

## ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA DINÂMICA DE QUEIMADAS DO PARQUE NACIONAL DE ILHA GRANDE NO ANO DE 2019

Qualitative and quantitative analysis of the burning of the Ilha Grande National Park in 2019

Análisis cualitativo y cuantitativo de la quema del Parque Nacional Ilha Grande em 2019

Rafael Pietroski Galvão  
Universidade Estadual de Londrina  
rafaelgalvao@uel.br

Pâmela da Silva Gaedke  
Universidade Estadual de Londrina  
pamela\_gaedke@hotmail.com

Marciel Lohmann  
Universidade Estadual de Londrina  
marciel@uel.br

### Resumo

Os incêndios florestais geram problemas em diversas escalas, sendo que em Unidades de Conservação promovem a degradação da vegetação, impactos significativos sobre a biodiversidade, prejuízos financeiros e até mesmo perda de vidas. Neste contexto, o objetivo deste artigo foi analisar e mapear os focos de incêndio no Parque Nacional de Ilha Grande (PNIG), no mês de agosto de 2019, bem como identificar a evolução da área queimada ao longo do período. Para o mapeamento da área queimada diariamente foram utilizadas imagens do satélite AQUA M-T juntamente com os focos de calor adquiridos do Banco de Dados de Queimadas disponível no site do INPE. E, para mostrar a relação da área queimada com as variáveis meteorológicas foram utilizados os dados da estação meteorológica de Itaquiraí – MS. Os resultados mostram que no período analisados foram queimados 85% do PNIG, com destaque para o dia 14/09 com 336,44km<sup>2</sup> de área atingida. Foi possível ainda constatar que as variáveis meteorológicas, principalmente a velocidade do vento, possui relação direta com a área queimada, ou seja, quanto maior a velocidade do vento, maior a área atingida.

**Palavras-Chave:** Focos de Incêndio; Monitoramento de Queimadas; Unidades de Conservação; Sensoriamento Remoto; Geotecnologias.

### Abstract

Forest fires generate problems at various scales, and in Conservation Units they promote degradation of vegetation, significant impacts on biodiversity, financial losses and even loss of life. In this context, the aim of this article to analyze and map the outbreaks of fire in the Ilha Grande National Park (PNIG), in August 2019, as well as to identify the evolution of the burned area over the period. For the mapping of the burnt area daily, images from the AQUA M-T satellite were used together with the heat sources acquired from the Burning Database available on the INPE website. And, to show the relationship between the burned area and the meteorological variables, data from the Itaquiraí - MS meteorological station were used. The results show that in the analyzed period 85% of the PNIG were burned, with emphasis on 14/09 with 336.44km<sup>2</sup> of affected area. It was also possible to verify that the meteorological

variables, mainly the wind speed, have a direct relationship with the burned area, that is, the higher the wind speed, the greater the area affected.

**Keywords:** Fire Spotlights; Burn monitoring; Conservation units; Remote sensing; Geotechnologies.

## Resumen

Los incendios forestales generan problemas a varias escalas, y en las Unidades de Conservación promueven la degradación de la vegetación, impactos significativos en la biodiversidad, pérdidas financieras e incluso la pérdida de vidas. En este contexto, el objetivo de este artículo fue analizar y mapear los brotes de fuego en el Parque Nacional Ilha Grande (PNIG), en agosto de 2019, así como identificar la evolución del área quemada durante el período. Para el mapeo diario del área quemada, se utilizaron imágenes del satélite AQUA M-T junto con las fuentes de calor adquiridas de la Base de datos de quema disponible en el sitio web del INPE. Y, para mostrar la relación entre el área quemada y las variables meteorológicas, se utilizaron datos de la estación meteorológica Itaquiraí - MS. Los resultados muestran que en el período analizado se quemó el 85% de la PNIG, con énfasis en el 14/09 con 336.44km<sup>2</sup> de área afectada. También fue posible verificar que las variables meteorológicas, principalmente la velocidad del viento, tienen una relación directa con el área quemada, es decir, cuanto mayor es la velocidad del viento, mayor es el área afectada.

**Palabras-Clave:** Focos de fuego; Monitoreo de quemaduras; Unidades de conservación; Teledetección Geotecnológicas

## Introdução

Historicamente os processos de queimadas são oriundos de causas naturais ou antrópicas que provocam impactos ambientais e reduzem a biodiversidade da fauna e flora, empobrecendo o solo com a perda de nutrientes e, causando perdas econômicas significativas, tanto em propriedades rurais como em cidades. Além disso, em um estudo sobre os distúrbios florestais sob mudanças climáticas, Seidl et al (2017) sugerem que, para condições futuras mais quentes e mais secas, haverá um aumento dos incêndios florestais.

As queimadas geradas a partir de causas antrópicas estão relacionadas principalmente as atividades ligadas a agropecuária, onde a vegetação é substituída para a renovação de cultivos e pastagens. De acordo com EMPBRAPA (2010), as ações humanas são as principais causadoras das queimadas, pois o uso indiscriminado dessa prática é responsável por provocar incêndios descontrolados. Em outros casos, são resultantes da proximidade com estradas e/ou assentamentos humanos.

A ocorrência e frequência dos incêndios florestais estão intimamente relacionados às condições meteorológicas. Juntamente a este fator, a propagação do fogo é influenciada pela topografia, pelo material combustível e seu teor de umidade. A ação de cada um destes fatores é diferente para cada região e para cada época do ano, sendo que os maiores e mais

destrutivos incêndios ocorreram sob combinações ideais de material combustível e condições meteorológicas (SOARES et al., 2017).

Os fatores que contribuem para esse cenário também estão associados a períodos de baixa precipitação e umidade relativa do ar, ou seja, associados a causas naturais. De acordo com Mendoza (2002), condições climáticas favoráveis como períodos de pouca chuva e baixa umidade do ar ajudam no alastramento do fogo. Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil as queimadas surgem com maior intensidade nos períodos de estiagem, e são intensificadas principalmente em anos que ocorre o fenômeno El Niño. Já na região Sul, as queimadas podem ser intensificadas em períodos de La Niña, já que tem-se menos chuva e períodos maiores de estiagem.

