



## RELAÇÕES DO HIDROPERÍODO E MICRO TOPOGRAFIA COM A FREQUÊNCIA DE QUEIMADAS ENTRE 1998 E 2016 DO PARQUE NACIONAL DE ILHA GRANDE - PR/MS

Everton Hafemann Fragal<sup>(a)</sup>, Nelson Vicente Lovatto Gasparetto<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Programa de Pós-graduação em Geografia (PGE) e Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente (GEMA), Universidade Estadual de Maringá (UEM), evertonhaf@gmail.com; nvlgasparetto@uem.br

**Eixo:** GEOTECNOLOGIAS E MODELAGEM ESPACIAL EM GEOGRAFIA FÍSICA

### Resumo

A frequência de queimadas do Parque Nacional de Ilha Grande (PNIG) possui relações com as variáveis ambientais e antrópicas. O objetivo desse trabalho foi analisar as relações do hidroperíodo e micro topografia com a frequência de queimadas do parque entre 1998 e 2016, com base em imagens multi-sensores e modelagem espacial. Para isso, foram gerados produtos de hidroperíodo, micro topografia e frequência de queimadas do PNIG e comparados visualmente. Foram encontradas relações diretas do hidroperíodo e micro topografia com a frequência de queimadas. Áreas com nenhum ou baixo hidroperíodo e com relevo alto possuem frequências de queimadas maiores, do que áreas com hidroperíodo alto e relevo baixo. No entanto, foram evidenciadas áreas sem relações diretas do hidroperíodo e micro topografia com a frequência de queimadas, revelando que outras variáveis ambientais ou antrópicas possuem maiores influências nas atividades de queimadas.

**Palavras chave:** inundação, resíduos, fogo, Rio Paraná, Sensoriamento Remoto.

### 1. Introdução

Para proteger a biodiversidade de Unidades de Conservação (UCs), e em especial, a vegetação, em relação as atividades de queimadas, é fundamental o conhecimento das variáveis ambientais e antrópicas que promovam a vulnerabilidade à queimadas (ADGER, 2006). Em destaque a UC, Parque Nacional de Ilha Grande (PNIG), tem frequentes queimadas, as quais estão condicionadas tanto a variáveis ambientais (e.g. inundação e topografia), quanto a variáveis antrópicas (e.g. vias de acesso e posses de terra).

O PNIG foi criado em 1997 e possui ocorrências de queimadas antes mesmo da sua criação (ICMBio, 2008). O parque sofre influência aquática do rio Paraná e tem capacidade de sustentar elevada biodiversidade (KOPROSKI et al., 2006). As variáveis ambientais de hidroperíodo e micro topografia têm relações espaciais e temporais com a frequência de queimadas do parque. Antes de exemplificar tais relações, é prudente esclarecer, que no PNIG embora a micro topografia não se alterou expressivamente no decorrer do tempo, o hidroperíodo, sim. Após a criação do PNIG, terminou-se a construção da barragem da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera (UHPP) em 1998, situada a 110km a montante do



parque (ROCHA, 2008). A barragem da UHPP controlou o regime do nível de água do rio Paraná que reduziu o hidroperíodo do parque (SOUZA FILHO, 2011).

Com a criação do PNIG em 1997 e o término da barragem da UHPP em 1998, gerou-se uma situação dicotômica em relação a frequência de queimadas. Com a criação do parque, esperava-se a diminuição das ações perturbadoras (e.g. queimadas) da vegetação, assim como, da biodiversidade do parque, pois há uma maior atenção ambiental e infraestrutura física para proteção desse ambiente (ICMBio, 2008). Por outro lado, com a redução do hidroperíodo causado pelo controle do nível de água do rio Paraná, áreas que anteriormente a barragem da UHPP eram inundadas, após a barragem diminuíram as ocorrências de inundações, e até mesmo não inundam mais, o que, aumenta a exposição dessas áreas para ocorrências de queimadas.

Desta forma, no parque para entender a relação do hidroperíodo e a frequência de queimadas, deve-se delimitar os períodos estudados em anteriores e posteriores a criação do parque e término da barragem da UHPP. Assim, para entender as relações do hidroperíodo e micro topografia com a frequência de queimadas, é necessário escolher um período de análise (anterior ou posterior aos eventos). O período posterior a criação do parque e término da barragem da UHPP foi o escolhido, que corresponde a uma série temporal de 1998 à 2016, a qual permite entender a mais recente relação do hidroperíodo com a frequência de queimadas.

As relações do hidroperíodo e micro topografia com a frequência de queimadas correspondem em áreas que possuem classes de hidroperíodo e micro topografia que favorecem a atividade de queimada, por exemplo, áreas sem inundação e com relevo alto, favorecem a maior frequência de queimadas e vice-versa. Cabe destacar, que não apenas as variáveis de hidroperíodo e micro topografia tem relações com a frequência de queimadas. No entanto, entender as relações de tais variáveis ambientais com a frequência de queimadas é um passo inicial para determinar a vulnerabilidade à queimada da vegetação do parque.

