



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

BEATRIZ DE CARVALHO GRIFFO SOARES

**RELAÇÃO ENTRE FOCOS DE INCÊNDIO E DIFERENTES USOS E COBERTURA
DO SOLO EM EVENTO EXTREMO DE EL NIÑO NO MUNICÍPIO DE ITATIAIA,
RIO DE JANEIRO**

Prof. Dr. RAFAEL COLL DELGADO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

BEATRIZ DE CARVALHO GRIFFO SOARES

**RELAÇÃO ENTRE FOCOS DE INCÊNDIO E DIFERENTES USOS E COBERTURA
DO SOLO EM EVENTO EXTREMO DE EL NIÑO NO MUNICÍPIO DE ITATIAIA,
RIO DE JANEIRO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. RAFAEL COLL DELGADO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2017

**RELAÇÃO ENTRE FOCOS DE INCÊNDIO E DIFERENTES USOS E COBERTURA
DO SOLO EM EVENTO EXTREMO DE EL NIÑO NO MUNICÍPIO DE ITATIAIA,
RIO DE JANEIRO**

BEATRIZ DE CARVALHO GRIFFO SOARES

Monografia aprovada em 24 de Novembro de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Rafael Coll Delgado – UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. Daniel Costa de Carvalho - UFRRJ
Membro

Doutoranda Regiane Souza Vila Nova – UFRRJ/PPGCAF
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus
e a toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar presente em todos os momentos de minha vida me dando força e proteção todos os dias, e permitisse que eu chegasse até aqui.

À minha família agradeço por todo apoio dedicado a mim em todos os momentos. Em especial agradeço aos meus pais, Carlos e Rose, por todo amor, por sonharem junto comigo e por me ajudarem a conquistar muitos sonhos. Ao meu irmão Vinicius que, apesar das brigas, eu tenho um amor imenso; agradeço pela ajuda e preocupação; e por ter me dado a oportunidade de desfrutar do amor da minha tão amorosa sobrinha Manuella, que mesmo sem saber já me fortaleceu em muitos momentos com abraços e palavras carinhosas. À minha avó Alzira, por sempre acreditar e se orgulhar de mim permitindo assim que eu tivesse ainda mais força pra continuar.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro agradeço por proporcionar um ensino público e de qualidade e pela oportunidade de viver valiosas experiências que acrescentaram na minha vida pessoal e profissional.

Aos professores desta Instituição por compartilharem seus conhecimentos e permitirem que aqui sejam formados bons profissionais com ética e competência.

Ao professor Rafael Coll Delgado, o melhor orientador que eu poderia ter. Que sempre tão paciente e humano, respeitou as minhas dificuldades e limitações acadêmicas e pessoais. Obrigada, Rafael, por ser como um pai dentro da Universidade, por toda preocupação, respeito e conhecimentos a mim passados.

Aos membros da banca, Daniel Costa de Carvalho e Regiane Souza Vilanova, pela contribuição valiosa nesse trabalho.

Ao professor e amigo Emanuel José Gomes de Araújo, pela amizade, carinho e por todos os conselhos dados e momentos de descontração partilhados.

Aos amigos e integrantes da turma de Engenharia Florestal 2012-2 por tornarem essa caminhada mais suave e divertida. Agradeço pelos momentos vividos, pelas conversas, pela companhia, ajuda e paciência. Vocês são os melhores companheiros de turma, sem dúvida!

Aos meus veteranos e integrantes da 2010-2, em especial, Ari, Gabriel Rocha, Gerhard, Hudson, Jéssica Chaves, João Flávio, Marcelle, Mateus dos Reis e Thales, pelo carinho, ajuda, conselhos, amizade e ótima recepção.

Às amigas e companheiras de república, Ana Caroline, Beatriz Rodrigues e Carolina Machado por todos os momentos felizes vividos, todos os conselhos dados e por me ouvirem nos momentos difíceis.

Às amigas Caroline Almeida e Natália Baptista que me acolheram nesses últimos períodos, obrigada pelo carinho. À amiga Laiza, que tanto me ajudou, principalmente no período de estágio. A todos os demais amigos e companheiros de Rural que tive a oportunidade de conhecer e conviver nesses 5 anos.

Aos amigos de tantos anos que tive a oportunidade de conhecer antes de iniciar essa jornada e o prazer de tê-los ao meu lado até hoje.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a ocorrência dos focos de calor em um período de extremo *El Niño* no município de Itatiaia. O município possui grande importância na região por abrigar, em seu território, boa parte o Parque Nacional do Itatiaia, uma importante unidade de conservação do país devido sua alta biodiversidade. Foram coletados dados de focos de incêndio referentes ao período de Outubro de 2014 a Junho de 2016, intervalo que compreende a ocorrência da fase quente do fenômeno ENOS. Foi avaliada a ocorrência desses focos em 3 classes de uso e cobertura da terra, de acordo com a relação de maneiras de uso do solo estabelecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), presentes em todo o território do município de Itatiaia. Dentre as classes avaliadas estão a área antrópica agrícola, área de vegetação natural e área antrópica não agrícola. Ao avaliar a frequência dos focos de calor nos diferentes usos da terra, observou-se que o maior percentual de ocorrência do fogo está nas áreas de agricultura, com 62,75% dos focos, possivelmente agravada pelo alto índice de uso do fogo nas atividades agrícolas. As áreas de vegetação natural tiveram baixo índice de ocorrência de focos de calor, o que pode inferir uma boa conservação dessa região.

