comparado a mesma região na época de cheias.

Figura 11 – Quantitativo das Classes de Cobertura do Solo com área dada em hectares

Fonte: Autores (2021).

Nota-se na Figura 11 uma expressiva diminuição na área alagada na mesma proporção em que se aumenta a área de pastagens, uma pequena queda na área de savanas devido ao fato destas perderem folhas durante a estiagem, bem como uma queda na área de vegetação aquática quando comparadas ao período de cheias do mesmo ano.

Figura 12 – Distribuição das Classes de Cobertura do Solo no Parque Nacional do Pantanal



Fonte: Autores (2021).

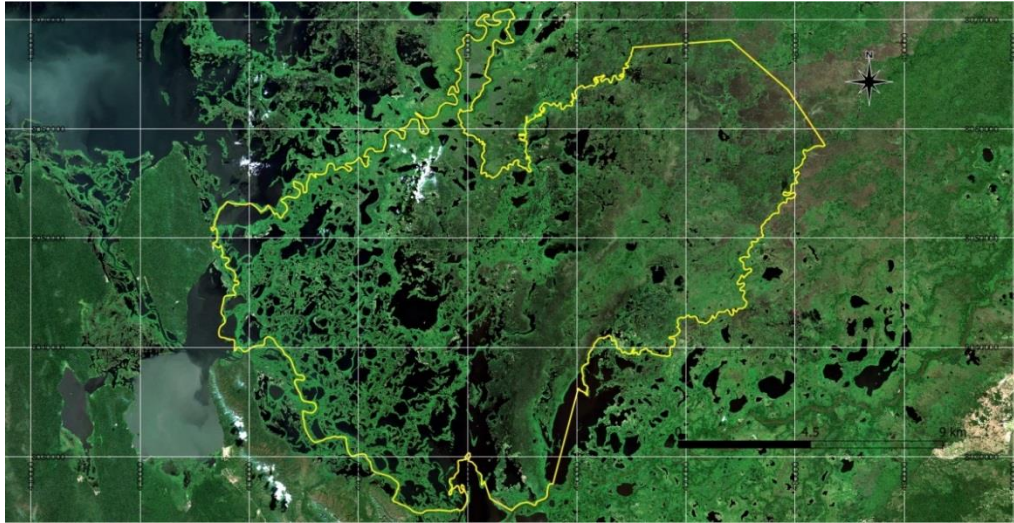
Verifica-se no gráfico representado na Figura 12 que áreas de gramíneas estão em 9,36% da área do Parque, que cresce com a baixa das águas e a deposição de sedimentos das inundações, proporcionando pastagens aos animais herbívoros, base alimentar para carnívoros e mostrando porque o Parque Nacional do Pantanal Matogrossense possui a maior concentração de oncas pintadas do mundo, exemplificando como esta ciclagem é importante para a saúde do bioma.

3.2. *Ciclo 2019*

3.2.1 *Estação das Chuvas*

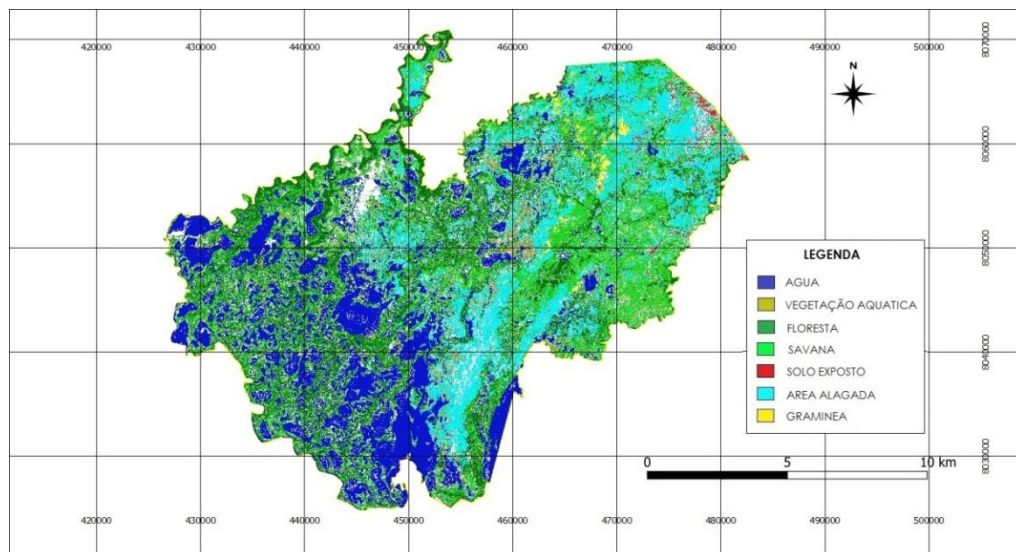
Ao final do ciclo de chuvas na data de 01/06 do ano de 2019 foram tomadas as imagens multiespectrais representadas pela Figura 13, para a observação dos efeitos do ciclo chuvoso na paisagem do Parque Nacional do Pantanal Matogrossense.

