



**Variáveis Condicionantes na Susceptibilidade de  
Incêndios Florestais no Parque Nacional do Itatiaia**

Factors Influencing on Susceptibility Forestry Fire in Itatiaia National Park

Marlon Thiago de Oliveira Nunes<sup>1</sup>; Gustavo Mota de Sousa<sup>1,2</sup>;  
Gustavo Wanderley Tomzhinski<sup>3</sup>; José Francisco de Oliveira-Júnior<sup>2</sup> &  
Manoel do Couto Fernandes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCMN,  
Av. Athos da Silveira Ramos, 21941-590 - Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Geociências,  
Instituto de Agronomia, Departamento de Ciências Ambientais, Instituto de Floresta  
BR-465, km 7, 23890-000 Seropédica, RJ, Brasil

<sup>3</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade,  
Parque Nacional do Itatiaia – PNI Estrada do Parque Nacional, Km 8,5 – CP: 83.657, 27.580-970 Itatiaia, RJ, Brasil

E-mails: marlon.nunes11@gmail.com; manoel.fernandes@ufrj.br;  
gustavoms@ufrj.br; joliveirajunior@gmail.com; gtomzhinski@yahoo.com.br

Recebido em: 12/08/2014      Aprovado em: 05/02/2015

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2015\\_1\\_54\\_62](http://dx.doi.org/10.11137/2015_1_54_62)

## Resumo

O grande número de incêndios florestais que atingem o Parque Nacional do Itatiaia (PNI) é motivo de preocupação, pois eles modificam a paisagem e acarretam perda de flora e fauna. Desta forma, torna-se importante a criação de metodologia que ajude na identificação de fatores que influenciam a susceptibilidade a incêndios. Este trabalho tem como objetivo avaliar variáveis geomorfológicas (forma da encosta, radiação solar global, declividade e altitude) e meteorológicas (chuva) na ocorrência de incêndios. Para atingir o objetivo foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) gerado a partir de cartas topográficas e dados pluviométricos de três estações presentes no PNI e arredores. Este MDE possibilitou a criação das variáveis geomorfológicas, e os dados pluviométricos possibilitaram o cálculo do Standardized Precipitation Index (SPI). As variáveis obtidas foram comparadas com os Relatórios de Ocorrência de Incêndio (ROI), e os resultados mostram que as variáveis geomorfológicas mais significativas foram a forma da encosta e a radiação solar global. O índice SPI introduziu novos indicativos temporais para o melhor entendimento do comportamento da ocorrência dos incêndios florestais no PNI.

**Palavras-chave:** incêndios florestais; variáveis geomorfológicas, SPI; Índice de Precipitação Padronizado

## Abstract

The large number of wildfires which hits the National Park of Itatiaia (PNI) is a reason of preoccupation, because they change the landscape and cause flora and fauna lost. Thus, it becomes important to create a methodology that helps to identify factors that influence wildfire susceptibility. The objective of this work is to evaluate geomorphological variables (slope curvature, global solar radiation, slope and altitude) and weather (rainfall) in the wildfire events. To reach the objective a Digital Elevation Model (DEM) generated from topographic maps was used, and rainfall data from three weather stations present in PNI or around. This DEM enabled the creation of geomorphological variables, and rainfall data enabled the calculation of the Standardized Precipitation Index (SPI). The values obtained were compared with the Reports of Fire Occurrence (ROI), and the results show that most significant geomorphologies variables were the slope curvature and global solar radiation. The SPI index introduced new temporal indicative to better understand the behavior of the occurrence of wildfires in PNI.

**Keywords:** wildfires; geomorphological variables; SPI; Standardized Precipitation Index

## 1 Introdução

O Parque Nacional do Itatiaia (PNI) foi a primeira Unidade de Conservação (UC) na categoria Parque Nacional com proteção integral criada no Brasil. Localizado na Serra da Mantiqueira e entre os Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais (Figura 1), nele se encontra o quinto ponto culminante do Brasil e o mais alto do Estado do Rio de Janeiro, o Pico das Agulhas Negras, que possui uma altitude de 2.791 m (IBGE, 2005). Esta UC foi criada em junho de 1937 e tem como objetivos a preservação dos ecossistemas de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas, de atividades educacionais e de interpretação ambiental, recreação e turismo ecológico, por meio do contato com a natureza (Brasil, 2000). Destaca-se a existência de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção, como, por exemplo, a onça parda, o macaco muriqui e o sapo flamenguinho que é o símbolo do PNI.

O PNI sofre com constantes incêndios florestais concentrados no Planalto do Itatiaia (Brade,

1956; Ribeiro e Medina, 2002; Teixeira, 2006). Estes incêndios são provenientes, em sua maioria, de ações antrópicas no interior e entorno do PNI, e já proporcionaram grandes incêndios, eliminando espécies de fauna e flora, e conseqüentemente, modificando os ecossistemas e sua biodiversidade.