Outro causador natural de queimadas são os raios. No entanto os incêndios ocasionados por esse fator são menos frequentes, pois ocorrem em condições em geral associados a episódios de precipitação, sendo que se não forem incêndios de grandes proporções, as chuvas a seguir podem até mesmo eliminar os focos de fogo (PEREIRA e SILVA, 2016).

Mais especificamente para o Parque Nacional de Ilha Grande (PNIG), a precipitação acumulada anual está em torno de 1.400 a 1.600 mm, onde o verão detém maior concentração e conseqüentemente maiores temperaturas médias em torno de 30° C e sem estação de seca definida. Os meses entre maio a agosto possuem períodos mais secos, associados a baixa incidência de nuvens, o que acarreta na incidência de queimadas.

Tendo em vista a diversidade das causas nas ocorrências de queimadas, até a data de criação do PNIG, de acordo com Fragal e Gasparetto (2017), 53% dos registros de queimadas eram motivadas como causas antrópicas relacionadas a renovação de pastagens e cultivos, já 15% estavam atrelados as causas naturais e 32% por causas não conhecidas. Após a criação do parque, as queimadas de origem antrópicas reduziram.

Diante deste cenário, faz-se necessário a criação de planos de prevenção, tendo como critérios a identificação, monitoramento, quantificação e combate das áreas queimadas. Em âmbito nacional já existe o Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PrevFogo), trabalho vinculado ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente de Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO). O monitoramento de queimadas no Brasil ocorre desde 1987 (SETZER et al., 1992).

Desta maneira, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) auxiliam no processamento de dados, cartografando a dinâmica territorial, a fim de monitorar e quantificar

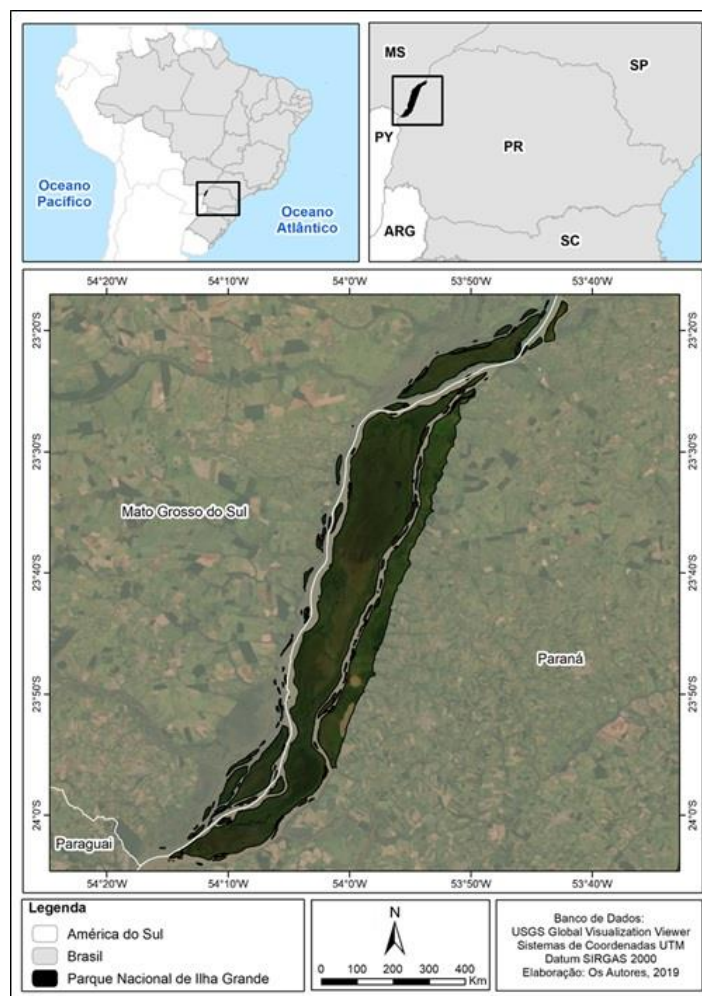
os fenômenos que se manifestam por meio de diferentes processos associados a causas naturais e/ou antrópicas.

Neste sentido, a importância do mapeamento dos focos de incêndios está atrelada ao monitoramento dessas áreas, identificando tendências e causas das modificações no uso e ocupação do solo, possibilitando o estabelecimento de políticas públicas e ações preventivas voltadas à proteção e recuperação dos remanescentes florestais, visando a preservação da biodiversidade da fauna e flora.

Para este estudo, a área selecionada corresponde ao Parque Nacional de Ilha Grande (Parna de Ilha Grande – Figura 1) localizado entre os estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, ocupando os municípios de Guaíra, Altônia, São Jorge do Patrocínio, Alto Paraíso e Icaraíma, no estado do Paraná e Mundo Novo, Eldorado, Itaquirai e Naviraí, no Mato Grosso do Sul, sendo que esse último está entre os Estados com maiores temperaturas no Brasil.

O parque possui uma área total de 761,18 km<sup>2</sup>, contando com diversas ilhas ao entorno do parque que é cortado pelo rio Paraná, caracterizada pela formação Florestal Estacional Semidecidual Aluvial (FESA), que consiste na cobertura vegetal arbórea que recobre cerca de 10% das áreas mais elevadas e Formações Pioneiras com Influência Flúvio Lacustre (FPIFL), consistindo na cobertura não arbórea composta por cobertura herbáceas e arbustivas que cobre predominantemente o parque localizado em áreas com frequência de inundações médias e altas (ICMBIO, 2008).

Diante do exposto e considerando que as queimadas são cada vez mais recorrentes no cenário brasileiro, o presente trabalho tem como objetivo analisar e mapear os focos de incêndio no Parque Nacional de Ilha Grande, no mês de agosto de 2019, bem como identificar a evolução da área queimada ao longo do período.