O objetivo deste trabalho foi analisar as relações do hidroperíodo e micro topografia com a frequência de queimadas entre 1998 e 2016 do Parque Nacional de Ilha Grande (PNIG), com base em imagens multi-sensores e modelagem espacial.

## **2. Materiais e método**

### **2.1 Área de estudo**

O PNIG é um trecho da planície de inundação do alto curso do rio Paraná, situado na divisa dos estados do Paraná e Mato Grosso do Sul (Figura 1). O parque possui uma área em cerca de 76.000 ha, com extensão



de 110km e largura média de 10km, é formado por um arquipélago de ilhas e planície de inundação do lado esquerdo do rio Paraná. A maior ilha é chamada de Ilha Grande, ao qual foi atribuído o nome do parque. O PNIG abrange parte dos municípios de Terra Roxa, Guaíra, São Jorge do Patrocínio, Altônia, Alto Paraíso, Icaraíma e Querência do Norte no estado do Paraná, e Novo Mundo, Eldorado, Itaquiraí e Naviraí no estado do Mato Grosso do Sul.

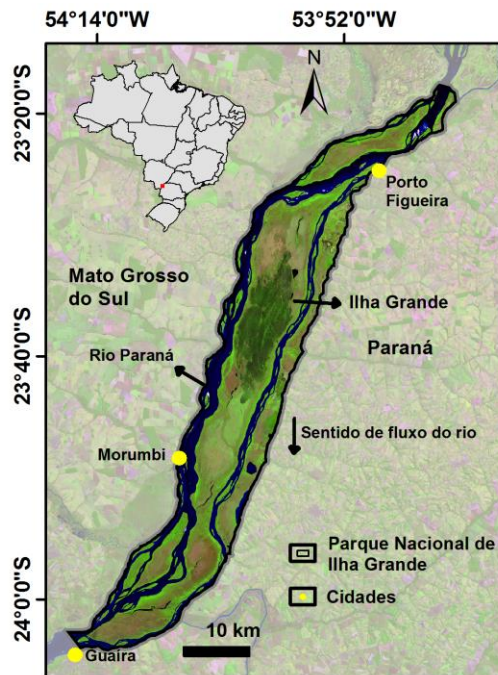


Figura 1 - Localização da área de estudo. Imagem *Landsat* 8/OLI com composição colorida R(5), G(4), B(3) de 22/06/2015.

O clima do parque é caracterizado como Cfa, segundo a classificação de Köppen, que apresenta verão quente, baixa frequência de geadas, concentração de precipitação no verão e estação de seca não definida (IAPAR, 2000). A precipitação acumulada anual varia de 1.400 à 1.600mm, com maiores concentrações na estação de verão (400 à 500mm), e menores no inverno (200 à 250mm). A temperatura média anual é de 24°C, no verão as maiores temperaturas médias de 29 à 30°C e no inverno as menores de 18 à 19°C.

## 2.2 Materiais

Para gerar o produto de hidroperíodo, foi obtida uma série temporal de 14 imagens da família de satélites *Landsat*, sensores *TM*, *ETM+* e *OLI* no período de 1998 à 2016. A série temporal de imagens foi adquirida com correções geométrica e atmosférica pelo banco de dados CDR, página: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Os níveis de água do rio Paraná associados as imagens *Landsat* variaram de



1,59 à 7,03m e foram adquiridos na estação fluviométrica de Porto São José (PJS), gerenciada pela Agência Nacional de Águas (ANA), portal: <http://www2.ana.gov.br/>.

No produto de micro topografia, foi adquirida uma imagem de radar que expressa o Modelo Digital de Elevação (MDE) da superfície terrestre, da missão *SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)*. O MDE-SRTM possui 30m de resolução espacial e foi disponibilizado pela Administração Nacional Aeronáutica e Espacial dos Estados Unidos da América (National Aeronautics and Space Administration, NASA), no portal: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

Na caracterização da frequência de queimadas, foi obtida uma série temporal de 84 imagens da família de satélites *Landsat TM, ETM+ e OLI*, no período de 1998 à 2016. Para o ano de 2012, foram adquiridas imagens *MODIS MOD09*, devido a ausência de imagens fornecidas pelos satélites *Landsat*, página: <http://reverb.echo.nasa.gov/reverb/>. Foram selecionadas para cada ano da série temporal de quatro a seis imagens com um intervalo mínimo de dois meses (e.g. obtidas imagens nos meses de janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro). Este intervalo de tempo foi escolhido, devido a quantidade de imagens *Landsat* disponíveis, e em média, a regeneração da vegetação demora dois meses para recobrir a cicatriz de queimada (MONTANHER; FRAGAL, 2013).