Palavras-chave: Itatiaia, focos de incêndio, El Niño.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. Focos de incêndio e uso do solo	2
2.2. El Niño e La Niña (ENOS)	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	3
3.1. Área de estudo	3
3.2 Base de dados.....	4
3.2.1 Uso e cobertura do solo	4
3.2.2 Ocorrência do fenômeno climático El Niño.....	5
3.2.3 Focos de calor e chuva	6
3.3 Processamento dos dados.....	6
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
4.1 Estatística descritiva dos focos de calor e a relação deles com a área de cada uso do solo	7
4.2 Variável meteorológica chuva	7
4.3 Focos de calor e uso do solo	8
5. CONCLUSÃO.....	13
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação do fenômeno ENOS nos últimos 8 anos.....	5
Tabela 2. Critérios para classificação da intensidade do fenômeno ENOS.....	6
Tabela 3. Estatística descritiva dos dados de focos de calor (2014-2016).	7
Tabela 4. Frequência dos focos de incêndio por uso do solo.	8

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica da área de estudo.....	4
Figura 2. Chuva total ocorrida durante o período de El Niño estudado no município do Itatiaia, Rio de Janeiro.....	8
Figura 3. Mapa da distribuição dos focos de calor no ano de 2014.	9
Figura 4. Mapa da distribuição dos focos de calor no ano de 2015.	9
Figura 5. Mapa da distribuição dos focos de calor no ano de 2016.	10
Figura 6. Matriz de correlações entre as variáveis chuva, temperatura da superfície do mar e focos de incêndio para o período do <i>El Niño</i> (2014-2016) para o uso e cobertura do solo A..	11
Figura 7. Matriz de correlações entre as variáveis chuva, temperatura da superfície do mar e focos de incêndio para o período do El Niño (2014-2016) para o uso e cobertura do solo B..	11
Figura 8. Matriz de correlações entre as variáveis chuva, temperatura da superfície do mar e focos de incêndio para o período do El Niño (2014-2016) para o uso e cobertura do solo C..	12

1. INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações atuais na área ambiental tem sido a ocorrência de incêndios nas florestas de todo o planeta (WHITE et al., 2017). Esses incêndios são, geralmente, ocasionados pela má utilização do fogo em ações da agricultura e pecuária e causam grande ameaça à diversidade biológica, além da modificação das características físicas e químicas do solo (WHITE et al., 2017).

Os incêndios florestais além de causarem perdas de área vegetal, geram influência negativa nos meios social e econômico da população (CAÚLA et al., 2015). E as emissões de gases de efeito estufa (GEE) colaboram para o aumento da temperatura, além de aumentar os casos de doenças respiratórias (CAÚLA et al., 2015).

Dentre os biomas brasileiros mais ameaçados e que também queima consideravelmente ao longo dos anos por causas antrópicas e naturais, destaca-se a Mata Atlântica, que apesar de ser considerado um *hotspot* mundial devido a sua alta biodiversidade e grande processo de degradação, estima-se que haja apenas 8,5% de sua área original (SOS Mata Atlântica, 2017).

A relação do fogo com esse bioma remonta aos séculos XVIII e XIX, quando as queimadas eram utilizadas para conversão das áreas florestadas em áreas de cultivo de cana-de-açúcar e café ou para limpeza de pastagens (WWF, 2017). Uma das áreas mais afetadas foi a região sul do estado do Rio de Janeiro, onde encontra-se o Parque Nacional do Itatiaia (PNI) (AXIMOFF e RODRIGUES, 2011), primeira Unidade de Conservação (UC) criada no Brasil nesta categoria (NUNES et al., 2015).

O PNI possui grande importância na região, sendo alguns dos objetivos da criação dessa UC a proteção dos ecossistemas, viabilizando a elaboração de pesquisas científicas e práticas educacionais por meio da interação com a natureza (BRASIL, 2000). Entretanto, o PNI tem passado por diversos problemas, dentre eles destacam-se os relativos às queimadas (AXIMOFF e RODRIGUES, 2011) ocasionadas, também, pela alteração das condições climáticas, em que a temperatura, umidade e velocidade dos ventos têm grande influência na magnitude dos incêndios (SORIANO et al., 2015).

O aumento da temperatura e a ocorrência de graves secas em diversas localidades do planeta colaboram para o aumento considerável no número de focos de calor (SWETNAM e ANDERSON, 2008). Essas mudanças climáticas estão relacionadas à fase quente (*El Niño*) do fenômeno de escala mundial *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) (ALENCAR et al., 2006).

O ENOS provoca variações na região atmosférica próxima ao Oceano Pacífico Equatorial, com a redução dos ventos alísios (que convergem de leste para oeste), ocasionando alterações no clima de todo o mundo (OLIVEIRA, 2001). Devido essas alterações dos ventos e com o aquecimento das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial causadas pelo *El Niño*, é possível perceber modificações no regime de chuvas e na temperatura de alguns locais no planeta (OLIVEIRA, 2001).

Caúla et al. (2015) mostram que a distribuição dos focos de incêndio que ocorrem no Brasil está fortemente ligada às alterações das mudanças climáticas, e que as maiores concentrações desses focos estão nas regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste do país, no período que corresponde ao fim do inverno e começo da primavera. Oliveira-Júnior et al. (2017)

também apontam a existência de relação entre os focos de incêndio e as alterações do clima provenientes do fenômeno ENOS, em estudos realizados no PNI.