**Figura 1** – Mapa de Localização do Parque Nacional de Ilha Grande

## Metodologia

Para realização do mapeamento da evolução das áreas queimadas no Parque Nacional de Ilha Grande, utilizaram-se as imagens do satélite AQUA-M-T que é considerado também satélite de referência para extração dos focos de calor, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Tal satélite foi lançado em maio de 2002, é de órbita polar e tinha previsão de vida útil para seis anos, no entanto, ainda está em operação, podendo em breve ser substituído. As imagens provenientes desse satélite possuem resoluções de 1x1km, 500 por 500m e 250 x 250m. A grande vantagem desse satélite que possui pequena e média resolução espacial, é a resolução temporal, já que o mesmo faz imagens diárias de um mesmo ponto no planeta todo.

A obtenção dos focos de calor advém do Banco de Dados de Queimadas disponível no site do INPE (<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>). Os focos são obtidos a partir do satélite de referência (AQUA-M-T) o qual possui a bordo o sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectrodiometer*) com passagem sobre o território brasileiro 10.18227/2177-4307.acta.v16i42.6470

no início da tarde. A partir das imagens, são identificados os pixels com temperaturas na superfície acima de 47° C, sendo que esses pixels representam pixels quentes e portanto, um foco de calor. Entre outras aplicações, o sensor MODIS é muito utilizado para medição de propriedade das nuvens, aerossóis, fluxo de energia radiante e mudanças no uso e cobertura da terra (PIROMAL et al. 2008; EMBRAPA, 2013).

Os arquivos baixados (formato *.shp*) do Banco de Dados de Queimadas, além do número e localização dos focos de calor, continham uma série de informações na tabela de atributos como por exemplo, dias sem chuva, energia radioativa de fogo (FRP) e a propensão ao risco ao fogo. Esse último é gerado pelo INPE no programa de queimadas que visa mapear o risco de incêndios em âmbito nacional.

De posse das imagens do sensor Modis dos dias 03 a 30 de agosto de 2019, foram delimitadas/digitalizadas as áreas de queimadas dia a dia. Em função da grande área do Parque os focos de calor associados as áreas de queimadas não se expandiram em uma direção preferencial. Sendo assim, os polígonos estão dispostos de forma heterogênea e fragmentada em toda a área. As áreas queimadas em cada dia foram representadas por diferentes cores no mapa final. As áreas referentes aos polígonos digitalizados para cada dia foram calculadas e elaborado um gráfico para melhor representação dos resultados. Apenas para o dia 20/09 não foi possível digitalizar a área queimada em função de não encontrar uma imagem sem nuvens da área de estudo.

Diante disso, os materiais de análise foram balizados para nossa área de estudo, referentes 3 a 30 de agosto de 2019, na medida em que em certos dias os resultados se mostraram ausentes. As imagens utilizadas para representação do Parque Nacional de Ilha Grande, quando inseridas conjuntamente com o *shape* disponibilizado pelo ICMBIO não corresponderam à realidade atual. Isso ocorre porque as dinâmicas nas alterações da morfologia e localização geográfica das ilhas sofrem influência de processos deposicionais, ocorrendo continuamente em uma velocidade influenciada não apenas pelo vento, mas também pela carga hídrica ao longo do parque que faz com que os sedimentos fluviais se modifiquem constantemente.

Com a intenção de relacionar os dias do incêndio com variáveis meteorológicas a fim de fazer relações com a temperatura (mínima e máxima), velocidade média do vento e dias sem chuva, foi selecionada a estação meteorológica de Itaquiraí – MS. Ela é a mais próxima do Parque e com dados disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Foi ainda necessário fazer um ajuste no arquivo que limita o Parque em função da própria dinâmica de acúmulo de sedimentos. Para tal procedimento utilizou-se uma imagem

do satélite Sentinel 2 com resolução espacial de 10 metros provenientes do banco de dados Global Visualization Viewer (GloVis). O software ArcGIS 10x foi utilizado para todas as operações que envolveram geoprocessamento.