Figura 13 – Imagem RGB. (Satélite Sentinel 2-B – Missão Copernicus - ESA)



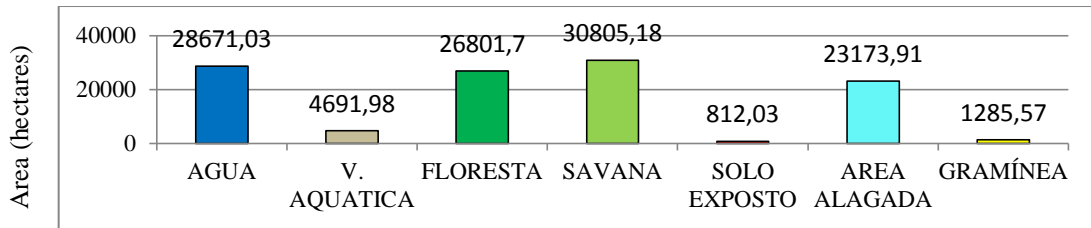
Fonte: Autores (2021).

Figura 14 – Classificação de Cobertura do Solo



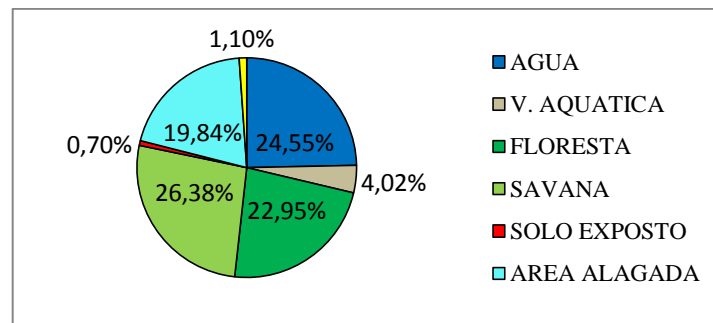
Fonte: Autores (2021).

Na Figura 14 estão descritas a distribuição das classes de cobertura do solo que compoem o parque e denotam poucas porções de solo exposto e áreas de pastagens.

Figura 15 – Quantitativo das Classes de Cobertura do Solo com área dada em hectares

Fonte: Autores (2021).

Na Figura 15 pode-se notar uma grande porção de área alagada e uma baixa quantidade de áreas de pastagens e solo exposto e quando comparado a mesma estação do ano anterior nota-se, uma quantidade equivalente de vegetação aquática.

Figura 16 – Distribuição das Classes de Cobertura do Solo no Parque Nacional do Pantanal Matogrossense

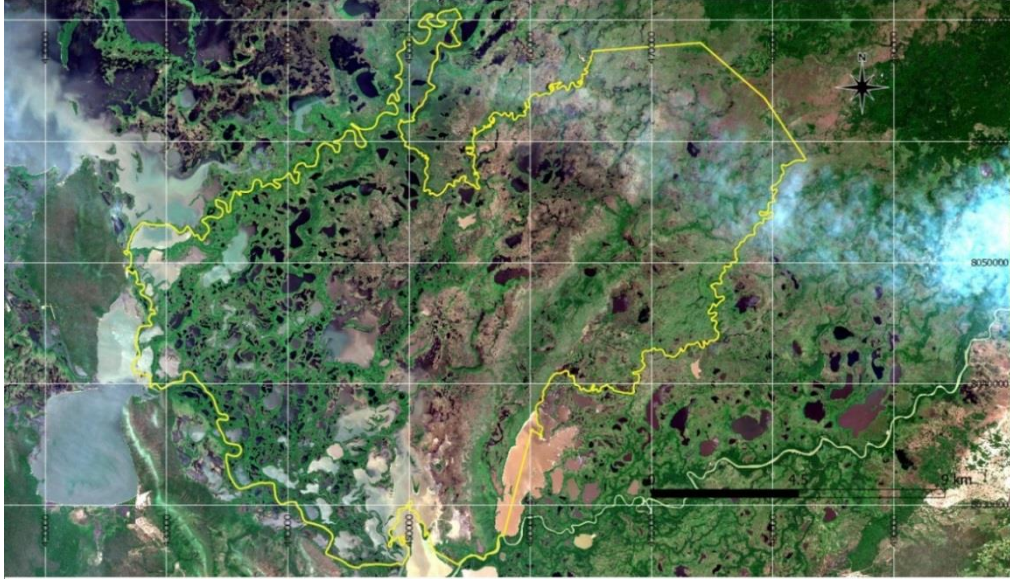
Fonte: Autores (2021).