Diante deste quadro, a construção dos mapas de susceptibilidade a ocorrência de incêndios torna-se importante para o fornecimento de subsídios que levem à prevenção e ao combate desse fenômeno. A elaboração destes documentos cartográficos é bastante complexa e exige o conhecimento de diversas variáveis e suas interligações, como a conjugação de fatores geomorfológicos e meteorológicos que merecem ser observados na paisagem, e servem de calibração para um modelo de conhecimento do comportamento dos incêndios florestais. Vale ressaltar que, com a evolução das geotecnologias, dentre as quais podemos destacar o geoprocessamento, foi facilitado a criação destes modelos, à medida que permitem fazer a observação da paisagem como um sistema ambiental, através da

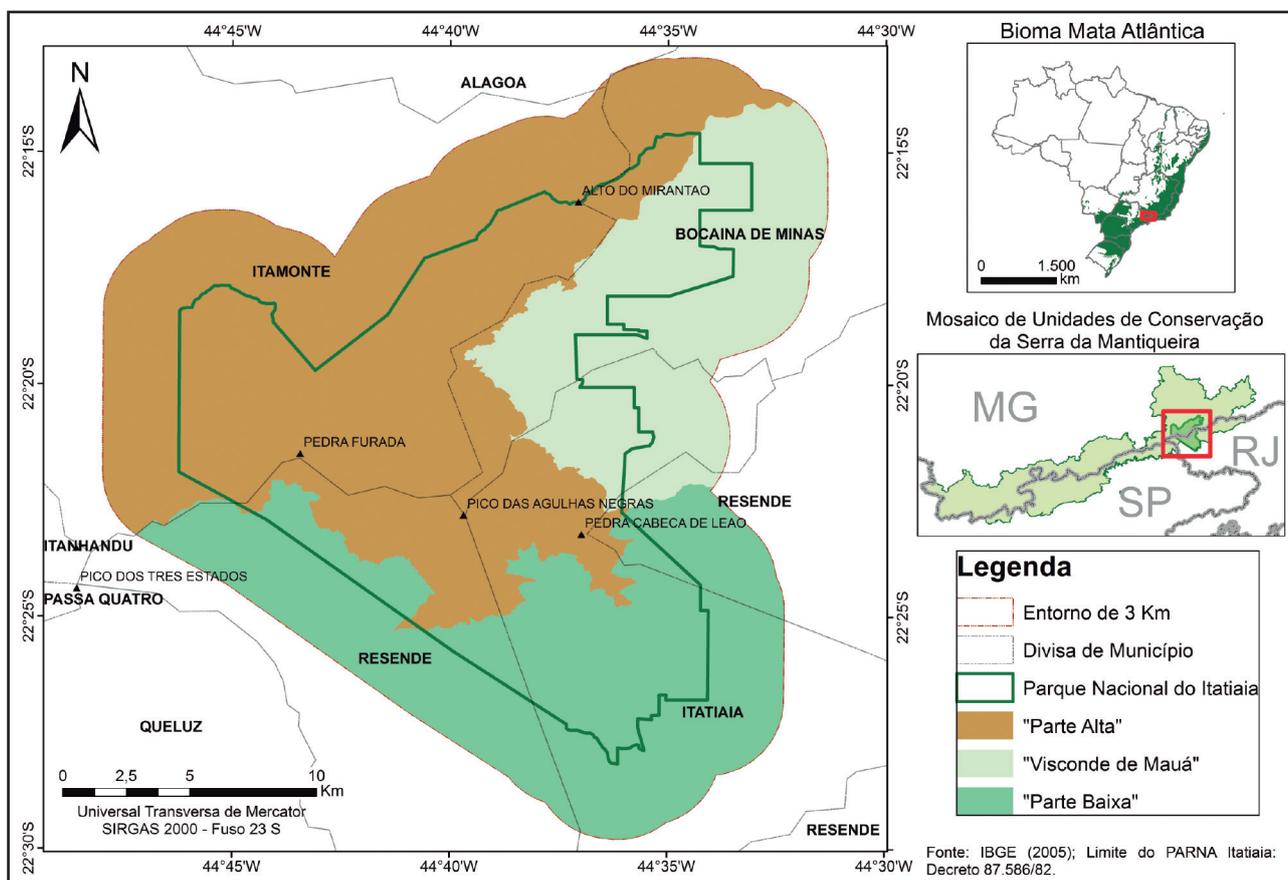


Figura 1 Localização do Parque Nacional do Itatiaia. (Fonte: Tomzhinski, 2012).

sobreposição de variáveis correspondentes a dados distintos que, caso analisados separadamente, não possibilitariam o entendimento da relevância das informações geradas.

Em face ao exposto, este trabalho tem como objetivo analisar algumas variáveis condicionantes para a ocorrência de incêndios, sendo estas geomorfológicas (formas das encostas; declividade; altitude; e radiação solar global analisada a partir do posicionamento das encostas) e meteorológicas (aplicação do Índice de Precipitação Padronizado – *Standardized Precipitation Index*, SPI; chuva) em relação ao conjunto de dados de áreas queimadas no período de 2008 a 2011, estruturados nos Relatórios de Ocorrência de Incêndios (ROI), e de dois grandes incêndios ocorridos em 2001 e 2007 no PNI.

## 2 Materiais e Métodos

Na análise das variáveis condicionantes foram utilizadas duas metodologias: uma para os dados geomorfológicos, onde foi feita uma análise a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE), obtido das cartas topográficas de escala 1:50.000 que compõem a área do PNI; e outra para os dados meteorológicos, onde foram utilizados dados pluviométricos que deram origem ao índice SPI. A estruturação da metodologia utilizada é apresentada na Figura 2.

## 2.1 Materiais Utilizados

Para a obtenção das variáveis geomorfológicas foram utilizadas quatro cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de escala 1:50.000: Agulhas Negras (MI-2712/4), Passa Quatro (MI-2712/3), Alagoa (MI-2712/2) e São José Barreiro (MI-2742/2). A partir destas cartas foi possível realizar a extração de informações hipsométricas, curvas de nível e pontos cotados e hidrográficas que deram origem a um Modelo Digital de Elevação (MDE) hidrologicamente consistente, gerado a partir de uma grade regular retangular através do módulo TOPOGRID (*Topo to Raster*) do software *ArcGis* 10.1.