### 2.3. Método

No mapeamento do hidroperíodo, as 14 imagens *Landsat* foram divididas em dois grupos: 1) sete imagens com níveis de água variando de 2,23 à 6,46m, com menores níveis de água, sete dias anteriores ao nível de água da data da imagem utilizada no mapeamento da superfície de água; 2) sete imagens com níveis de água variando de 1,59 à 7,03m, com maiores níveis de água, sete dias anteriores ao nível de água da data da imagem usada no mapeamento da superfície de água. Os dois grupos de imagens foram definidos a fim de verificar a influência dos níveis de água, sete dias anteriores a data da imagem utilizada no mapeamento de área inundada no parque. Assim, para cada grupo foi gerado um mapa de hidroperíodo. Cabe destacar, que o hidroperíodo corresponde a ocorrência de inundação em função da variação do nível de água do rio.

Para mapear o hidroperíodo foi gerada uma máscara binária com as classes superfície de água (1) e não água (0), a partir da classificação das imagens *Landsat*. Esta classificação foi por meio do fatiamento linear da região espectral do infravermelho médio da imagem *Landsat*, e com edição manual, para minimizar erros de omissão ou comissão. Em seguida, as máscaras binárias foram somadas e a imagem resultante, foi calculada a média, que possui variação entre 0 e 1 (ZANI; ROSSETTI, 2012). Com a imagem de média, foi classificado o hidroperíodo, sendo não inundado (0), baixo (0,1 a 0,3), médio (0,4 à



0,6), alto (0,7 à 0,8) e permanente inundado (0,9 à 1). Destaca-se que a classe permanente inundado inclui o rio Paraná.

No mapeamento da micro topografia foi realizada uma amostragem aleatória de 1000 pontos sobre a área do parque, extraindo os valores altimétricos do MDE-SRTM. Com esses pontos foram geradas superfícies de tendências com regressões polinomiais de graus  $n$ . Foram testadas as regressões polinomiais de graus 1, 2, 3 e 4, a fim de verificar a melhor representação do padrão regional topográfico (tendência de variação altimétrica). Assim, quanto maior o grau polinomial, maior a complexidade da superfície de tendência (SWAN; SANDILANDS, 1995).

Para as quatro superfícies de tendências foram subtraídas a imagem MDE-SRTM, que resultou em quatro imagens de resíduos, que revelam as flutuações altimétricas locais, isto é, a micro topografia. Pelos resíduos, os valores negativos indicam as áreas depressionais, enquanto os valores positivos as áreas elevadas do parque.

Na caracterização da frequência de queimadas foram mapeadas as cicatrizes de queimadas de modo manual, por meio da interpretação visual das imagens *Landsat* e *MOD09* no infravermelho próximo (IP). As imagens em IP destacam adequadamente as áreas queimadas, em relação as não queimadas (PONZONI; SHIMABUKURO, 2007). Para cada ano da série temporal foi gerado uma máscara binária com a presença de queimada (1) e não queimada (0). A frequência de queimadas foi construída pela somatória das máscaras binárias de cicatrizes de queimadas, que resultou na quantidade de vezes que cada pixel apresentou cicatriz de queimada no decorrer da série temporal.

A análise das relações do hidroperíodo e micro topografia com a frequência de queimadas do parque foi realizada pela comparação visual dos mapas. Para tal, foram escolhidos os mapas de hidroperíodo e micro topografia que mais representassem a realidade do parque.

### 3. Resultados e discussão

Os níveis de água sete dias anteriores à data da imagem tem influência no mapeamento do hidroperíodo (Figura 2A e B). A Figura 2A possui a menor variação do nível de água do rio Paraná (2,23 à 6,46m) associada as imagens *Landsat*, assim como, menores níveis de água sete dias anteriores, portanto, mostrou a menor área e variação das classes de hidroperíodo no parque. Já a Figura 2B, possui a maior variação do nível de água (1,59 à 7,03m) associada as imagens, e também, níveis de água maiores sete dias anteriores, o que proporcionou maior área e variação das classes de hidroperíodo. Embora, os mapas de hidroperíodo fossem construídos com diferentes amplitudes do nível de água do rio Paraná, a Figura 2A releva predominantemente as áreas de entrada de água, enquanto a Figura 2B as áreas de ocorrência e acumulo



de água. Desta forma, a (Figura 2B) foi eleita como o mapa mais representativo hidroperíodo do parque entre 1998 e 2016.

O hidroperíodo predominante foi o médio, situado principalmente nos setores central e sul (Figura 2B). A classe não inundado concentrou-se no setor centro-norte do parque. A classe baixo encontrou-se principalmente entremeadada na classe médio, enquanto a classe alto situou-se mais pontualmente, principalmente próximo aos lagos. A classe permanente inundado realçou o rio Paraná e lagos.