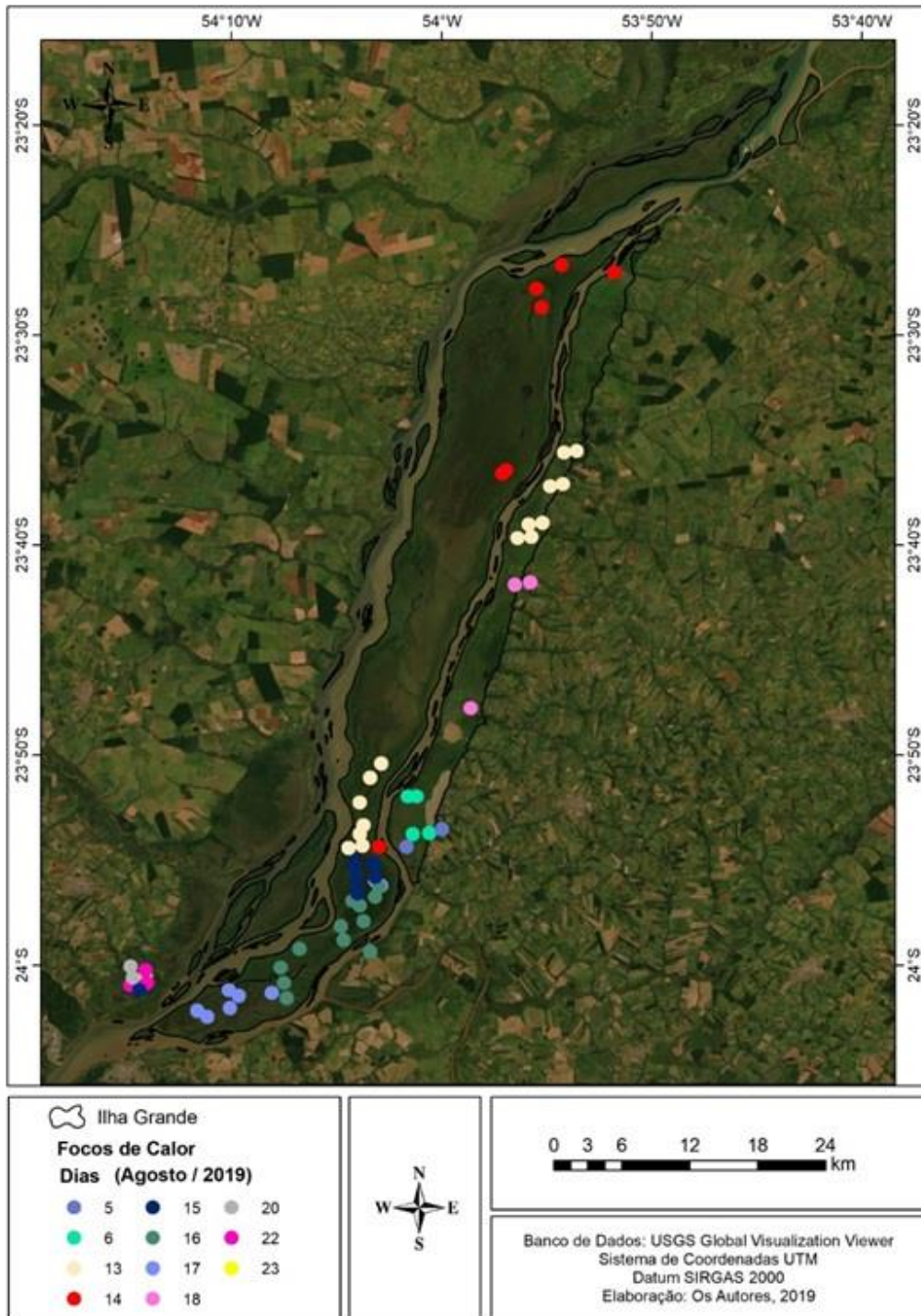
## **Resultados e Discussões**

O Parque Nacional de Ilha Grande abrange as ilhas Gande (maior ilha e que dá nome ao parque), Peruzzi, do Pavão e Bandeirantes, no rio Paraná, e sua área é delimitada pelos municípios de Alto Paraíso, Altônia, Guaíra, Icaraíma e São Jorge do Patrocínio, no Paraná, e de Eldorado, Itaquiraí, Mundo Novo e Naviraí, no Mato Grosso do Sul.

Koproski et al (2004), em seu trabalho que analisou os incêndios entre 1999 e 2003 no PNIG, mostram que o mês de agosto é o que possui maior incidência de incêndios quando comparado aos outros meses do ano. No período analisado foram 15 incêndios sendo que a segunda colocação está em setembro com apenas 6. Tal informação é importante pois mostra que historicamente esse mês é o que possui o maior número de incêndios e novamente em 2019, foi o mesmo de ocorrência de outro, objeto desse estudo. Além disso, os autores mostram que entre as causas, 92,3% dos incêndios foram de natureza humana, sendo desses, 34% foi criminoso.

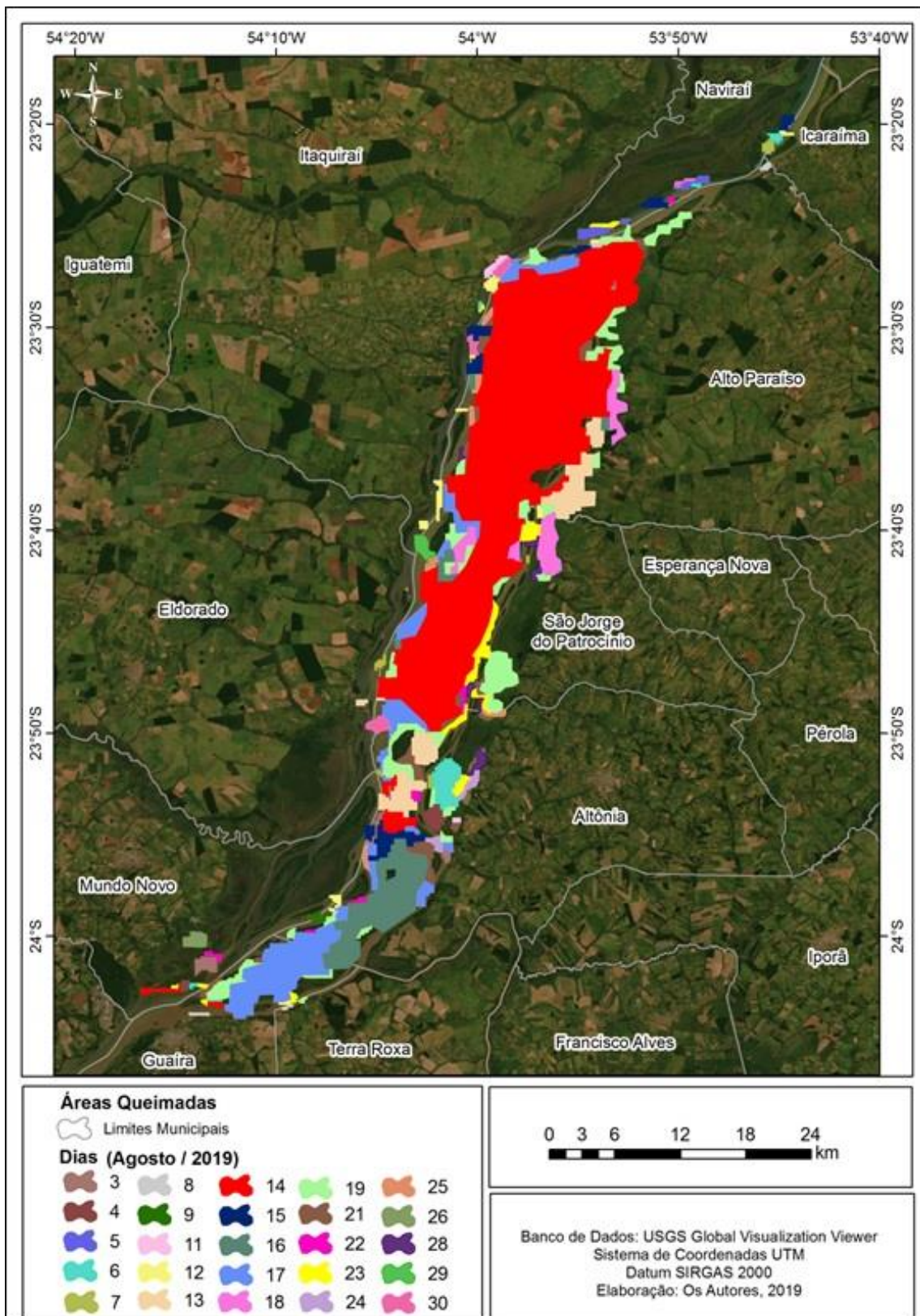
Em agosto de 2019, o incêndio no PNIG teve início no dia 3 de agosto e cessaram no dia 31 do mesmo mês. A Tabela 1 apresenta os dados da área queimada, quantidade de focos de calor, risco de fogo, temperatura média máxima e média mínima, velocidade média do vento, dias sem chuva e a energia radioativa de fogo.