Já as variáveis meteorológicas tiveram como dados de origem dados coletados de três estações pluviométricas situadas dentro do parque e em seu entorno. As estações de Agulhas Negras (AGNE) e Parque (PQUE), de responsabilidade de FURNAS (Furnas Centrais Elétricas S.A), se localizam no interior da UC e a estação Visconde de Mauá (MAUA), de responsabilidade da ANA (Agência Nacional de Águas), localizada na zona de amortecimento de 5 km no entorno do PNI. Cada estação pluviométrica corresponde a uma zona de influência (Figura 3) determinada por Tomzhinski (2012), que foram definidas a partir do conhecimento empírico das características microclimáticas e topográficas. A estação AGNE corresponde às

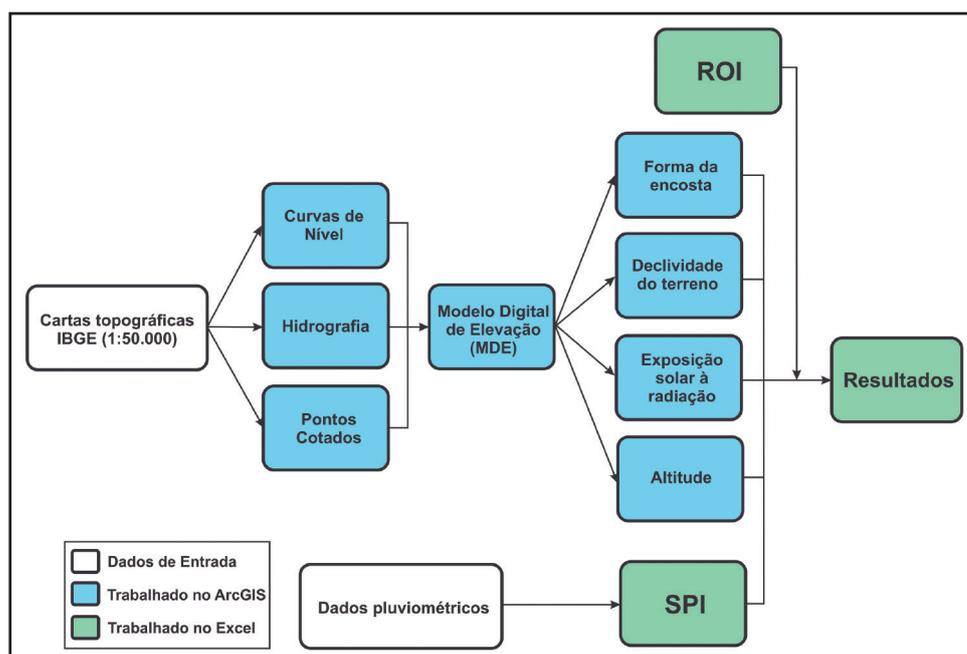


Figura 2 Fluxograma das etapas realizadas no desenvolvimento do estudo.

bacias da vertente norte do PNI e o Planalto do Itatiaia, PQUE corresponde às bacias contribuintes da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, e MAUA representa a região do Alto Rio Preto.

É possível observar na Figura 2 que o único elemento em comum entre as variáveis geomorfológicas e meteorológicas é o Relatório de Ocorrência de Incêndios (ROI), que foi comparado com cada variável obtida neste estudo. O PNI conta com informações sobre incêndios desde sua criação, em 1937, porém estas passaram a ser organizadas na forma de ROI a partir de 2001 quando se deu a criação da 1ª Brigada de incêndio do PNI (ICMBio, 2011). A partir do ano de 2008, as áreas atingidas passaram a ser delimitadas com auxílio de receptores GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*), contabilizando até o final do ano de 2011 um total de 145 áreas (Figura 4). Além do período mencionado foram utilizados neste trabalho duas outras áreas correspondentes a grandes incêndios que ocorreram nos anos de 2001 e 2007, que foram identificadas com auxílio de imagens do satélite Landsat 5 TM (*Thematic Mapper*) adquiridas do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (INPE, 2011).

A localização dos ROI mostra uma grande concentração de registros na parte alta do Parque e que possui atenção especial da Brigada de Incêndios, composta por moradores de localidades no entorno do PNI. Essa concentração também é evidenciada nos limites mais ao norte do Parque, com incêndios menores, como pode ser observado na área em destaque na Figura 4. Esses pequenos registros correspondem em sua totalidade a incêndios de origem criminosa e são combatidos pelos brigadistas que residem nessas proximidades.

Vale destacar também que foi realizada uma série de entrevistas em campo abordando questões sobre as práticas de ocorrência dos incêndios, assim como questionamentos em função das políticas de combate. Estas entrevistas foram de fundamental importância para compreender os resultados alcançados.

### 2.1.1 Variáveis Geomorfológicas

A metodologia para análise das variáveis geomorfológicas é baseada nos estudos realizados