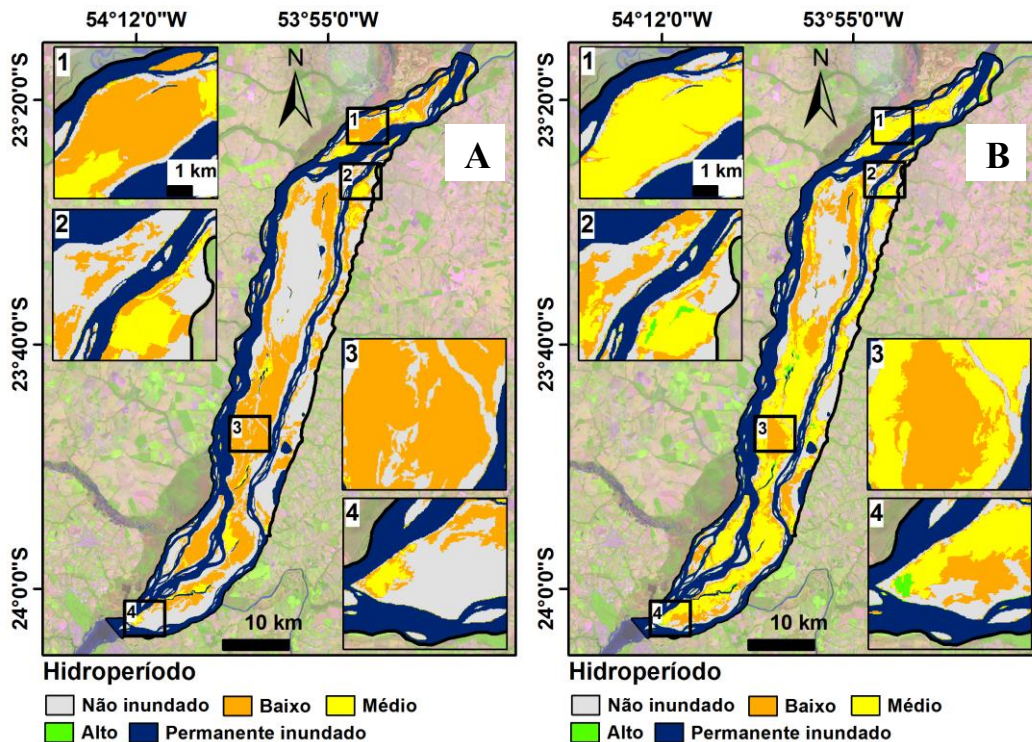


Figura 2 - Hidroperíodo do parque entre 1998 e 2016. A e B) Hidroperíodo com menores e maiores níveis de água, sete dias anteriores ao nível de água da data da imagem usada para o mapeamento da superfície de água, respectivamente.

Pelo trabalho de Fragal e Gasparetto (2016) o hidroperíodo do parque entre os anos de 1985 e 1997 era diferente, a mais expressiva mudança foi que no setor centro-norte apresentava completamente hidroperíodo baixo, e entre 1998 e 2016 (Figura 2B) apresentou fragmentos de hidroperíodo baixo entremeadados a classe não inundado. Essa mudança no hidroperíodo está associada ao barramento do rio Paraná, pela barragem da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera (UHPP). O controle do regime hidrológico do rio Paraná reduziu a frequência e permanência de níveis de água altos, que provocou a redução do hidroperíodo de toda sua planície de inundação (SOUZA FILHO, 2011). Também, foi evidenciada mudança do hidroperíodo próximo a barragem da UHPP (FRAGAL et al., 2012).



As superfícies de tendências do parque com graus polinomiais de 1 à 4 mostraram o padrão regional altimétrico no sentido nordeste à sudoeste (Figura 3A, B, C e D). A análise visual das superfícies de tendências indicou que a gerada pelo 2º Grau, representou adequadamente o padrão regional altimétrico. A superfície de tendência construída com regressão polinomial de 1º Grau, proporcionou maior simplificação da variação altimétrica regional, enquanto pelas regressões polinomiais de 3º e 4º Graus geraram variações altimétricas regionais mais complexas. Desta forma, a superfície de tendência com baixo grau polinomial deve ser favorecida, uma vez que, padrões regionais de variação altimétrica dificilmente tem representação por superfícies de tendências com regressões polinomias de grau alto (JONES et al., 1986; SWAN; SANDILANDS, 1995).