A área da Ilha corresponde a um total de 761,38 km<sup>2</sup>. Durante o período analisado constatou-se que foi queimado um total de 651,41 km<sup>2</sup>, ficando preservada apenas 109,97 km<sup>2</sup>. Levando em consideração que as queimadas provocam o empobrecimento do solo, a destruição da vegetação, problemas de erosão, podendo estar atreladas a alterações na composição química da atmosfera (Crutzen e Andreae, 1990), pode-se dizer que praticamente todo o parque encontra-se em situação de degradação ambiental. As figuras 2 e 3 ilustram cartograficamente os focos de calor nos dias que ocorreram e a extensão das áreas queimadas representadas por diferentes cores a cada dia.



**Figura 2** – Mapa dos focos de calor identificados a partir do satélite de referência AQUA





**Figura 3** – Mapa de área queimada no mês de agosto em Ilha Grande

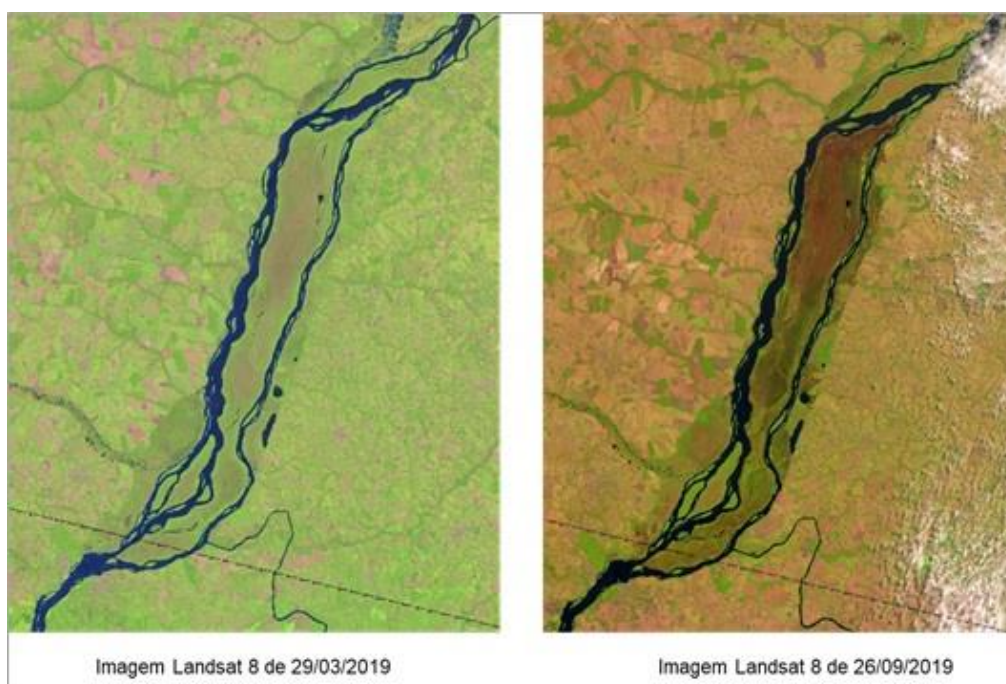
As queimadas tiveram início na porção sul do parque, mais especificamente no município paraense de Altônia e no município Mundo Novo no Mato Grosso do Sul, e nos dias seguintes as áreas queimadas se concentraram apenas na porção norte do parque (em

pequenas porções) se dissipando em seguida. No dia 12, as queimadas ocorrem de forma fragmentada e em maior quantidade no parque, e abrangem em seguida grande extensão territorial, atingindo, no dia 14 mais de 336 km<sup>2</sup>, com predominância na porção central do parque sentido norte, abrangendo os municípios de São Jorge do Patrocínio e Alto Paraíso.

No dia 16 e 17 grande parte das áreas queimadas se concentraram na porção sul do parque, queimando uma área de 111.5 km<sup>2</sup>, reduzindo no dia 18 para 23.9 km<sup>2</sup> concentrados na porção central da área de estudo.

O dia 19 se destaca devido a grande dispersão das áreas queimadas, estando as mesmas distribuídas em todas as porções do parque em pequenos fragmentos, que quando somadas, totalizaram uma área total de 47.81 km<sup>2</sup> queimados. A partir do dia 24 as queimadas ocorrem em pequenas proporções atingindo no máximo 5.01 km<sup>2</sup> no dia 30, sendo este o último dia de incêndio analisado.

A Figura 4 ilustra duas imagens de satélite com o antes e o depois do grande incêndio ocorrido no PNIG no mês de agosto.