A ocorrência do fenômeno ENOS pode ser percebida com alguns meses de antecedência, o que permite a utilização desses dados para previsão de futuros casos de incêndio em diversas regiões do mundo (DOWDY et al., 2016).

Diante do exposto, torna-se importante a elaboração de práticas que ajudem na prevenção e combate aos incêndios ocorridos na região de Itatiaia, buscando mitigar os problemas ocasionados nos contextos ambiental, social e econômico. Para isso, é necessário obter informações que possam auxiliar na compreensão das causas e principais localizações desses incêndios. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a ocorrência dos focos de calor em um período de extremo *El Niño* no município de Itatiaia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Focos de incêndio e uso do solo

Na Mata Atlântica o fogo é um artifício antigo utilizado a mais de 10 mil anos pelos caçadores na retirada da vegetação lenhosa para facilitar a caça e realizar o preparo de alimentos (AXIMOFF e RODRIGUES, 2011). Nos séculos XVIII e XIX a intensa e frequente utilização do fogo para supressão da floresta e posterior uso das áreas para criação de gado e plantação de café ocasionou grandes danos devido às extensas áreas atingidas (COSTA e DEAN, 2002).

Os remanescentes florestais do bioma Mata Atlântica vêm sofrendo grande pressão proveniente das atividades antrópicas (CÂMARA, 1996). Com isso, de acordo com estudo realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) o bioma possui, atualmente, cerca de 8,5% de sua cobertura florestal original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2013),

O histórico dos incêndios na Mata Atlântica é de grande importância para analisarmos a situação atual do bioma (AXIMOFF e RODRIGUES, 2011). No Parque Nacional do Itatiaia (PNI), localizado na região do Vale do Rio Paraíba do Sul, sul do estado fluminense, o uso do fogo vem acontecendo desde o século XVIII (AXIMOFF e RODRIGUES, 2011). Brade (1956) relata em seus estudos que a vegetação inicial de Itatiaia sofreu forte influência humana, principalmente no período de 1908 a 1918, quando existia uma colônia agrícola e eram recorrentes os incêndios acidentais ou intencionais em pastagens, campos nativos e florestas. Essas queimadas já proporcionaram grandes prejuízos à fauna e flora do interior e entorno do PNI, eliminando muitas espécies vegetais e animais e, resultando na alteração dos ecossistemas e de sua biodiversidade (NUNES et al., 2015).

O uso e ocupação do solo dos municípios nos arredores do PNI, atualmente, são feitos de forma indiscriminada (AXIMOFF e RODRIGUES, 2011), o que resulta na utilização de grandes extensões de terra para pasto e na mudança de áreas dentro e no entorno do parque (RICHTER, 2004). Tais áreas são consideradas eventuais causas de incêndios (AXIMOFF e RODRIGUES, 2011), colocando não só a biodiversidade da região em perigo como também a vida dos moradores.

2.2. El Niño e La Niña (ENOS)

O fenômeno *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) possui duas fases: a fase quente, conhecida como *El Niño*, e a fase fria, *La Niña*. O *El Niño* é um evento de elevação atípica da temperatura do Oceano Pacífico Equatorial que, conciliado com a diminuição dos ventos alísios em um mesmo local, causa alteração na circulação atmosférica (FREIRE et al., 2011). Já a *La Niña*, que se configura como um evento contrário ao *El Niño*, representa o resfriamento das águas do Oceano Pacífico Equatorial, o que justifica o fato de ser conhecida como fase fria (OLIVEIRA, 2001).

Os fenômenos *El Niño* e *La Niña* ocorrem em escala global e podem provocar alterações no regime de chuvas (NASCIMENTO e ARAÚJO, 2013) e na temperatura de determinadas regiões (JACÓBSEN et al., 2004).

No Rio Grande do Sul, como mostraram Grimm e Sant'Anna (2000), a precipitação diminui significativamente nas estações primavera e verão em anos de *La Niña*. Ocorre também uma modificação na distribuição das chuvas, sendo menor o número de dias de sua ocorrência em períodos de *La Niña* (FONTANA e ALMEIDA, 2002).

A respeito da temperatura na região Sul do Brasil, Lopes e Berlato (2001) constataram que seus valores mínimos sofrem uma diminuição, principalmente nos meses de Outubro e Novembro, em casos de *La Niña*, o que gera um forte efeito sobre a temperatura média do estado do Rio Grande do Sul nesse período.

De acordo com as observações de Chu (1991), em anos de *El Niño*, os índices de chuva na região Sul do país costumam aumentar nos meses de Abril a Dezembro e de Março a Julho do ano subsequente, sendo os meses de Maio e Junho os que apresentam valores mais altos. Por outro lado, em algumas regiões do globo, o fenômeno ENOS favorece períodos mais consideráveis de seca prolongada aumentando a vulnerabilidade das florestas a queimadas (DEPPE et al., 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área de estudo abrange todo o município de Itatiaia, que encontra-se na região Sul do estado do Rio de Janeiro, entre a Latitude 22°29'29" Sul e Longitude 44°33'33" Oeste (Figura 1). O município possui área de, aproximadamente, 245,143 km² e população de 28.783 habitantes (IBGE, 2016 e 2010).