No gráfico representado na Figura 16 as áreas de gramíneas e solo exposto compoem apenas 1,1% e 0,7% da paisagem respectivamente, ao passo que 19,84% das áreas estão alagadas, tornando o valor de corpos d'água em 44,39% do Parque na estação.

3.2.2 Estação da Seca

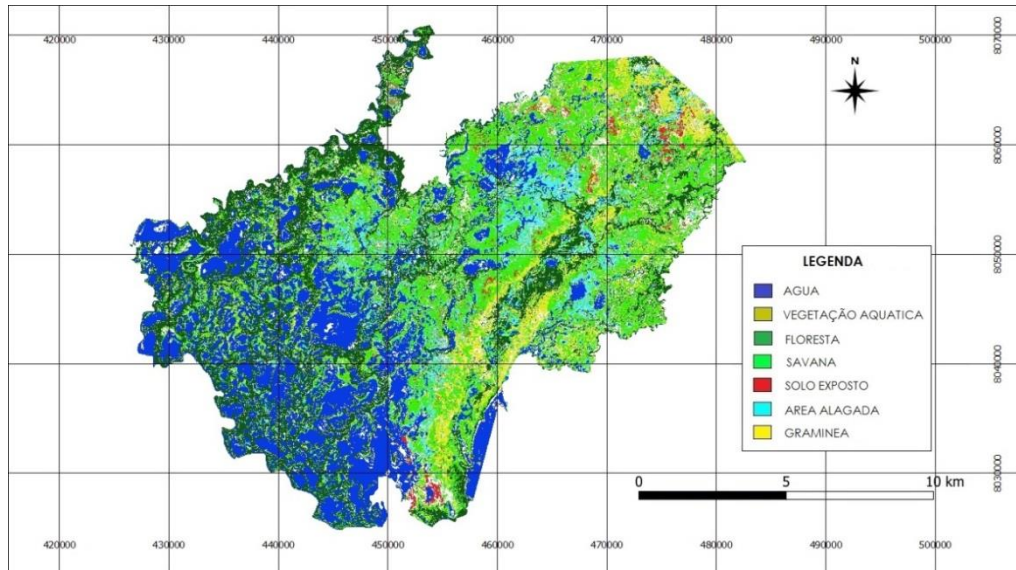
Na data de 24/10 de 2019, relativo ao fim do ciclo de seca para o ano, foram tomadas as imagens multiespectrais representadas pela Figura 17.

Figura 17 – Imagem RGB. (Satélite Sentinel 2-A – Missão Copernicus - ESA)



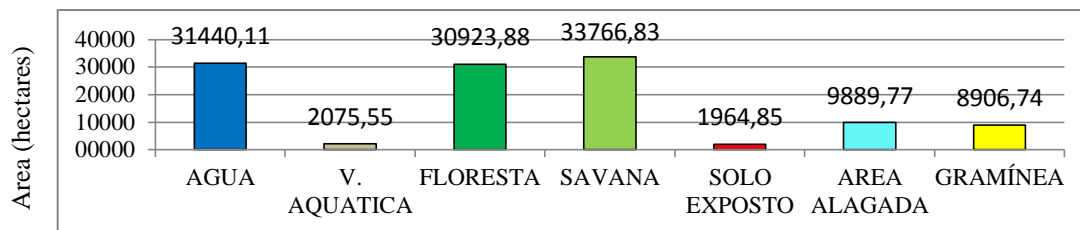
Fonte: Autores (2021).

Figura 18 – Classificação de Cobertura do Solo



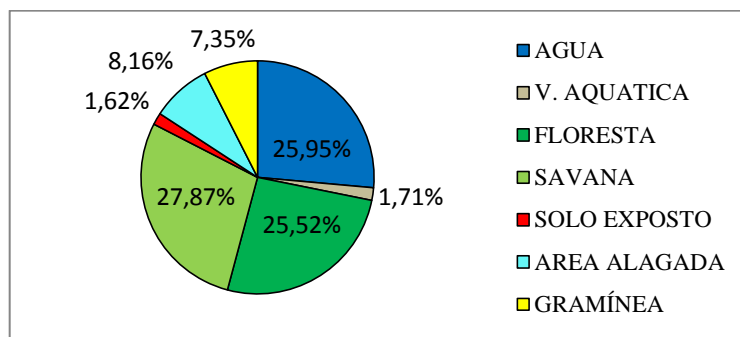
Fonte: Autores (2021).