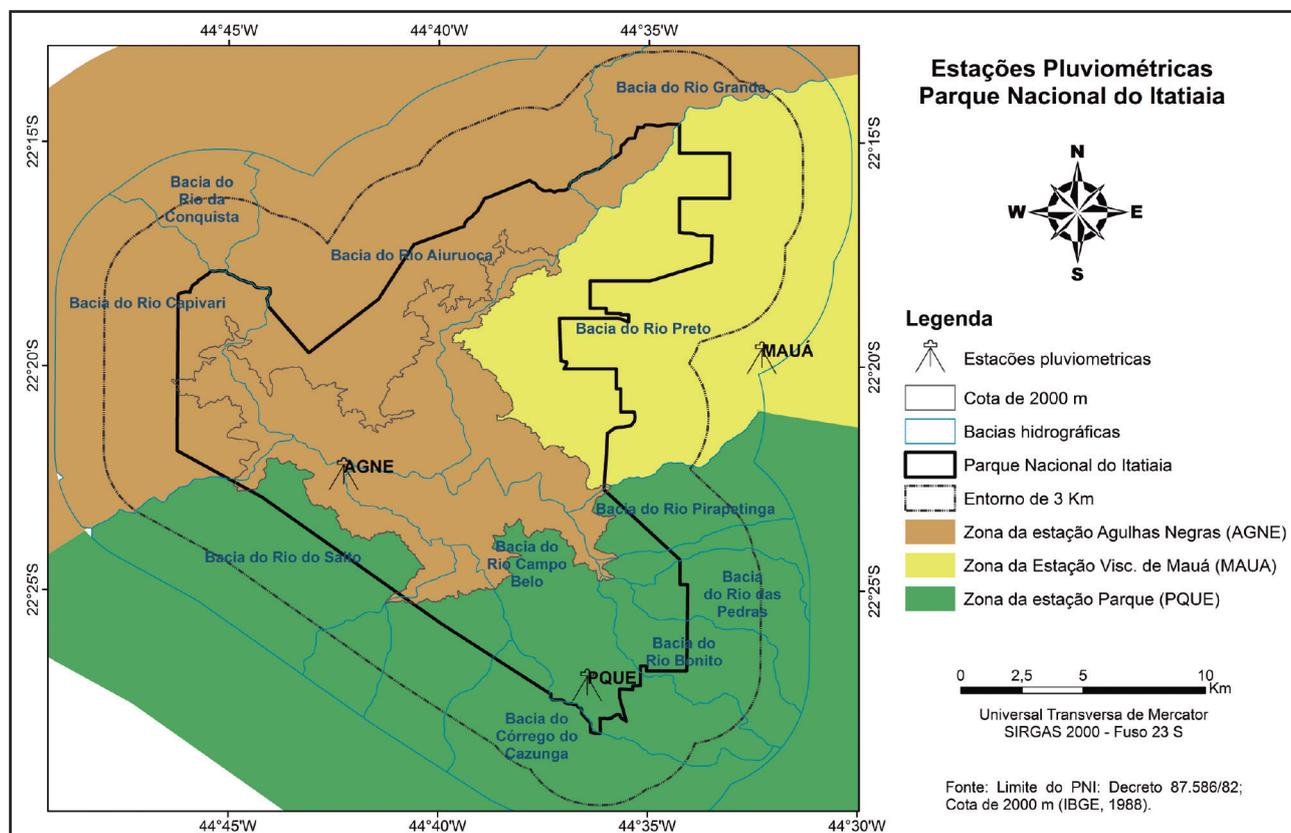


Figura 3 Mapa de localização das estações pluviométricas com suas respectivas áreas de influência. (Fonte: Tomzhinski, 2012).