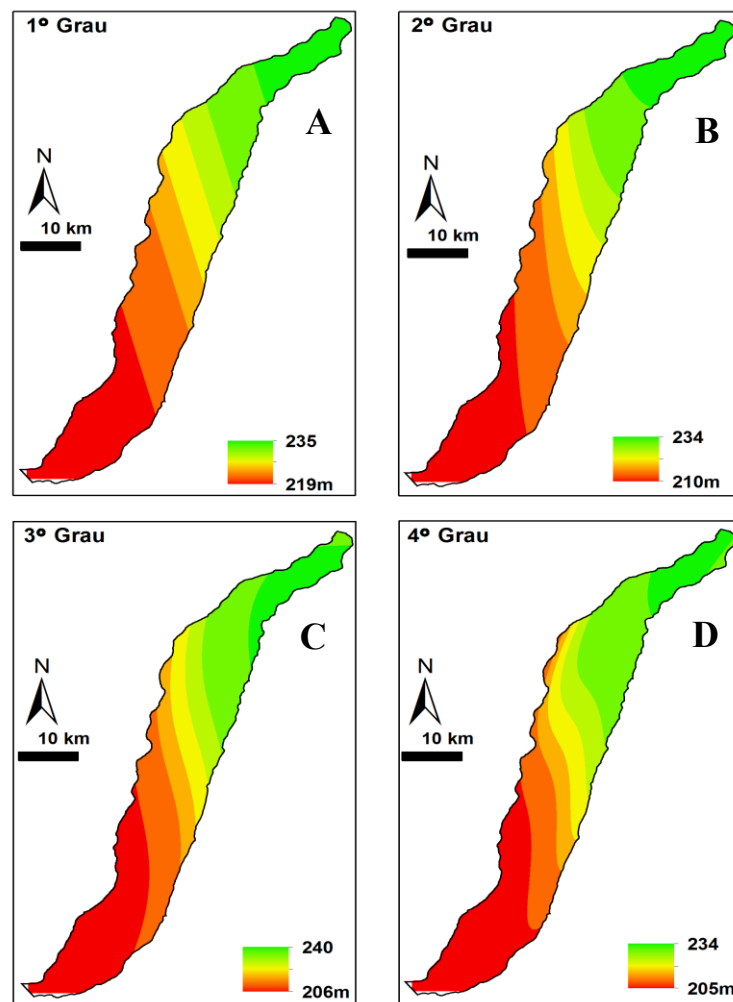


Figura 3 - Superfícies de tendências do parque. A, B, C e D) Superfícies de tendências com regressões polinomiais de graus 1, 2, 3 e 4, respectivamente.



Os mapas de micro topografia (resíduos) não mostraram grandes disparidades entre eles (Figura 4A, B, C e D). Como foi selecionado a superfície de tendência de 2° Grau (Figura 3B), a mais adequada para representação do padrão regional altimétrico, a micro topografia de 2° Grau (Figura 4B) foi escolhida para representar as flutuações topográficas locais. Os mapas de micro topografia de Graus 1, 3 e 4 apresentaram diferenças, principalmente nos setores norte e sul do parque, as quais foram associadas aos diferentes modos de representação espacial do padrão regional altimétrico.

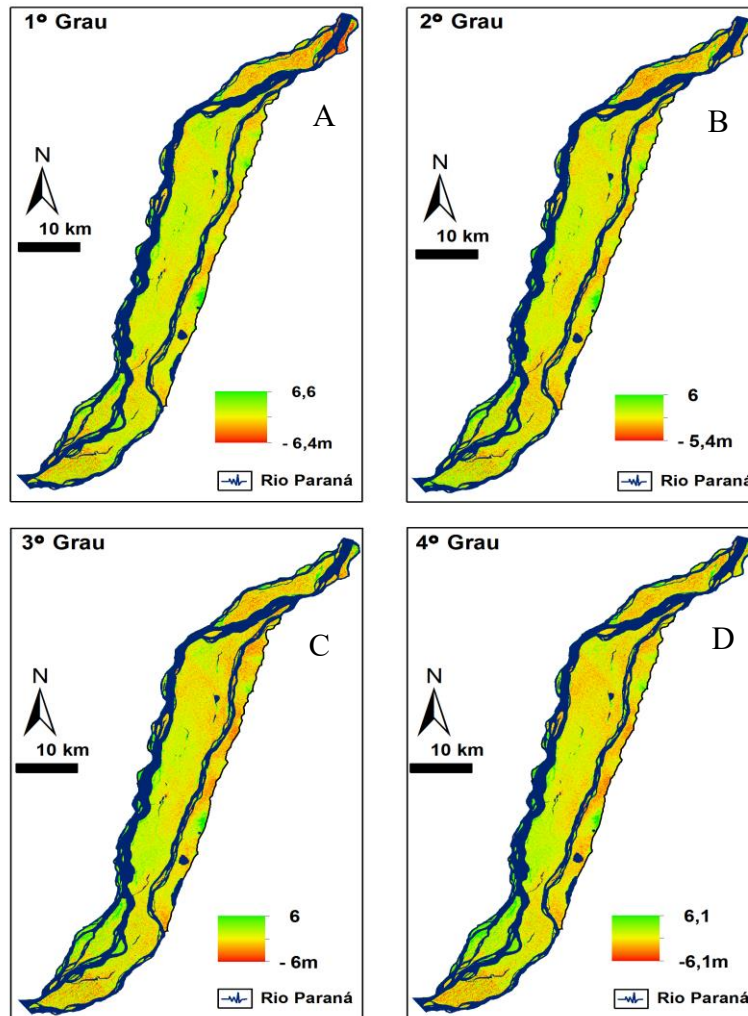


Figura 4 - Micro topografias (resíduos) do PNIG. A, B, C e D) Expressam os mapas de micro topografia gerados com base em superfícies de tendências de graus 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