**Figura 4** – Imagem Landsat 8 ilustrando o antes e o depois do incêndio no PNIG

Observando o mapa das áreas queimadas (Figura 2) e o antes e depois do incêndio, constata-se que as queimadas não necessariamente assumem um padrão homogêneo, ocorrendo em uma direção por exemplo. As queimadas ocorrem de maneira distribuída no parque, ora surgindo ora cessando, não sendo possível identificar um padrão linear mas sim associado as localizações dos focos de calor e também, muito possivelmente mostrando que

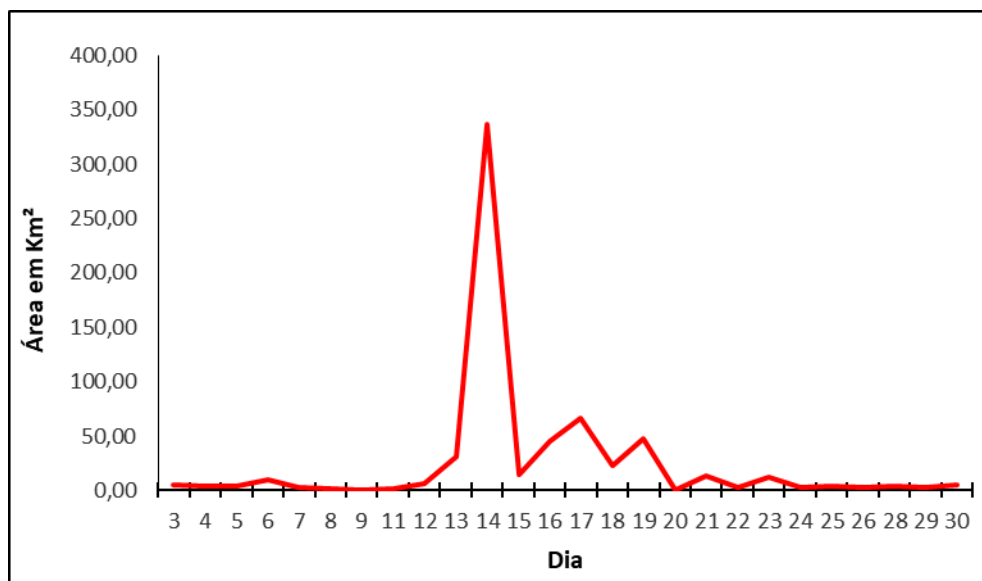
tais incêndios não são gerados por causas naturais e sim por causas humanas, ou seja, são incêndios criminosos. A Figura 5 ilustra duas imagens do incêndio, mostrando o fogo ativo destruindo a vegetação do parque.



**Figura 5** – Imagens do incêndio ocorrido no PNIG  
Fonte: ICMBIO, 2019.

De acordo com a Tabela 1 e Figura 6, durante o período analisado, foram mensurados 69 focos de calor, a temperatura média máxima foi de 21,4°C e a temperatura média mínima foi de 19,6°C. E para o risco de fogo (RF), considerando a escala que varia de 0 a 1, sendo 0 risco mínimo e valores acima de 0,95 risco crítico, observa-se que o risco no período foi sempre crítico.

Especificamente em relação a área atingida/queimada, os dados evidenciam que não há um aumento contínuo da área queimada ao longo do período analisado. Entre os dias 3 e 13 por exemplo, há dias em que tem-se uma grande área atingida como no dia 6 e 13 por exemplo e em contrapartida tem-se dias em que menos de 1km<sup>2</sup> ou um pouco mais de 1km<sup>2</sup> de área atingida como por exemplo nos dias 8,9 e 11 por exemplo.



**Figura 6** – Gráfico ilustrando a área queimada diariamente no PNIG

O dia 14/09 foi o que teve destaque pois nesse dia uma grande área foi queimada, ou seja, 336,44 km<sup>2</sup>. Após esse dia, os dias que merecem destaque com áreas significativas sendo atingidas, foram os dias 16 e 17, com 45,58 Km<sup>2</sup> e 65,92 km<sup>2</sup> de área atingida respectivamente. O gráfico da Figura 2 ilustra os dados de área queimada.

**Tabela 1** – Dados quantitativos das queimadas de Ilha Grande

Dia	Área Queimada (km <sup>2</sup> )	Quantidade de Focos	Risco de Fogo	Temp. Med. Máx.	Temp. Med. Min.	Velocidade Med. do Vento (m/s)	Dias S/ chuva	Energia Radioativa de Fogo - FRP
3	5,14	-	-	11,7	10,4	2,47	-	-
4	3,75	-	-	12,7	11,2	2,3	-	-
5	4,22	2	0,96	15,2	13,5	1,81	18	104,3
6	10,31	4	0,94	20,6	19,2	3,3	48	28,7
7	2,70	-	-	22,1	20,4	2,56	-	-
8	1,61	-	-	25,5	23,9	2	-	-
9	0,92	3	1	26,7	25	2,4	4	21,8
11	1,73	-	-	19	17,3	1,17	-	-
12	5,83	-	-	26,5	24,4	1,55	-	-
13	31,36	15	0	21,3	19,9	3,36	0	375,6
14	336,44	8	0	15,8	14,3	3,21	0	916,2
15	15,12	7	0	17,6	15,8	3,14	0	100,2
16	45,58	12	0	23,2	21,8	2,97	0	411,2
17	65,92	-	0	24,5	22,8	2,89	0	228,6
18	23,09	8	1	25,5	24,2	0,98	36	97,1
19	47,81	3	-	23,2	21,8	1,24	-	-
20	-	2	1	20,8	19,4	1,15	26	13,1
21	13,29	-	-	21,3	19,8	1,62	-	-
22	3,20	4	1	21,5	19,9	1,89	45	75,5
23	12,57	1	1	21,8	20,3	1,53	16	-
24	2,75	-	-	21,05	18,8	1,91	-	-
25	4,11	-	-	20,9	19	3,49	-	-
26	2,47	-	-	21,2	19,4	2,17	-	-
28	4,07	-	-	23,5	21,8	1,97	-	-
29	2,42	-	-	25,7	24,1	2,7	-	-
30	5,01	-	-	27,8	21,6	1,66	-	-
Km <sup>2</sup>	Soma	651,41						
	Área da Ilha	761,38						
	Área não queimada	109,97						

**Fonte:** INMET, 2019; INPE, 2019

Observando ainda os dados da Tabela 1, constata-se que no dia 13 o número de focos foi o maior (15 focos). Tal fato refletiu na grande área atingida no dia 14 já que as imagens do satélite de referência sempre são captadas após as 15h. Sendo assim, a área queimada após as 15h, só será computada no dia posterior. Por isso, parte da área ainda queimada e no dia 13,

só foi possível ser mapeada e mensurada no dia 14. A mesma situação foi possível verificar no dia 17 por exemplo, sendo que no dia anterior a quantidade de focos foi grande (12 focos) e o reflexo, em termos de área queimada, se deu no dia 17, com 65,92 km<sup>2</sup>.