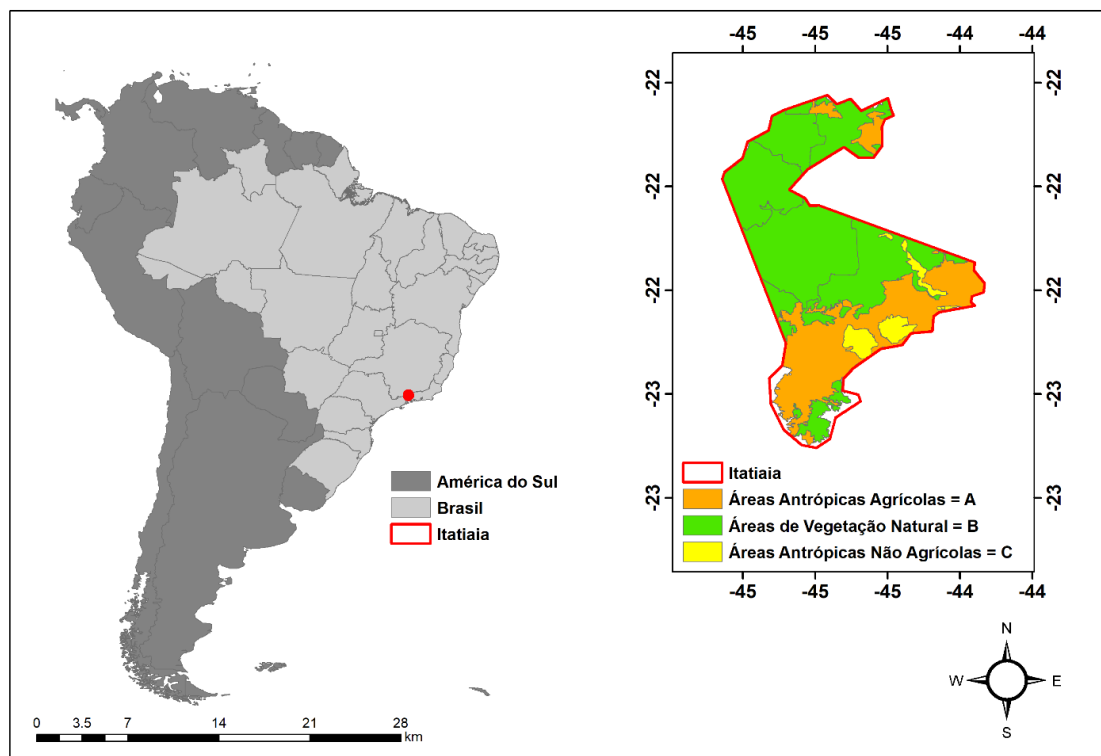


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo.

O município de Itatiaia tem cerca de 35% do seu território inserido no Parque Nacional do Itatiaia (PNI), sendo o município de maior abrangência dessa Unidade de Conservação que possui uma área de 28.156 hectares. O parque abrange ainda os municípios de Resende, no estado do Rio de Janeiro e Bocaina de Minas e Itamonte, no estado de Minas Gerais.

A classificação de Köppen caracteriza o clima da região como Cwa, subtropical de inverno seco e verão quente. A temperatura média anual é de 21,6°C e a pluviosidade média é de 1501 mm por ano (CLIMATE-DATA, 2017). Devido o amplo gradiente altitudinal da região, que varia de 600 a 2792 m, é possível encontrar diversas fitofisionomias como floresta montana, floresta alto montana e campos de altitude (SEGADAS-VIANA e DAU, 1965).

De acordo com levantamento de solo realizado em estudo de Carvalho et al. (2005), encontram-se na região três classes de solo, são elas: Latossolos Amarelos Distróficos típicos, localizados na baixa encosta; Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos, situados na meia encosta; e os Latossolos Vermelhos Distróficos típicos, situados na alta encosta; tendo suas drenagens classificadas, de acordo com a posição topográfica, como: de moderada a boa, de boa a muito boa e muito boa, respectivamente.

3.2 Base de dados

3.2.1 Uso e cobertura do solo

Neste estudo, foram utilizadas 3 classes de uso e cobertura da terra, de acordo com a relação de maneiras de uso do solo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE),

presentes em todo o território do município de Itatiaia. São essas classes: área antrópica agrícola, área de vegetação natural e área antrópica não agrícola.

Existe ainda uma quarta classe que representa os corpos hídricos da região. Porém, esta classe foi desconsiderada visto que não traria informações relevantes para o presente estudo.

3.2.2 Ocorrência do fenômeno climático El Niño

A coleta de dados referente à ocorrência do fenômeno *El Niño* foi realizada através da plataforma digital da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) disponível no *link* www.noaa.gov/. Os dados de ocorrência do ENOS estão disponíveis a partir do ano de 1950 até o ano atual. Foram utilizados apenas os dados do último evento de *El Niño*, que iniciou em Outubro de 2014 e permaneceu até Junho de 2016 (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação do fenômeno ENOS nos últimos 8 anos.

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2010	1.5	1.3	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1.0	-1.4	-1.6	-1.7	-1.7	-1.6
2011	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5	-0.7	-0.9	-1.1	-1.1	-1.0
2012	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.2
2013	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.4	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.2	0.4	0.6	0.7
2015	0.6	0.6	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.5	2.6
2016	2.5	2.2	1.7	1.0	0.5	0.0	-0.3	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6
2017	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.4	0.4	0.1	-0.2	-0.4			

Legenda: Os anos são organizados em trimestres e os eventos são classificados pelas cores vermelha (*El Niño*), azul (*La Niña*) e preta (Neutralidade Climática). Fonte: (NOAA; cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml) 2017.