Na Figura 18 observa-se como estão distribuídas as classes de cobertura do solo que compoem o parque.

Figura 19 – Quantitativo das Classes de Cobertura do Solo com área dada em hectares

Fonte: Autores (2021).

Na Figura 19 pode ser observado a distribuição das classes que compoem a paisagem do Parque

Figura 20 – Distribuição das Classes de Cobertura do Solo no Parque Nacional do Pantanal Matogrossense

Fonte: Autores (2021).

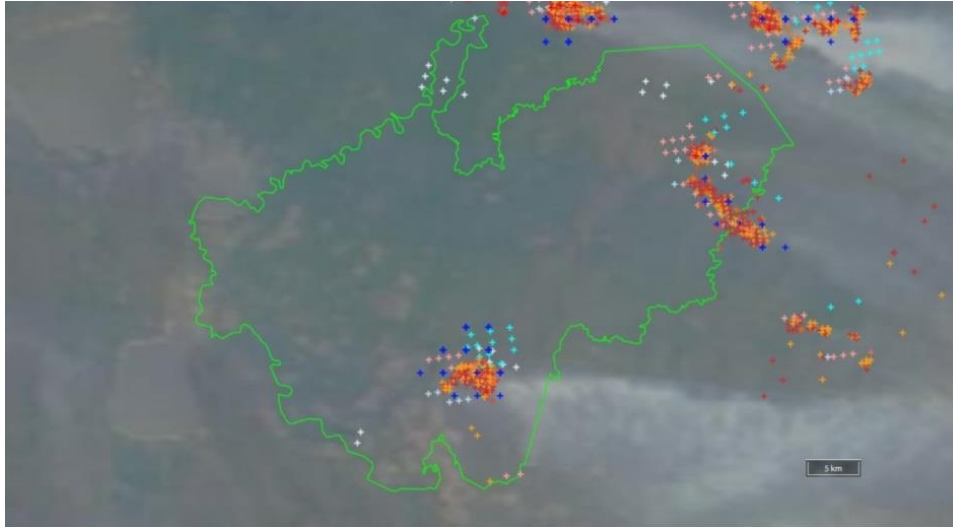
Os dados da Figura 20 quando comparados ao mesmo período do ano anteriores demonstram uma queda nas áreas de solo exposto e área alagada de 2,32% e 3,38%, respectivamente. Enquanto as áreas de rios e lagos apresentaram aumento de 1,98%, áreas de savana se expandiram em 4,63% e as áreas de vegetação aquática e florestas se mantiveram estáveis com variações abaixo de 1%.

3.3. Ciclo 2020

No ano de 2020 o ciclo hidrológico anual do Parque foi interrompido por uma estiagem prolongada e este foi acometido por um desastre ambiental, incêndios atingiram o parque em sua totalidade, conforme demonstram as imagens do sensor Modis, utilizadas e

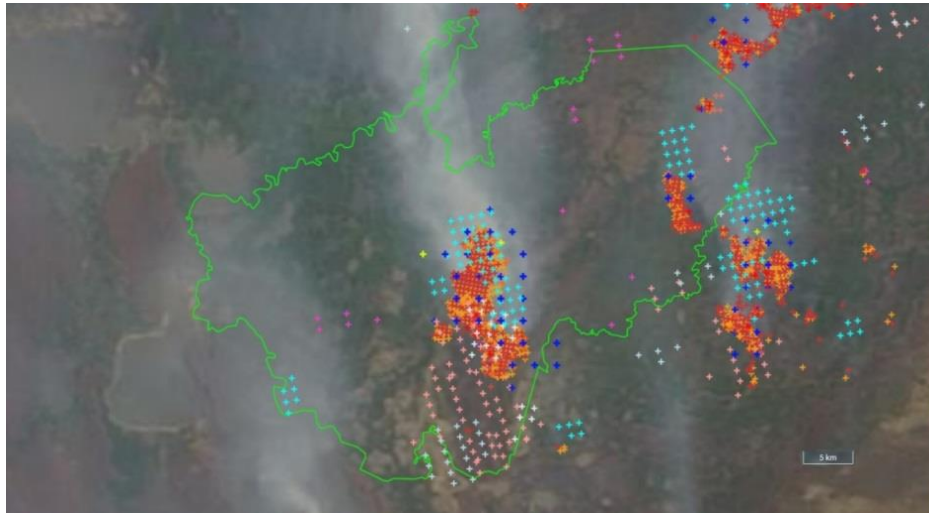
disponibilizadas pelo INPE em seu banco de dados de monitoriamento de queimadas (BDQueimadas, 2020), conforme mostrados na sequência de Figuras 21-26

Figura 21 – Focos de incêndio – 01/out.