Quanto a Energia Radioativa de Fogo, de acordo com Costa e Fonseca (2017), a FRP é entendida como uma técnica que pauta-se no uso de dados do sensoriamento remoto, visando quantificar a biomassa queimada, assim, a mesma “mede a energia radiante emitida por unidade de tempo pela vegetação queimada”. Portanto, para a área de estudo, os dados referentes a essa variável se fizeram presentes em 11 dias dos 26 analisados.

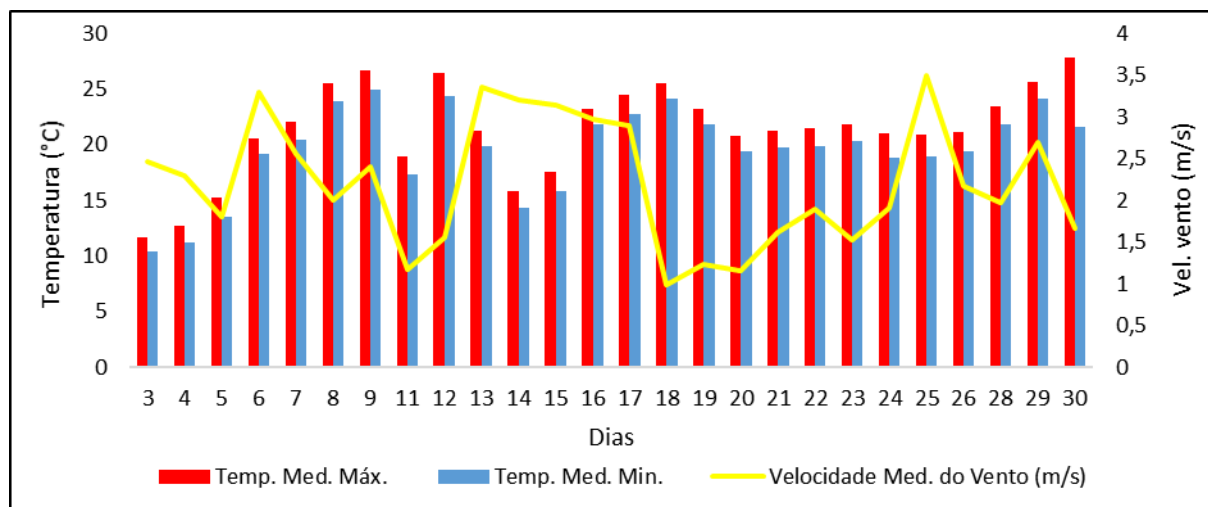
Os valores mais expressivos da FRP estão presentes no dia 14 com 916.2, dia 16 com 411.2 e o dia 13 com 375.6. Tais valores estão associados a áreas de 336.44 km<sup>2</sup>, 45.58 km<sup>2</sup> e 31.36 km<sup>2</sup>, respectivamente. Portanto, a FRP associa essa variável com a área queimada, na medida em que quanto maior a FRP maior será a área afetada pelos incêndios, com exceção do dia 17 em que teve-se uma FRP de 228.6 para uma área de 65.92 km<sup>2</sup>, a segunda maior em extensão.

Juntamente com esses dados, a velocidade média do vento no dia 13 foi a segunda mais expressiva durante o mês de agosto, contribuindo significativamente na propagação das queimadas. Nos dias que se sucedem, a velocidade média do vento continuou alta, prosseguindo com a queimada de grandes porções territoriais. Assim, mostra-se a relação entre a velocidade do vento e a área queimada, ou seja, quanto maior a velocidade do vento, maior a propagação do fogo e como consequência, o aumento da área queimada.

O mesmo não fica evidente se analisado as variáveis de temperatura com médias para o período de 21,4°C de máxima e de 19,6°C de mínima. No entanto, desde a expansão da área queimada do dia 13 para o dia 14, as temperaturas médias máximas tenderam a aumentar consecutivamente durante os dias 14 a 18, correspondendo respectivamente a 15,8°C, 16,6°C, 23,2°C, 24,5°C, 25,5°C. Consequentemente, neste período observa-se os maiores valores de áreas queimada no parque, mostrando, portanto, a relação significativa entre a temperatura e a área queimada.

Os dias que obtiveram menor expressividade em termos de área queimada foram os dias 8, 9 e 11, que associados a temperaturas médias, apresentaram a máxima de 25,5°C, 26,7°C e 19°C respectivamente e mínimas de 23,9°C, 25°C e 17,3°C respectivamente. Interessante notar que no primeiro dia de queimada registrado, a temperatura média mínima foi a menor registrada, no entanto no último dia de análise, a temperatura média máxima foi a maior em comparação com o período analisado. Infere-se que tal fato também possa ter relação com o

ambiente seco proveniente do longo período sem chuva (no dia 18/09 eram 16 dias sem chuva) e ainda do próprio calor gerado pelas queimadas.



**Figura 7** – Dados de temperatura e velocidade referentes à estação de Itaquiraí - MS  
Fonte: INMET, 2019.

O gráfico da Figura 7 ilustra as três variáveis que são referentes a temperatura média máxima e mínima e a velocidade média do vento. Esses fatores contribuem para a propagação de focos de incêndio e a expansão das queimadas. A velocidade do vento contribui para o alastramento das queimadas e a velocidade com que este processo ocorre, intensificando ainda mais a perda de vegetação natural de forma mais acelerada. Os dados de temperatura contribuem igualmente para o processo de intensificação de queimadas. Quanto maior a temperatura, maior a probabilidade de surgimento de focos de incêndio.

Dentre os dias 13 a 17 foi identificado um padrão de similaridade na velocidade média do vento, sendo que nestes dias, apesar de mostrarem grande expressividade na área queimada, as temperaturas médias foram razoavelmente baixas. Após este evento, foi registrada uma queda brusca da velocidade do vento, juntamente a uma elevada temperatura, acarretando uma redução da expansão de área queimada, que no dia 17 representou 65.92 km<sup>2</sup> e no dia 18 caiu para 23.09 km<sup>2</sup>.