O mapa de micro topografia (Figura 4B) realçou as áreas baixas (valores negativos), as quais situaram-se fragmentadas ao longo do parque, enquanto as áreas mais altas (valores positivos) concentraram-se nas bordas das ilhas, assim como, concentrada em setores do parque. As ilhas ao norte do parque apresentaram feições bem características de planície de inundação, sendo as bordas mais elevadas e o interior formado





por áreas baixas (bacia de inundação) (SOUZA FILHO, 1993). A maior ilha do parque (Ilha Grande) no seu interior mostrou distribuição não regular das áreas baixas e altas, embora possua pequena amplitude de altura relativa (-5,4 à 6m). Os valores da micro topografia foram semelhantes aos encontrados por ANDRADE, (2008), a montante do parque, o que foi coerente, uma vez que, estão situados nos mesmos contextos geológico e topográfico.

A frequência de queimadas do parque entre 1998 e 2016 variou de nenhuma queimada à 11 vezes queimadas (Figura 5). As frequências de queimadas predominantes foram de 5 à 7 vezes, encontradas na região central do parque (Figura 5, retângulo 3). As áreas sem queimadas situaram-se principalmente na margem esquerda do rio Paraná e nas pequenas ilhas, enquanto a baixa frequência de queimadas (1 à 3 vezes) nos setores norte e sul do parque (Figura 5, retângulos 1 e 4). Pontualmente, as frequências de queimadas foram entre 8 e 11 vezes (Figura 5, retângulo 2), sendo que nessa área, tem o desenvolvimento de atividades antrópicas de pastagem e/ou culturas (FRAGAL; GASPARETTO, submetido para este evento).

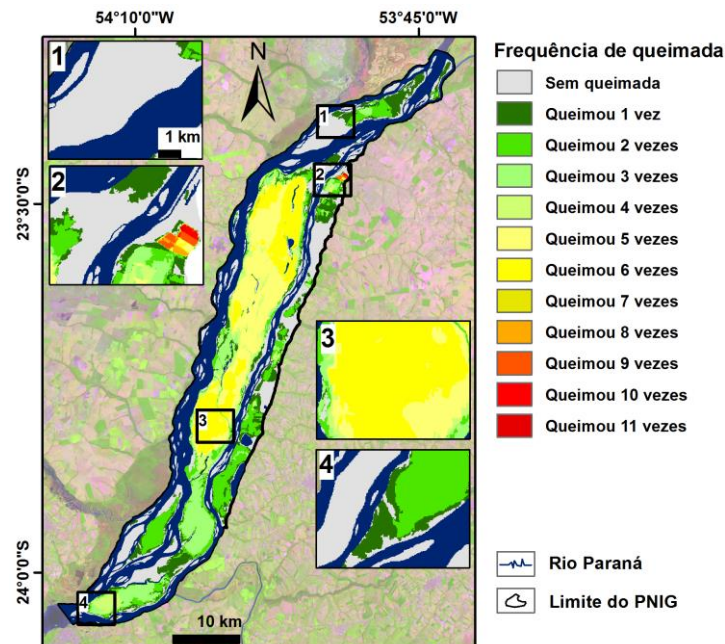


Figura 5 - Mapa de frequência de queimadas do parque entre 1998 e 2016.

A frequência de queimadas no período de 1985 à 1997 apresentava apenas setores do parque com frequências de 5 à 7 vezes queimadas (FRAGAL; GASPARETTO, submetido neste evento). Isto indica que após a criação do parque, a sua região central concentrou a maioria das ocorrências de queimadas, provocadas predominantemente por causas antrópicas.



Para exemplificar, as relações do hidroperíodo e micro topografia com a frequência de queimadas foram realizados recortes de áreas no parque (Figura 6A, B e C), sendo o recorte com as letras X, Y, Z, uma área que não possui relações diretas do hidroperíodo e micro topografia com a frequência de queimadas, e recortes com letras D, E, F, G, H, I, J, K e L, que possuam relações diretas.