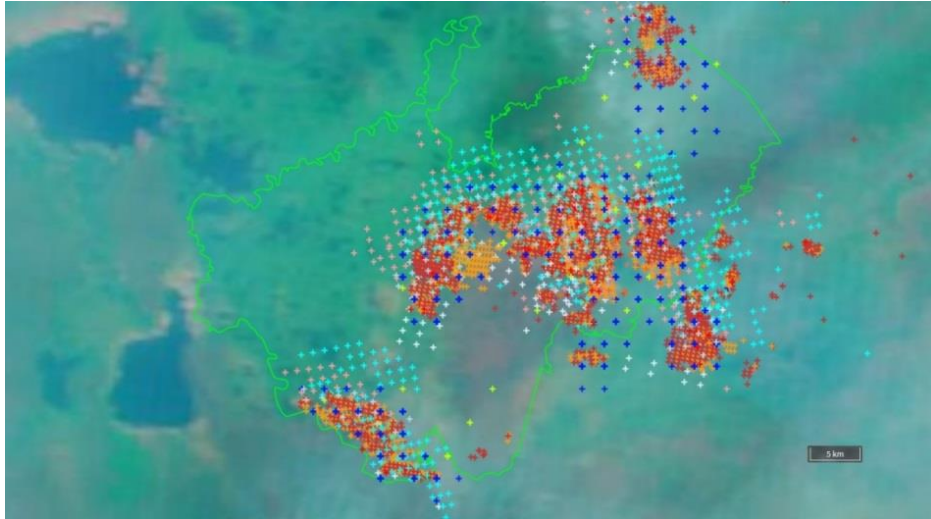
Fonte: BDQueimadas (2021)

Figura 22 – Focos de incêndio – 05/out.



Fonte: BDQueimadas (2021)

Figura 23 – Focos de incêndio – 10/out.



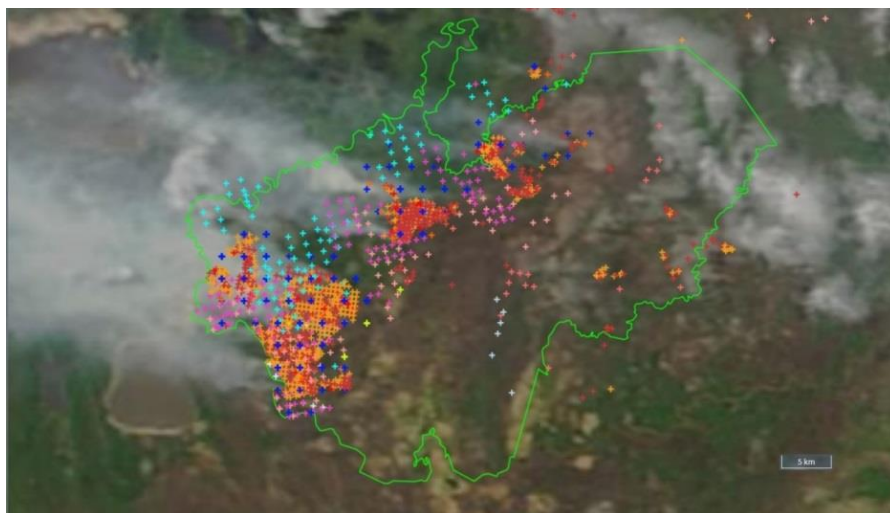
Fonte: BDQueimadas (2021)

Figura 24 – Focos de incêndio – 20/out.



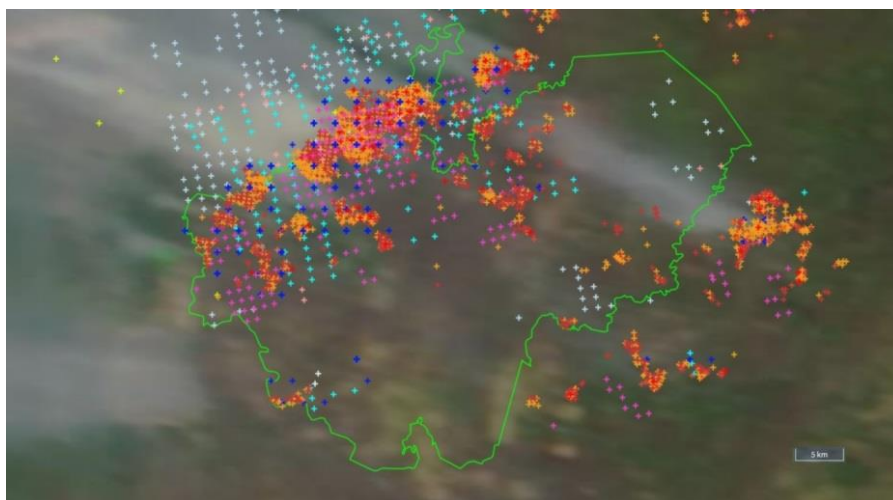
Fonte: BDQueimadas (2021)

Figura 25 – Focos de incêndio – 01/nov.