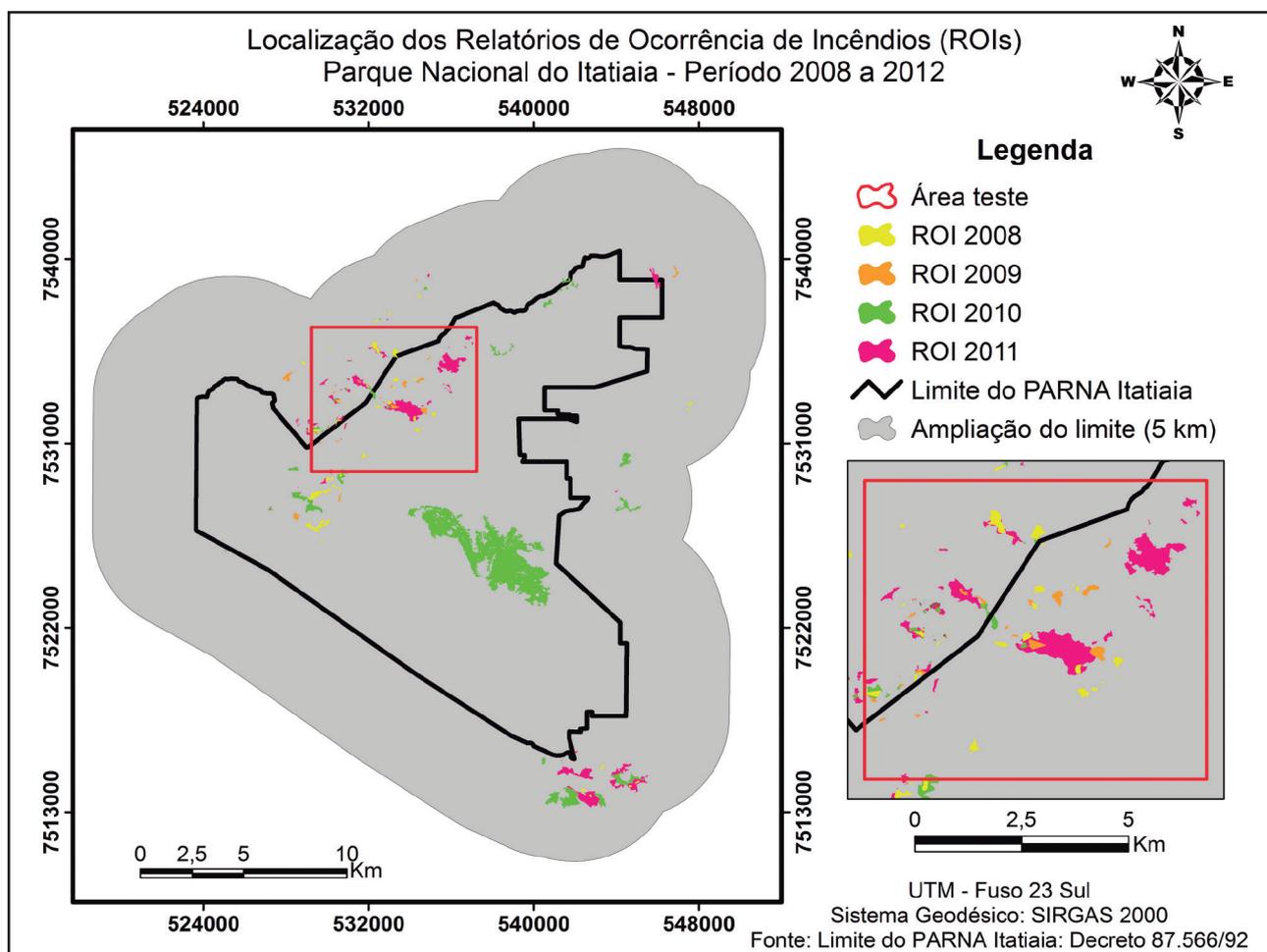


Figura 4 Localização de áreas queimadas (km<sup>2</sup>) retiradas dos ROI do PNI. (Fonte: Sousa, 2013)

por Tomzhinski (2012), sendo utilizados dados da paisagem extraídos do MDE. Os dados foram verificados em conjunto com as informações contidas nos ROI que possibilitaram a comparação dessas variáveis relacionadas às áreas queimadas identificadas em campo, seguido do refinamento da metodologia de obtenção de algumas variáveis, como a substituição da variável orientação das encostas pela radiação solar, que foi utilizada nos estudos realizados anteriormente por Silva *et al.* (2009) e Sousa *et al.* (2010).

As variáveis geomorfológicas extraídas do MDE para este estudo foram: declividade do terreno (em graus), forma das encostas (côncava, convexa ou plana), radiação solar global (KWh/m<sup>2</sup>) e altitude (m). Essas variáveis foram definidas e classificadas através de conhecimentos de campo e de observações realizadas na área de estudo.

A declividade é outro produto gerado a partir do MDE e corresponde ao ângulo de inclinação da superfície local em relação ao plano horizontal. A literatura existente (Whelan, 1995; Bovio & Camia, 1997; Chuvieco *et al.*, 1997; e Tomzhinski, 2012) relaciona a variável declividade com a propagação e risco de incêndios. Com isso esta variável foi dividida em 4 categorias, de 0° a 8°, de 8° a 16°, de 16° a 20° e acima de 20°.

A forma da encosta foi classificada em côncava, convexa e plana. As áreas caracterizadas como côncavas concentram maior umidade por serem regiões convergentes, as convexas são áreas divergentes e que apresentam características de áreas mais secas. As planas podem ter maior ou menor divergência de escoamento, desta forma, dependem da declividade local.

A exposição à radiação solar global foi calculada utilizando a ferramenta “Area Solar

Radiation” do software ArcGIS versão 10.1, o cálculo é feito considerando os diversos ângulos de incidência do Sol ao longo do ano, além de utilizar as coordenadas e topografia sobre a superfície de uma determinada área.

A altitude foi classificada em até 1.000 m, de 1000 a 2.000 m e acima de 2.000 m. Esta variável também foi obtida a partir do MDE.

Estas variáveis foram avaliadas para os ROI levantados no estudo, por meio da ferramenta de estatística por zona (*Zonal Statistics*) do software ArcGis versão 10.1, onde foram obtidos os parâmetros de valor mínimo, máximo, desvio padrão e o valor majoritário que identificam as características das áreas queimadas provenientes dos ROI para cada variável.

### 2.1.2 Variáveis Meteorológicas

O índice SPI foi criado por McKee *et al.* (1993) com o objetivo de determinar períodos secos e úmidos, assim como avaliar a intensidade desses períodos em uma escala de tempo que pode variar em 3, 6, 9, 12, 24 e 48 meses. O diferencial em relação aos outros índices de seca existentes na literatura refere-se à possibilidade de utilização somente de dados de precipitação como variável de entrada (Domingos, 2006).

A formulação do índice SPI é baseada na função de densidade e probabilidade gama (Equação 1), onde  $\alpha$  é parâmetro de forma ( $\alpha > 0$ ),  $\beta$  parâmetro de escala ( $\beta > 0$ ) e  $x$  é a quantidade de chuva. É importante citar que  $\alpha$  e  $\beta$  variam em relação à  $x$ , ou seja, o cálculo do SPI utiliza somente valores de chuva. Maiores detalhes sobre a formulação usadas no cálculo do índice SPI podem ser obtidos em McKee *et al.* (1993; 1995).

$$F(x) = \int_0^x f(x) dx = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dx$$

(Equação 1)

Escala do SPI	Categorias
$\geq 2$	Extremamente úmido
1,50 a 1,99	Muito úmido
1,00 a 1,49	Moderadamente úmido
0,99 a -0,99	Próximo ao Normal
-1,00 a -1,49	Moderadamente seco
-1,50 a -1,99	Muito seco
$\leq -2$	Extremamente seco

Tabela 1 Classificação do SPI adaptado de McKee et al. (1993)

A partir dos valores obtidos, o SPI foi categorizado de acordo com a Tabela 1.

De acordo com a análise baseada no ROI, constatou-se que os maiores números de ocorrências de incêndios foram concentrados na parte alta do PNI correspondente à estação AGNE (Figura 3). Portanto, optou-se por fazer as análises do índice SPI utilizando apenas os dados desta estação, e calculando-o para a escala trimestral e posteriormente criando relacionamentos entre o índice SPI e os ROI referentes à estação AGNE.

## 3 Resultados e Discussão

### 3.1 Variáveis Geomorfológicas

Os resultados mostram que existem características predominantes das variáveis geomorfológicas analisadas em relação aos incêndios no PNI. As variáveis identificadas nas áreas delimitadas pelo ROI (Tabela 2) apontam quais características possuem maior representatividade nas categorias adotadas. Essas categorias foram definidas tendo como parâmetro os estudos realizados por Tomzhinski (2012).