O período de ocorrência do fenômeno ENOS pode ser verificado a partir dos dados da NOAA (2017) que classifica as fases desse fenômeno a partir dos valores de índices como o Índice Oceânico do *Niño* (ION) e o Índice de Oscilação Sul (IOS). O ION é, basicamente, o valor da média da coleta de temperatura da superfície do mar (TSM) em quatro regiões do Oceano Pacífico (*Niño* 1+2, *Niño* 3, *Niño* 3.4 e *Niño* 4). Já o IOS é calculado a partir da diferença de pressão de duas regiões: Taiti e Darwin. Esses índices indicam as anomalias positivas (*El Niño*) ou negativas (*La Niña*) da TSM (CPTEC/INPE, 2017).

Através da Tabela 1 disponibilizada pela NOAA com as informações sobre o período de atuação de cada evento do fenômeno ENOS, foi possível verificar o intervalo de ocorrência do último evento de *El Niño*. Encontram-se destacados nesta tabela os dados de referência para realização deste estudo.

Para definição da intensidade dos eventos foi utilizado o critério indicado pelo *Golden Gate Weather Services* que classifica os eventos considerando as classes fraca, moderada, forte e muito forte, indicadas na Tabela 2, a partir dos valores médios do ION.

Tabela 2. Critérios para classificação da intensidade do fenômeno ENOS.

EVENTO	VALOR DO ION	INTENSIDADE
<i>El Niño</i>	0.5 a 0.9	Fraca
	1.0 a 1.4	Moderada
	1.5 a 1.9	Forte
	≥ 2.0	Muito forte
<i>La Niña</i>	-0.5 a -0.9	Fraca
	-1.0 a -1.4	Moderada
	-1.5 a -1.9	Forte
	≤ -2.0	Muito forte

Fonte: Golden Gate Weather Services, 2017.

Foi utilizado no presente estudo todo o intervalo de ocorrência do último evento de *El Niño* (Out/2014 a Jun/2016), sendo considerado como extremo, de acordo com a Tabela 1 acima, o período de Agosto de 2015 a Março de 2016.

3.2.3 Focos de calor e chuva

Através do Banco de dados de Queimadas (BDQueimadas), disponível na plataforma digital do INPE, através do *link* <https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas>, foram obtidos os arquivos, em *shapefile*, do monitoramento dos focos de calor. Os dados são referentes ao período de Outubro de 2014 a Junho de 2016, intervalo que compreende a ocorrência do *El Niño*. No *software* ArcGIS 10.5 foi possível acessar esses arquivos e contabilizar os focos de incêndio em cada trimestre. Em seguida, esses dados foram compilados para o Excel para posterior análise estatística.

Foram obtidos também dados mensais de chuva, através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Esses dados foram adquiridos da estação meteorológica convencional de Resende, município vizinho a Itatiaia, onde encontra-se a estação mais próxima.

3.3 Processamento dos dados

No *software* Excel foi realizada a estatística descritiva dos focos de calor em cada uso do solo em que se estimaram a média, valores mínimo e máximo, desvio padrão, variância e coeficiente de variação. A análise estatística foi feita individualmente para cada uso do solo. A área antrópica agrícola foi nominada com a letra A; a área de vegetação natural, representada pela letra B e a área antrópica não agrícola pela letra C. No *software* R foram feitas as matrizes de correlação entre as variáveis foco de calor, chuva e temperatura da superfície do mar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estatística descritiva dos focos de calor e a relação deles com a área de cada uso do solo

Através dos dados apresentados na Tabela 3 é possível observar que em alguns trimestres o uso A atinge um total de 10 focos de calor, sendo a área mais afetada pelo fogo. Os valores do coeficiente de variação indicam que a dispersão foi muito alta, o que mostra a heterogeneidade dos dados. Alguns meses apresentaram números altos de focos de calor enquanto em outros meses não foi observado nenhum foco, o que pode explicar essa heterogeneidade.

Tabela 3. Estatística descritiva dos dados de focos de calor (2014-2016).

USO	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Variância	Coeficiente de variação
A	1,68	0	10	3,73	13,16	221,32
B	0,16	0	1	0,37	0,13	237,27
C	0,84	0	3	1,01	0,98	120,47

4.2 Variável meteorológica chuva

O valor máximo de chuva foi observado no mês de Janeiro de 2016 (471,9 mm), seguido do mês de Março desse mesmo ano, com um valor de 313,9 mm (Figura 2). Os meses de Maio de 2016 e Julho de 2015 apresentaram valores de precipitação total de 12,6 mm e 15,9 mm, respectivamente; sendo esses os menores valores encontrados durante todo o período de estudo.