Fonte: BDQueimadas (2021)

Figura 26 – Focos de incêndio – 05/nov.

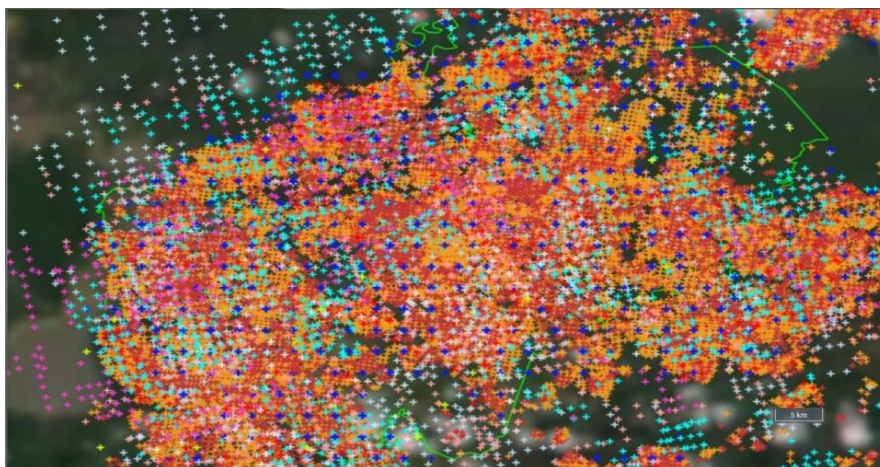


Fonte: BDQueimadas (2021)

Conforme pode ser observado na sequência cronológica das Figura 21-26, no início de outubro em período de extrema estiagem os incêndios invadem o Parque Nacional por duas frentes; sul e leste, e se disseminam rapidamente rumo ao centro consumindo a vegetação castigada pela estiagem, até que chuvas se precipitam na terceira semana de outubro e aliviam o flagelo da fauna e flora, no entanto no início de novembro novos focos de incêndios se espalham e voltam a consumir a vegetação do parque, que é praticamente todo destruído, A

Figura-27 representa a junção de todos os focos de incêndio detectados pelo INPE durante o período acima mencionado compreendido entre o início de outubro e final de novembro.

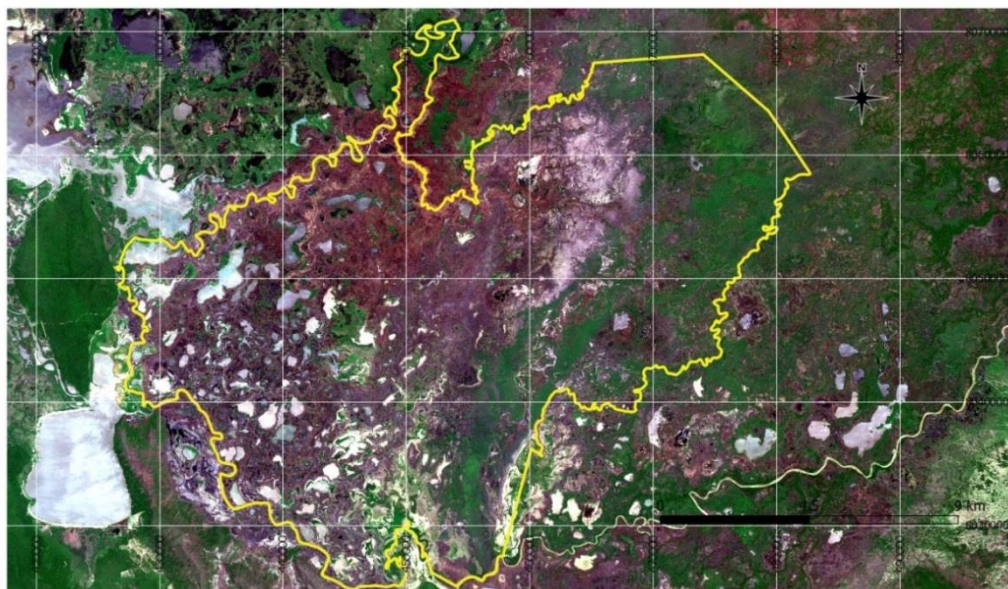
Figura 27 – Focos de incêndio – meses de out e nov.