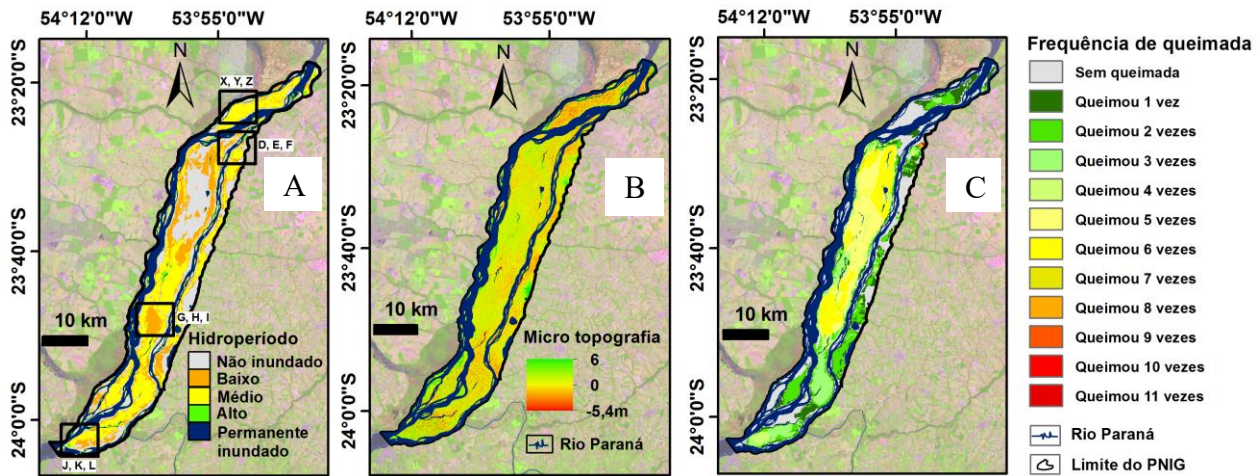


Figura 6 - Mapas de hidroperíodo, micro topografia e frequência de queimadas do parque. A, B e C) Mapas de hidroperíodo, micro topografia e frequência de queimadas, respectivamente. As letras de X, Y, Z, D, E, F, G, H, I, J, K e L destacam as áreas dos recortes.

Na Figura 7, o recorte das letras X, Y e Z destaca a classe médio do hidroperíodo e valores negativos (área baixa) da micro topografia e sem frequência de queimada. Embora as variáveis de hidroperíodo e microtopografia não favoreçam uma grande frequência de queimadas, esse recorte tinha potencial para ter alguma ocorrência de queimada, sendo assim, outras variáveis explicam a não frequência de queimada. O recorte com letras D, E e F, destaca uma área que não possui inundação, tem predominância de valores negativos e próximo de zero (áreas depressional e plana, respectivamente) da micro topografia e com frequência de queimadas entre 8 e 11 vezes. Esse recorte foi um cenário didático, pois mesmo que apresentou ser uma área predominantemente baixa, a não inundação proporcionou grande favorecimento à ocorrências de queimadas, principalmente por causas antrópicas.

Na Figura 7 com recorte com letras G, H e I evidenciou uma área com as classes de hidroperíodo baixo e médio, com micro topografia predominantemente de valores positivos (área alta) e frequências de queimadas de 5 à 7 vezes. O recorte de letras J, K e L destacou uma área com alto hidroperíodo, predominância da micro topografia com valores próximos à zero (área plana) e variação de frequência de queimada nula ou uma vez queimada. Desta forma, os recortes de letras G à L, conferem em relações diretas do hidroperíodo e micro topografia com a frequência de queimadas, em que, menor a inundação e mais alto o relevo, maior foi a frequência de queimadas.

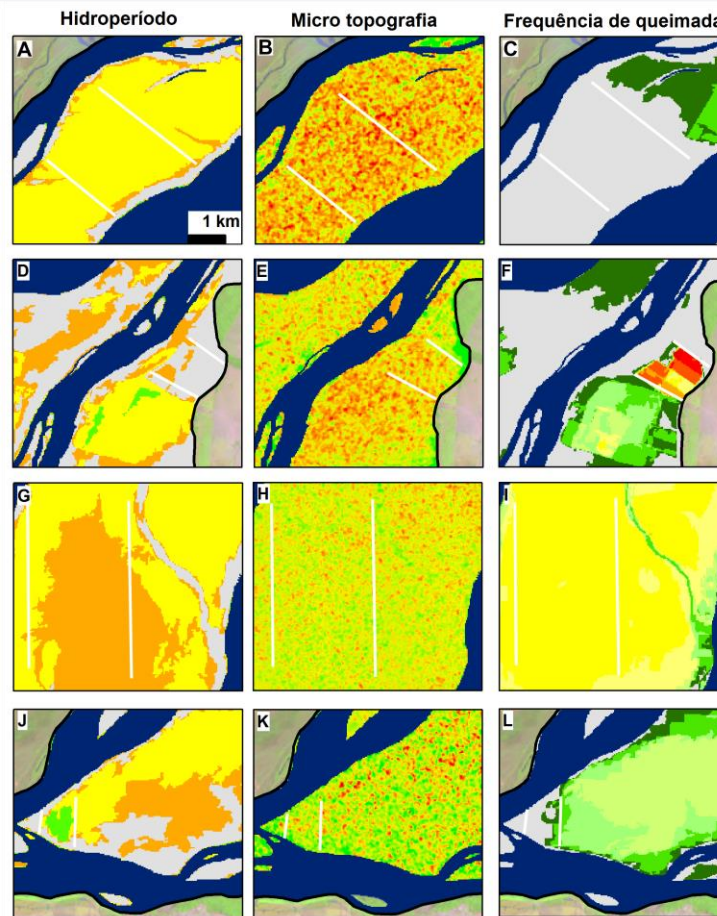


Figura 7 - Recortes de áreas que destacam o hidroperíodo, micro topografia e frequência de queimadas do parque. As X, Y, Z, D, E, F, G, H, I, J, K e L mostram a posição dos recortes. As linhas brancas realçam as principais áreas de observação visual.