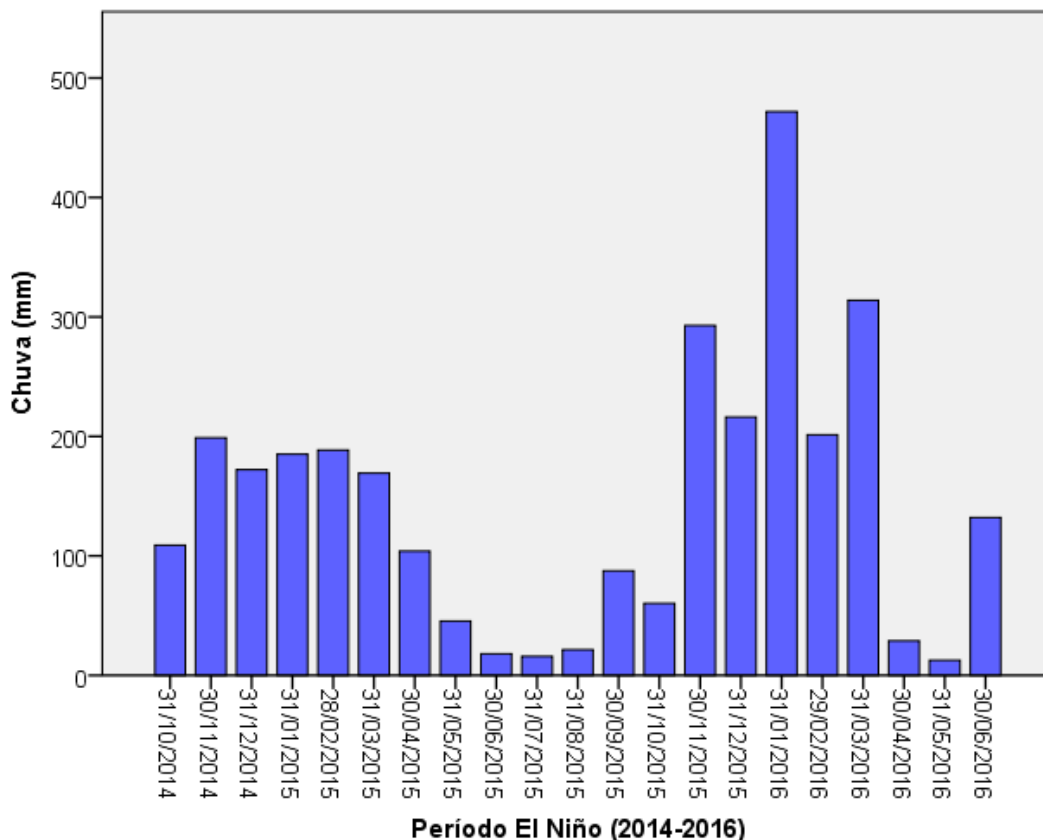


Figura 2. Chuva total ocorrida durante o período de El Niño estudado no município do Itatiaia, Rio de Janeiro.

4.3 Focos de calor e uso do solo

O número total de focos de incêndio encontrados no município de Itatiaia no período de estudo foi 51 (Tabela 4). A área antrópica agrícola (A) apresentou o maior número de focos de incêndio, representando 62,75% do total de focos, seguida pela área antrópica não agrícola (C) com 31,37% e, posteriormente pela área de vegetação natural (B) com 5,88% do total.

Tabela 4. Frequência dos focos de incêndio por uso do solo.

USO	Focos	Freq. (%)	Área (km ²)
A	32	62,75	67,05
B	3	5,88	138,65
C	16	31,37	6,55
Total	51		

No ano de 2014, em que o *El Niño* iniciava-se nos últimos trimestres e foi classificado como fraco, os focos de calor concentraram-se apenas nas áreas A e C, não havendo presença de focos na área de vegetação natural (B) nesse ano (Figura 2). Em 2015, quando o *El Niño* passou da classificação de fraco a muito forte, focos de incêndio na região B já puderam ser observados (Figura 3) e ocorreram nos meses de Julho, Agosto e Setembro, período referente

à estação seca. Já no ano de 2016, em que o evento saía da classificação de *El Niño* muito forte e tornava a ser fraco, foram encontrados apenas focos de calor no uso e cobertura do solo C.

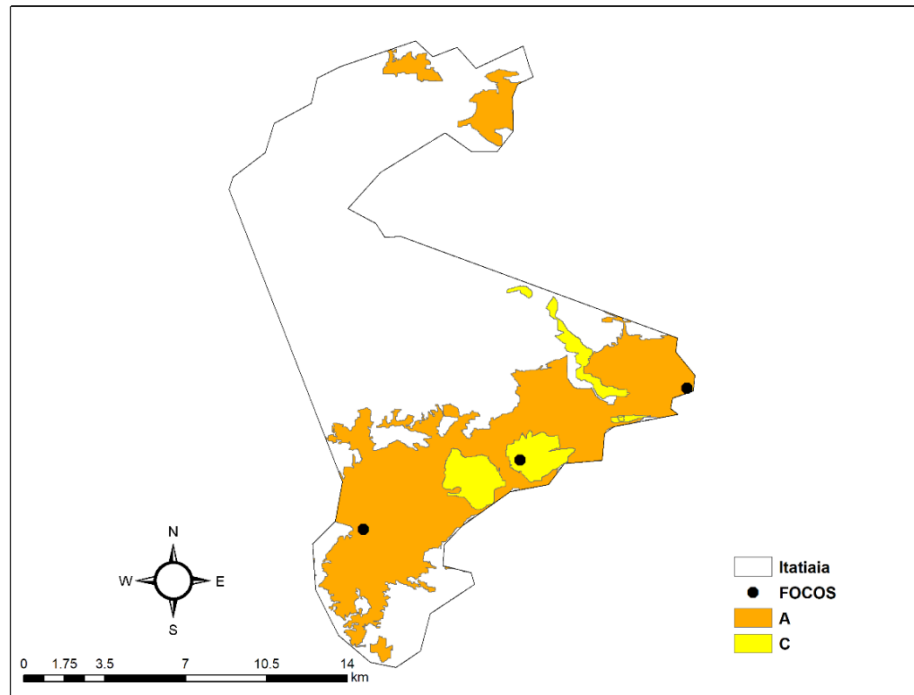


Figura 3. Mapa da distribuição dos focos de calor no ano de 2014.