Associado a isso, destacam-se os dois picos quanto à velocidade média do vento, identificados nos dias 6, com 3.3 m/s e dia 25 com 3.49 m/s, caracterizado pela ascensão seguido por uma queda dessa variável meteorológica. No entanto em função de estar no início do incêndio (dia 6) e praticamente no final (dia 25) as áreas queimadas não foram significativas.

## Conclusão

Considerando o exposto, constatou-se que 651,41 km<sup>2</sup>, ou seja, aproximadamente 85% do parque foi atingido pelo incêndio ocorrido no mês de agosto de 2019. Este fato ressalta a importância de programas de prevenção, monitoramento e combate a incêndios, na medida em que a grande extensão de área queimada está vinculada ao longo período que o parque ficou sob ação do fogo.

Salienta-se que os impactos decorrentes de incêndios de grande extensão e intensidade promovem a mortalidade da fauna, flora e a redução momentânea na disponibilidade de alimento, principalmente para o grupo dos herbívoros. Em estudos anteriores, constatou-se que praticamente todos os anos, principalmente nos meses de inverno e início da primavera ocorrem incêndios no parque. Sendo assim, sugere-se que ações de fiscalização mais intensas e sistemas de alerta possam ser pensados, principalmente para estes períodos críticos em que os eventos de precipitação diminuem, o frio e geada secam a vegetação gerando maior quantidade de material combustível, aumento o índice de perigosidade ao fogo.

Os focos de calor se utilizados isoladamente, omitem significativas parte das ocorrências de fogo. Além disso, em alguns dias, mesmo sem focos de calor no parque, houve significativas áreas atingidas pelo fogo.

Pontua-se que o acompanhamento e monitoramento em tempo quase real das variáveis meteorológicas e dos focos de calor podem auxiliar na identificação da dinâmica da ocorrência de queimadas, bem como em sistemas produzem estimativas do risco de incêndio florestal por exemplo.

Destaca-se ainda a importância das imagens provenientes do sensor Modis abordo do satélite AQUA M-T. Mesmo com baixa resolução espacial (250m, 500m e 1km), possuem grande resolução temporal com mais de uma passagem sobre o mesmo ponto da superfície.

## Referências

COSTA, B. S. C.; FONSECA, E. L.. The Use of Fire Radiative Power to Estimate the Biomass Consumption Coefficient for Temperate Grasslands in the Atlantic Forest Biome. *Revista Brasileira de Meteorologia.*, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 255-260, June 2017.

CRUTZEN, P.J., ANDREAE, M.O. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science*, v. 250, p. 1669-1678, 1990.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária, 2010. *Alternativas para a Prática das Queimadas na Agricultura*. Disponível em: [http://www.queimadas.cnpm.embrapa.br/qmd\\_2000/index.htm](http://www.queimadas.cnpm.embrapa.br/qmd_2000/index.htm). Acesso em: 27 nov. 2019.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, 2013. *Banco de produtos MODIS*. Disponível em: <http://www.modis.cnptia.embrapa.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em: 27 nov. 2019.

FRAGAL, E. H. GASPARETTO, N. V. L. Parque Nacional de Ilha Grande: caracterização da dinâmica de queimadas entre 1985 e 2016 com base em imagens Landsat. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. *Os desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento*. Campinas: UNICAMP, 2017, p. 1022-1033.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE. 2019. *Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios*. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas>. Acesso em: 20 nov. 2019.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). *Plano de Manejo: Parque Nacional de Ilha Grande*. 2008. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/parna\\_ilha\\_grande\\_pm.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/parna_ilha_grande_pm.pdf). Acesso em: 20 nov. 2019.

KOPROSKI, L. P.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Ocorrências de incêndios florestais no Parque Nacional de Ilha Grande – Brasil. V34, n.2. *Revista Floresta*. 2004. Disponível em <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v34i2.2395>. Acesso em: 28 nov. 2019.

MENDOZA, E. R. H. *Susceptibilidade da floresta primária ao fogo em 1998 e 1999: estudo de caso no Acre, Amazônia Sul - Ocidental, Brasil*. Dissertação (Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Universidade Federal do Acre. 2002.

Instituto Nacional de Meteorologia, INMET. *Mapa de Rede de Estações*. 2019. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>. Acesso em: 20 nov. 2019.

PEREIRA, J. A. V.; SILVA, J. B. Detecção de focos de calor no estado da Paraíba: um estudo sobre as queimadas. *Revista Geografia Acadêmica*. v10, n 1. 2016. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/rga/article/view/3173/2001>. Acesso em: 28 nov. 2019.

PIROMAL, R. A. S; RIVERA-LOMBARDI, R. J; SHIMSBUKURO, Y. E; FORMAGGIO, A. R; KRUG, T. Utilização de dados MODIS para a detecção de queimadas na Amazônia. *Acta Amazônica*. Vol. 38, p. 77 – 84, 2008.

PROGRAMA QUEIMADAS, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Perguntas frequentes. 2019. Disponível em <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal/informacoes/perguntas-frequentes#p1>. Acesso em: 14 nov. 2019.

SEIDL, R.; THOM, D.; KAUTZ, M.; MARTIN BENITO, D.; PELTONIEMI, M.; VACCHIANO, G.; WILD, J.; ASCOLI, D.; PETR, M.; HONKANIEMI, J.; LEXER, M. J.; TROTSIUK, V.; MAIROTA, P.; SVOBODA, M.; FABRIKA, M.; NAGEL, T. A.; REYER, C. P. O. Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change*, v. 7, n. 6, p. 395-402, 2017. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1038/nclimate3303>. Acesso em: 20 nov. 2019.

SETZER, A. W.; PEREIRA, M. C.; PEREIRA, A. C. O uso de satélites NOAA na detecção de queimadas no Brasil. *Climanálise*, v 7, n 8, 40-53, 1992.



SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. *Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo*. 2. ed. Curitiba: Editores independentes, 2017. 255 p.