Fonte: BDQueimadas (2021)

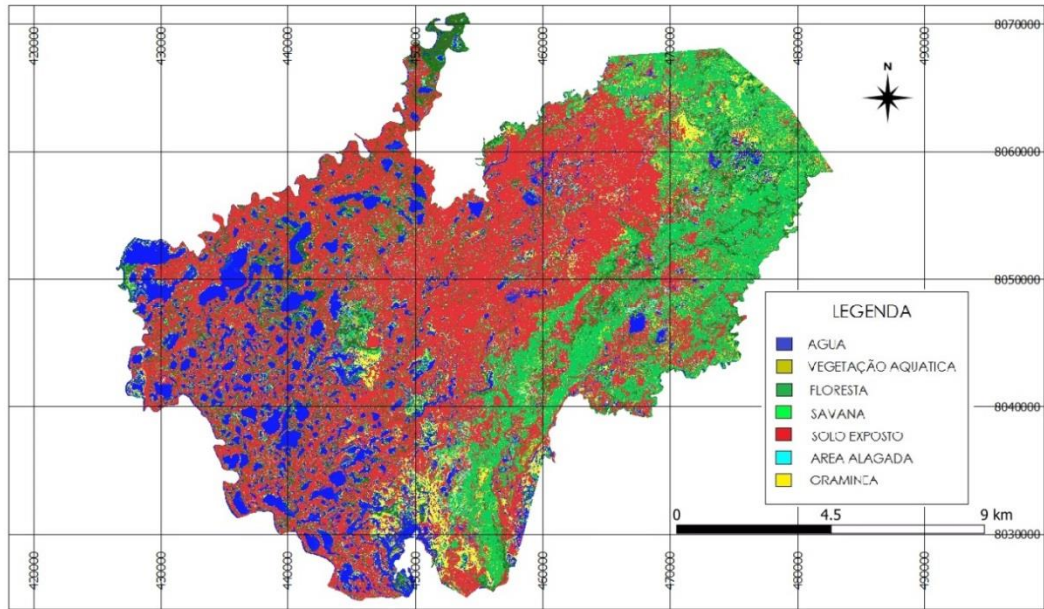
Na Figura 28 pode-se melhor observar na imagem multiespectral de alta resolução tomada na data de 22/11 do ano de 2020, pelo satélite Sentinel 2-B, o impacto da destruição causada ao parque.

Figura 28 – Imagem RGB. (Satélite Sentinel 2-B – Missão Copernicus - ESA)



Fonte: Autores (2021).

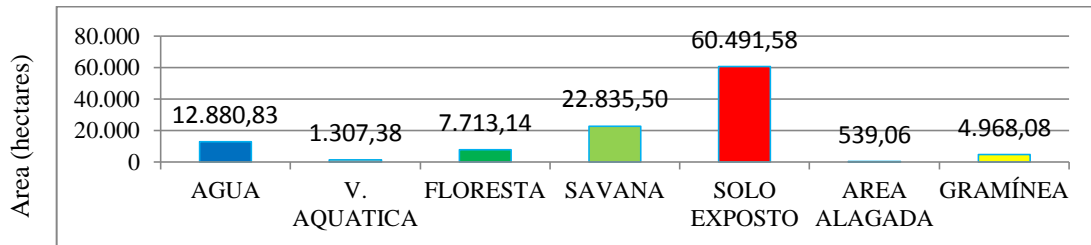
Figura 29 – Classificação de Cobertura do Solo



Fonte: Autores (2021).

A Figura 29 acima descreve a distribuição espacial das classes de ocupação do solo após os incêndios consumirem a vegetação nativa

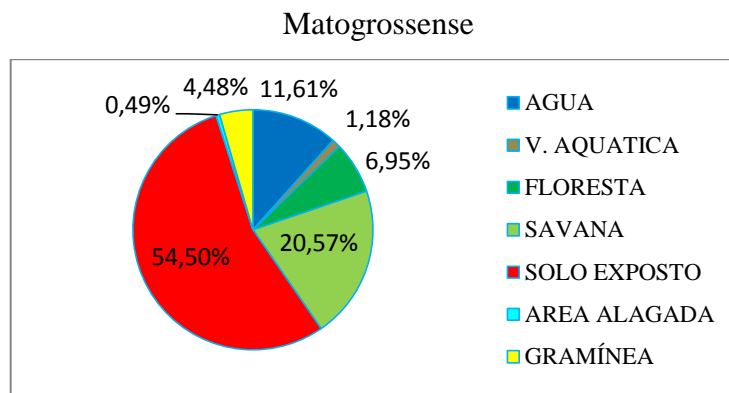
Figura 30 – Quantitativo das Classes de Cobertura do Solo com área dada em hectares



Fonte: Autores (2021).