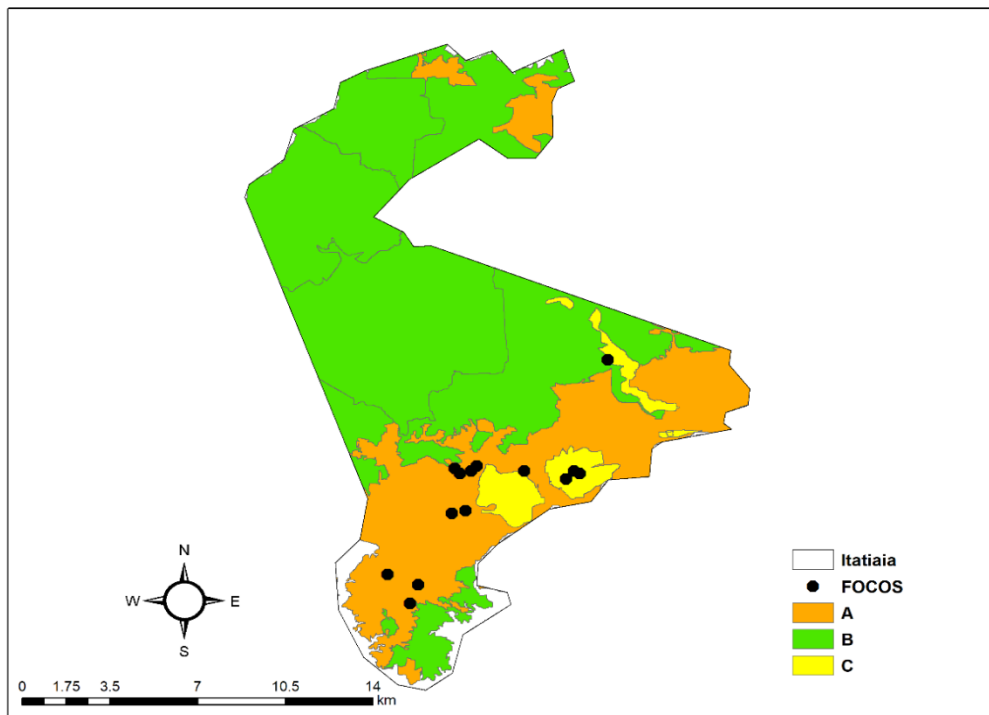


Figura 4. Mapa da distribuição dos focos de calor no ano de 2015.

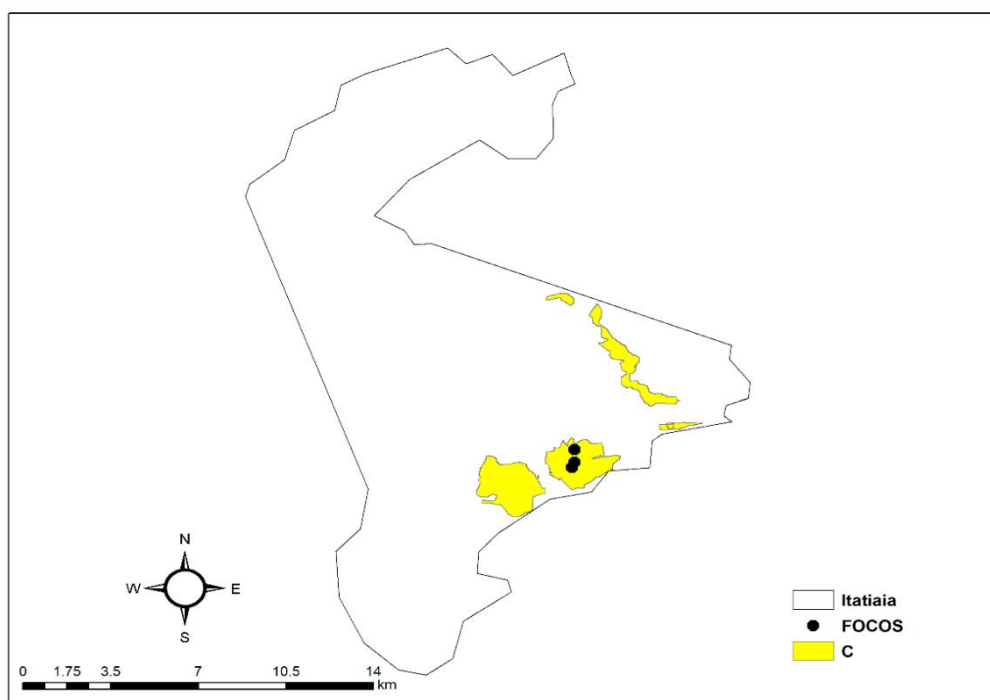


Figura 5. Mapa da distribuição dos focos de calor no ano de 2016.