Variável condicionada pela Geomorfologia	Quantidade de ROI (Valores majoritários)			
	Alta	Média	Baixa	
Exposição à Radiação Solar Global (KWh/m <sup>2</sup> )	78	56	13	
Forma das encostas	Convexas	Planas	Côncavas	
	119	3	25	
Declividade (°)	Acima de 20°	16° a 20°	8° a 16°	0 a 8°
	70	32	37	8
Altitude (m)	Acima 2000 m	1000 m a 2000 m	Até 1000m	
	23	105	19	

Tabela 2 Quantidade de ROI por variável condicionada pela geomorfologia.

A variável exposição à radiação solar global foi separada em três faixas: alta ( $> 1834,5$  KWh/m<sup>2</sup>), média (1606,4 a 1834,5 KWh/m<sup>2</sup>) e baixa ( $< 1606,3$  KWh/m<sup>2</sup>). Observa-se que a maior parte das ocorrências está localizada na categoria alta com um percentual 53% das ocorrências (78 ROI).

Isso se deve ao deslocamento do Sol ao longo do ano e a interação dos raios solares com a orientação das faces da montanha.

A forma das encostas definiu áreas convexas predominantes e presentes majoritariamente em 119 ROI, ou seja, em 81% das áreas analisadas, esse resultado corrobora os dados apresentados por Fernandes *et al.* (2011), onde essa relação com as áreas de ocorrência de incêndios está ligada a dispersão dos fluxos d'água deste tipo de forma, o que aponta para uma menor concentração de umidade, e consequentemente maior susceptibilidade de ocorrência de incêndios. Esse percentual mostra a importância dessa variável e sua interferência no regime dos incêndios e queimadas no PNI. As áreas planas possuem pouca representatividade, atingindo somente de 2% (3 ROI) das áreas analisadas. Isto demonstra que a inclinação no terreno tem grande impacto no espalhamento e propagação do fogo, sendo percebido na variável declividade o aumento do número de ROI em conjunto com a inclinação do terreno, concentrando 48% (70 ROI) das ocorrências em áreas com declividade superior a 20°. Em relação à variável declividade, ocorre que ela se torna importante para o combate no momento da ocorrência dos incêndios no PNI, criando situações que podem facilitar ou dificultar o trabalho de combate pelos brigadistas, não resultando em variável com grande impacto de predição se comparada com a forma da encosta.

A altitude é geralmente vista como um fator predominante na geração do fenômeno dos incêndios, mas no caso do PNI, não trouxe indícios que apontem essa particularidade. Essa variável pode ser incluída na identificação de diferentes tipos de vegetação, como é o caso da floresta ombrófila densa montana e floresta ombrófila densa alto montana, tendo em vista que o porte da vegetação é modificado de acordo com a altitude do terreno, além das condições propícias aos incêndios verificadas no período de inverno (Brade, 1956).

### 3.2 Variáveis Meteorológicas

A partir da escolha da estação meteorológica representativa (AGNE) foi definida a escala de tempo a ser analisada, em período trimestral, baseado nos meses de Julho, Agosto e Setembro

(JAS), que compreendem o meio do inverno e início da primavera. A escolha deste período se deveu pela criticidade em relação às ocorrências de incêndios no PNI, pois é o período do ano com maior número de incêndios em comparação aos demais, levando em conta os registros de 1937 a 2011 (Figura 5).

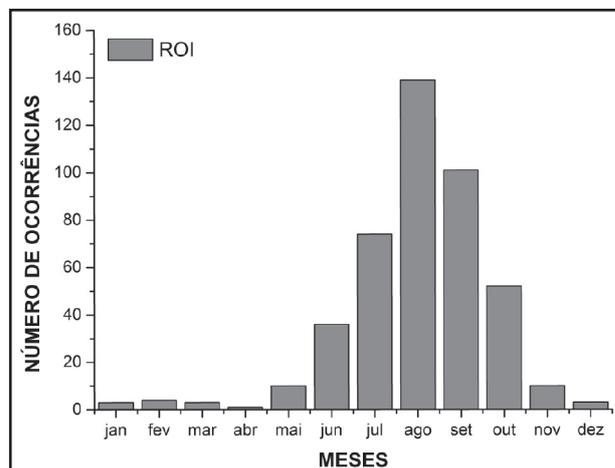


Figura 5 Distribuição mensal dos incêndios registrados no PNI desde 1937 até 2011

A Tabela 3, que mostra a quantidade de ROI e a área queimada relacionada à classificação do SPI (moderadamente úmido, próximo ao normal e extremamente seco) para os meses de Julho, Agosto e Setembro (2008-2011) – estação AGNE, revela algumas características interessantes em relação à distribuição dos incêndios (área queimada e número) com as classificações do SPI. Na categoria moderadamente úmido houve uma concentração de 14 incêndios, que corresponderam a 2% do total de área queimada para o período de estudo. Quando o SPI foi caracterizado como extremamente seco ocorreram 25 incêndios com 17% de área queimada. E a maior concentração de ocorrências de incêndios (39) e percentual de área queimada (81%) ocorreu quando o SPI foi categorizado como próximo ao normal.

Classificação SPI	Quantidade de ROI	Quantidade de ROI (%)	Área Queimada (ha)	Área Queimada (%)
Moderadamente Úmido	14	18%	36,2	2%
Próximo ao normal	39	50%	1243,2	81%
Extremamente Seco	25	32%	253,8	17%

Tabela 3 Classificação do SPI por quantidade absoluta e relativa de ROI e quantidade de área queimada para os meses de Julho, Agosto e Setembro (2008-2011) – estação AGNE.