O gráfico Figura 30 descreve o quão foi severa a estiagem dado que a área de água é menos da metade do que ocorera em anos anteriores para a mesma época, bem como a destruição da vegetação pelas chamas e expondo o solo, visto o aumento expressivo da área de solo exposto, a destruição das florestas e a perseverança das savanas.

Figura 31 – Distribuição das Classes de Cobertura do Solo no Parque Nacional do Pantanal



Fonte: Autores (2021).

Na Figura 31 demonstra-se no gráfico que áreas de solo exposto compoem 54,50% da área do Parque, sendo que para o mesmo período em anos anteriores esta porcentagem variou entre 1,62 e 3,94%, evidenciando a catástrofe ambiental.

4. CONCLUSÃO

Os resultados demonstram ciclos hidrológicos bem definidos nos anos de 2018 e 2019, apesar de chuvas abaixo da média histórica, os ciclos completaram-se permitindo ao Parque Nacional do Pantanal Matogrossense renovar sua fauna e flora, mantendo a saúde do bioma.

Já no ano de 2020 o parque passou por um período de estiagem e incêndios florestais que consumiram todo o parque, o desastre ambiental quebra o ciclo, fato extremamente preocupante já que o Bioma Pantanal depende do constante movimento das águas que sobem em novembro e baixam em maio para manter seu equilíbrio ecológico. Este desequilíbrio foi potencializado pelo fogo que consumiu o parque. Ainda assim este frágil ecossistema nos mostra resiliência, já que, conforme observado na Figura 6 – Classificação de Cobertura do Solo, o leste do Parque consumido por incêndios no início do desastre já demonstra recuperação de sua flora ao final de novembro o que traz esperanças de que o Parque Nacional do Pantanal Matogrossense possa se regenerar e se reestabelecer como um bioma saudável.

5. REFERÊNCIAS

BDQueimadas. (2021). **Programa Queimadas**. Brasil. Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>. Acesso em: 28 fev. 2021.

Congedo, L. (2016). **Semi-Automatic Classification Plugin Documentation**. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.294>.

Copernicus (2021). **Copernicus open Access Hub**. Paris. Disponível em: <https://scihub.copernicus.eu/>. Acesso em: 28 fev. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2013). Manuais técnicos em geociências. **Manual técnico de uso da terra**. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBIO. (2020). **Parque Nacional do Pantanal Matogrossense**. Brasil. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao1/unidades-abertas-a-visitacao/195-parque-nacional-do-pantanal-matogrossense>. Acesso em: 28 fev. 2021.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. (2021). **Evolução Mensal e Sazonal das Chuvas**. São José dos Campos. Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/evolucao/pt>. Acesso em: 28 fev. 2021.

Neves, S. M. A. S.; Cruz, C. B. M.; Neves, R. J.; Silva, A.; Cochev, J. S. (2006). **Mapeamento e quantificação do uso da terra e cobertura Vegetal do pantanal de Cáceres-MT, Brasil: através de Imagens de sensoriamento remoto e pesquisa de campo**. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm?/>. Acesso em 20 jan. 2021

Oliveira, R. F.; Abrantes, T. C.; Pithan, P. A. (2018). **Influência da correção atmosférica 6s na derivação de índices físicos em imagens Rapideye-REIS**. Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. Jardim, Mato Grosso do Sul. p. 779-788.

Ravaglia, A. G.; Santos, S. A.; Pellegrin, L. A.; Rodela, L. G.; Barbosa, A. de J. (2010). **Classificação preliminar das paisagens da sub-região do Abobral, Pantanal, usando imagens de satélite**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2010. 4 p.

Sentinel (2015). **Sentinel-2**. Paris. Disponível em: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2>. Acesso em: 28 fev. 2021.

Vieira, R. M. S. P.; Alvalá, R. C. S.; Ferraz Neto, S.; Mello, E. M. K. (2006). **Metodologia para mapeamento da vegetação e uso da terra da região do Mato Grosso do Sul para utilização em modelagem meteorológica**. Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. Campo Grande. Brasil. p. 405-414.

World Wide Fund for Nature – WWF. (2017). **WWF-Brasil**. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/>. Acessado em 14 abr. 2021.