#### 4. Conclusão

Na geração do mapa de hidroperíodo deve-se considerar os níveis de água sete dias anteriores ao nível de água da data da imagem utilizada no mapemanto de superfície de água, para minimizar erros de omissão. O padrão regional de variação altimétrica do parque foi representado adequadamente com a regressão polinomial de 2° Grau. O mapa de micro topografia (resíduos), revelou as feições topográficas baixas, planas e altas, em relação ao padrão regional altimétrico. A frequência de queimadas mostrou que a área central do parque foi a mais afetada pelas queimadas.

Foram encontradas relações do hidroperíodo e micro topografia com a frequência de queimadas de forma direta, isto é, menor a inundação e maior altura do relevo favorecem a maior frequência de queimadas. No entanto, não apenas as variáveis de hidroperíodo e micro topografia tem relação com a frequência de



queimadas. A frequência de queimadas, também, depende de outras variáveis, como dos tipos de cobertura vegetal e vias de acesso. Desta forma, para investigações futuras, analisar a relação de outras variáveis ambientais, assim como, antrópicas, contribuirá para o entendimento mais detalhado da vulnerabilidade à queimadas no parque.

## 5. Bibliografia

ADGER, W. N. **Vulnerability**. *Global Environmental Change*, v.16, p. 268-281, 2006.

ANDRADE, I. R. A. **O uso de técnicas de sensoriamento remoto na identificação de formas na região de Porto Rico, planície de inundação do Alto rio Paraná MS/PR**. 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

FRAGAL, E. H.; GASPARETTO, N. V. L. **Parque Nacional de Ilha Grande: caracterização da dinâmica de queimadas entre 1985 e 2006 com base em imagens Landsat**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Congresso Nacional de Geografia Física. Submetido para publicação.

FRAGAL, E. H.; GASPARETTO, N. V. L. Análise da frequência de inundação no período anterior à criação do Parque nacional de Ilha Grande (PNIG) entre 1985 e 1996. In: XI Simpósio Brasileiro de Geomorfologia (SINAGEO), 11., 2016, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual e Maringá, 2016. p. 1-8.

FRAGAL, E. H.; SOUZA FILHO, E. E.; ALVES, F. C. Relações entre os corpos d'água e planície fluvial do alto rio Paraná, por meio de mapas de frequência de inundação. In: IX Simpósio Brasileiro de Geomorfologia (SINAGEO), 9., 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012. p. 1-8.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas Climáticas do estado do Paraná**. 2000. Disponível em: <[http://www.pr.gov.br/iapar/sma/Cartas\\_Climáticas/Cartas\\_Climáticas.htm](http://www.pr.gov.br/iapar/sma/Cartas_Climáticas/Cartas_Climáticas.htm)>. Acesso em: 5 de jan. 2017.

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: 05 de jul. 2016.

JONES, T. A.; HAMILTON, D. E.; JOHNSON, C. R. **Contouring geologic surfaces with the computer**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1986. 314p.

KOPROSKI, L. P.; MANGINI, P. R.; PACHALY, J. R.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. **Impactos do fogo sobre serpentes (Squamata) no Parque Nacional de Ilha Grande (PR/MS), Brasil**. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v. 9, p. 129-133, 2006.

MONTANHER, O. C.; FRAGAL, E. H. **Aplicação de dados radiométricos TM5 na análise da vegetação após incêndio em área alagável e relação com a geomorfologia**. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 1, n. 65, p. 111-122, 2013.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2007. 144p.



ROCHA, P. C.; SOUZA FILHO, E. E. Erosão marginal e evolução hidrodinâmica no sistema rio-planície fluvial do Alto Paraná-Centro Sul do Brasil. In: Nunes, J. O. R. e ROCHA, P. C (Org.). **Geomorfologia: aplicações e metodologias**. São Paulo: Expressão Popular, 2008. p.133-154.

SOUZA FILHO, E. E. As transformações da calha fluvial do Alto rio Paraná induzidas por barragens. In: Messias Modesto dos Passos. (Org.). **A raia divisória São Paulo - Paraná - Mato Grosso do Sul (cenas e cenários)**. 1 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2011. p. 167-195.

SOUZA FILHO, E. E. **Aspectos da geologia e estratigrafia dos depósitos sedimentares do rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaira (PR)**. 1993. 233f. Tese (Doutorado em Geociência), Instituto de Geociência. Universidade de São Paulo, São Paulo.

SWAN, A. R. H.; SANDILANDS, M. **Introduction to geological data analysis**. Oxford: Blackwell, 1995. 446p.

ZANI, H.; ROSSETTI, D. F. **Multitemporal Landsat data applied for deciphering a megafan in northern Amazonia**. International Journal of Remote Sensing, v. 33, p. 6060-6075, 2012.