Este resultado, quando avaliado de maneira direta pode induzir a uma falta de correlação entre o SPI e os incêndios, pois em uma hipótese inicial o SPI classificado como mais seco deveria estar relacionado a um maior número de incêndios e de área queimada. Entretanto, uma análise pormenorizada, levando em consideração os anos de análise de maneira isolada, assim como, os acontecimentos que influenciaram na estrutura de combate aos incêndios pelo PNI, podem desvendar uma leitura mais apropriada e revelar como o SPI se comporta como um indicativo adequado na mitigação dos incêndios florestais no PNI.

É possível verificar na Figura 6 que, no período estudado, ocorreram vários registros de áreas queimadas no PNI, que foram comparados ao índice SPI. Em 2008 o SPI foi categorizado como Próximo ao Normal, enquanto no de ano de 2011 foi classificado como Extremamente Seco (Tabela 1), sendo que nos respectivos anos ocorreu o praticamente o mesmo número de incêndios. Os anos de 2009 e 2010 apresentaram menor número de ocorrências e o SPI foi classificado respectivamente como Moderadamente Úmido e Próximo ao Normal. Essa análise se refere exclusivamente ao número de registros de incêndios não contabilizando as áreas queimadas durante o período.

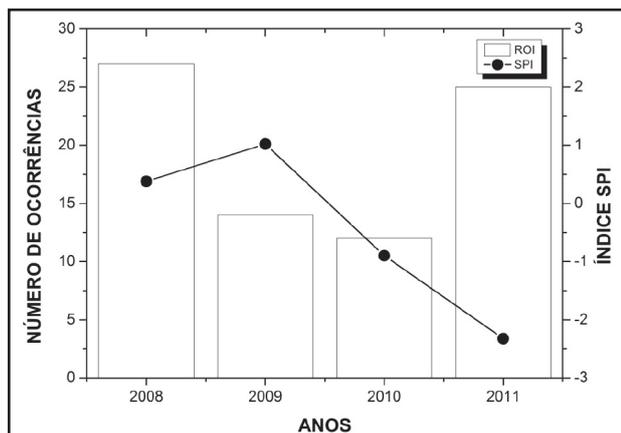


Figura 6 Comparação entre o número de ROI e o índice SPI para os meses de Julho, Agosto e Setembro (2008-2011) – estação AGNE.

Comparando a quantidade de áreas queimadas ocorridas no PNI e o índice SPI (Figura 7), são verificados anos contrastantes, 2008 e 2010. Em 2008, embora tenha sido um ano com maior número de ocorrências (Figura 6), a quantidade de área queimada no PNI foi abaixo de 200 ha, ao contrário, de 2010, onde houve poucas ocorrências (Figura

6), mas a quantidade de área queimada foi superior a 1000 ha. Uma hipótese para essa diferença pode ser atribuída à velocidade de propagação do fogo quando a vegetação está ressecada juntamente com a forma das encostas, como citado anteriormente. O ano de 2009 foi o mais úmido segundo o índice SPI e, conseqüentemente, houve uma diminuição significativa da área queimada em comparação aos demais anos. Em 2011, mesmo tendo sido classificado como o ano mais seco ( $SPI \leq -2$ ), não houve um aumento significativo da área queimada.

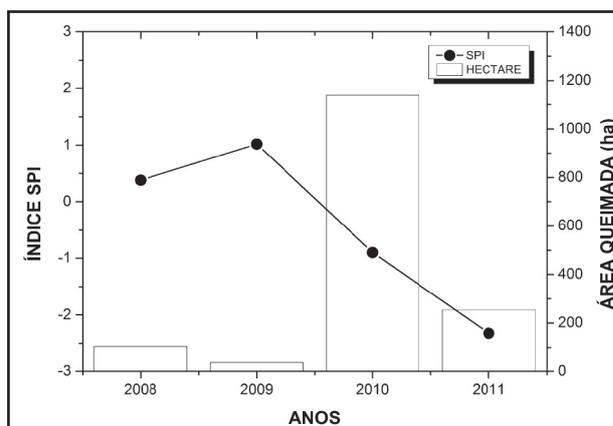


Figura 7 Comparação entre a quantidade de área queimada (ha) e o índice SPI para os meses de Julho, Agosto e Setembro (2008-2011) – estação AGNE.

Neste sentido, pode se observar que nos anos mais úmidos (2008 e 2009) houve um comportamento inverso do SPI para o número de ocorrências, ou seja, o ano de 2008 foi mais seco e com um número de ocorrências maior do que o ano de 2009. Esse quadro se refletiu em função da área queimada, porque com a diminuição do SPI houve um aumento na área queimada. Em 2010, esse comportamento não se repetiu, pois o índice SPI foi menor que nos dois anos anteriores, mas isso não refletiu em um aumento no número de ocorrências, assim como na diminuição da área queimada. Esse quadro de 2010 pode ser interpretado em função de um grande incêndio na parte alta do PNI que, segundo relatos colhidos em campo, foi de difícil combate e por isso atingiu uma área de 1023 ha, ou seja, quase a totalidade de área queimada neste ano. Ainda segundo relatos coletados em campo, o planejamento de combate a incêndios ganhou maior destaque em 2008 após um grande incêndio ocorrido em 2007, com investimentos financeiros em infraestrutura de combate aos incêndios e a contratação de um maior número de brigadistas.

Este cenário, certamente influenciou os dados de 2008 e 2009. Entretanto, em 2010 os incentivos foram menores, até a ocorrência do grande incêndio. A partir daí, novamente investimentos foram intensificados para o planejamento de ações de combate a incêndios no PNI, o que resultou em um combate mais eficiente no ano de 2011, pois mesmo com o SPI baixo (Extremamente Seco) e um número grande de queimadas, a quantidade de área queimada foi menor que no ano de 2010.

#### 4 Conclusões

A metodologia de análise das variáveis geomorfológicas traz como principal inovação o refinamento das técnicas elaboradas em estudos anteriores, a partir da utilização de dados sobre as áreas queimadas adquiridas através do ROI. Foi observada a importância da variável exposição à radiação solar e forma de encosta na ocorrência dos incêndios florestais. Estas variáveis merecem ser priorizadas em estudos relacionados à ocorrência de incêndio, pois a partir dos ROI foi possível verificar sua importância em áreas queimadas.

O SPI possibilitou o diagnóstico de períodos secos e úmidos e da sua interação com a ocorrência de incêndios no PNI no período de estudo. O índice dá subsídios importantes no entendimento desta interação e serve com instrumento de monitoramento em relação ao trabalho relacionado à Brigada de Incêndio existente nesta Unidade Conservação (UC). Os resultados gerados neste estudo podem ser de grande valia para o planejamento das ações de prevenções e combate aos incêndios florestais no PNI e de outras UC espalhadas no Brasil, bem como para o seu manejo de maneira geral. Além disso, auxiliam na compreensão da questão do fogo e seu papel na formação da paisagem.

#### 5 Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e a FAPERJ pelo auxílio financeiro, ao apoio do ICMBio na realização do trabalho de campo e por ceder os dados do ROI. Agradecem também a Agência Nacional de Águas (ANA) e Eletrobrás Furnas pelo fornecimento dos dados pluviométricos.

#### 6 Referências

Bovio, G. & Camia, A. 1997. Meteorological indices for large fires danger rating. In: CHUVIECO, E. (ed.). *A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires.*

- (Megafires project ENV-CT96-0256). Alcalá de Henares, Espanha, p. 73-91.
- Brade, A.C. 1956. A flora do Parque Nacional do Itatiaia. *Boletim do Parque Nacional do Itatiaia*, Nº 5. Itatiaia/RJ, 114p.
- Brasil. 2000. Lei No 9.985 de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União em 19/07/2000.
- Chuvieco, E.; Salas F.J. & Vega, C. 1997. Remote Sensing and GIS for Long-Term Fire Risk Mapping. In: CHUVIECO, E. (ed.). *A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires.* (Megafires project ENV-CT96-0256). Alcalá de Henares, Espanha, p. 73-89.
- Domingos, S.I.S. 2006. *Portugal: Análise do índice de seca Standardized Precipitation Index (SPI) em Portugal Continental e sua comparação com o Palmer Drought Severity Index (PDSI)*. Tese de licenciatura em Meteorologia, Oceanografia e Geofísica Interna – Variante Meteorologia. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. 53p.
- Fernandes, M.C.; Coura, P.H.F.; Sousa, G.M. & Avelar, A.S. 2011. Avaliação Geoecológica de Susceptibilidade à Ocorrência de Incêndios no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Floresta e Ambiente*. 2011 jul./set.; 18(3):299-309. doi 10.4322/floram.2011.050
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2005. Projeto Pontos Culminantes: IBGE calcula nova altitude do Monte Roraima. Nota de imprensa atualizada em 29/07/2005. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=412&id\\_pagina=1&titulo=IBGE-calcula-nova-altitude-do-Monte-Roraima](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=412&id_pagina=1&titulo=IBGE-calcula-nova-altitude-do-Monte-Roraima)>. Acesso em 20/06/2011.
- ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2011. Registros de Ocorrência de Incêndios e Dados Digitais de Ocorrências de Incêndios. Núcleo de Prevenção e Combate a Incêndios do Parque Nacional do Itatiaia. Não publicado. Ministério do Meio Ambiente, Brasil, 2011.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2011. Catálogo de Imagens de Satélite. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em Julho de 2011.
- McKee, T.B.; Doesken, N.J. & Kleist, J. 1993. The Relationship of drought frequency and duration to time scales. In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8<sup>th</sup> California, US, p. 17-22.
- McKee, T.B.; Doesken, N.J. & Kleist, J. 1995. Drought monitoring with multiple time scales. In: AMS CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 19<sup>th</sup>, Texas, US, p. 15-20.
- Ribeiro, K.T. & Medina, B.M.O. 2002. Estrutura, Dinâmica e Biogeografia das Ilhas de Vegetação Sobre Rocha do Planalto do Itatiaia. *Boletim do Parque Nacional do Itatiaia*, Nº 10. Itatiaia/RJ, 84p.
- Silva L.C.V.; Fernandes M.C. & Argento M.S.F. 2009. Mapa geoecológico de potencialidade à ocorrência de incêndios no Parque Nacional do Itatiaia/RJ. *Revista Brasileira de Cartografia*, 61(3): 285-292.
- Sousa, G.M.; Coura, P.H.F. & Fernandes, M.C. 2010. Cartografia Geoecológica da Potencialidade à Ocorrência de Incêndios: Uma proposta Metodológica. *Revista Brasileira de Cartografia*, Edição Especial, 1(62): 277-289.
- Sousa, G.M. 2013. *Modelagem do conhecimento aplicada ao estudo da susceptibilidade à ocorrência de incêndios no Parque Nacional do Itatiaia*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Geografia, 160 p.
- Teixeira, L.N. 2006. *Perfil dos Incêndios do Parque Nacional do Itatiaia e Entorno*. Monografia do Curso de Especialização em Gestão do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Associação Educacional Dom Bosco, Resende, RJ. 52p.
- Tomzhinski, G.W. 2012. *Análise Geoecológica dos Incêndios Florestais no Parque Nacional do Itatiaia*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 137 p.
- Whelan, R.J. 1995. *The Ecology of Fire*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 346p.