O modelo de regressão apresentou correlação entre as variáveis, ainda que moderada às vezes, entre os dados analisados para os diferentes usos do solo. No uso e cobertura do solo A, as correlações entre a chuva e os focos de incêndio e chuva com a TSM ficaram muito próximas, com coeficiente de correlação (r) de 0,51 e 0,50, respectivamente (Figura 6). Para o uso B, as mesmas correlações mantiveram os valores dos coeficientes de correlação citados anteriormente, havendo uma alteração apenas na relação de foco de calor com a TSM, com r de 0,13 (Figura 7). O uso C foi o que apresentou maior correlação entre a chuva e os focos de incêndio, com um coeficiente de correlação de 0,72; manteve a relação entre chuva e TSM ($r = 0,50$) e elevou um pouco a correlação entre os focos e a TSM, quando comparado aos dois outros usos (Figura 8).

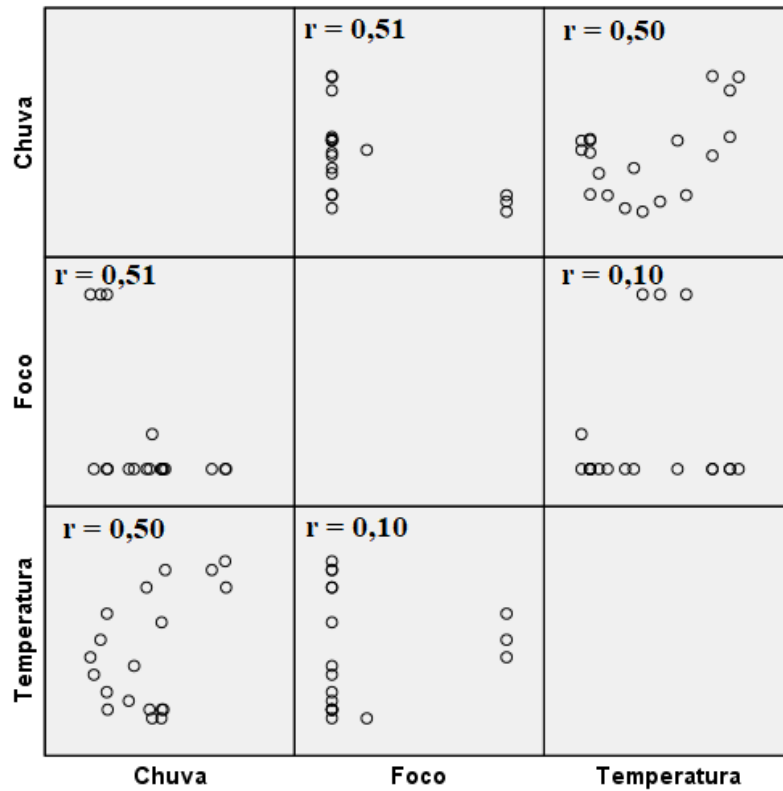


Figura 6. Matriz de correlações entre as variáveis chuva, temperatura da superfície do mar e focos de incêndio para o período do *El Niño* (2014-2016) para o uso e cobertura do solo A.

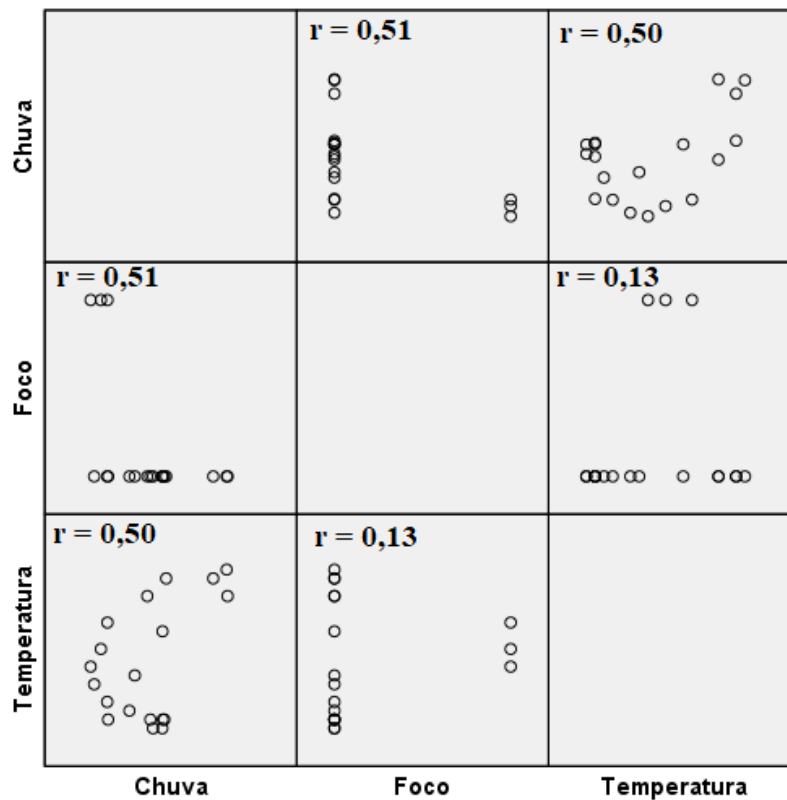


Figura 7. Matriz de correlações entre as variáveis chuva, temperatura da superfície do mar e focos de incêndio para o período do *El Niño* (2014-2016) para o uso e cobertura do solo B.

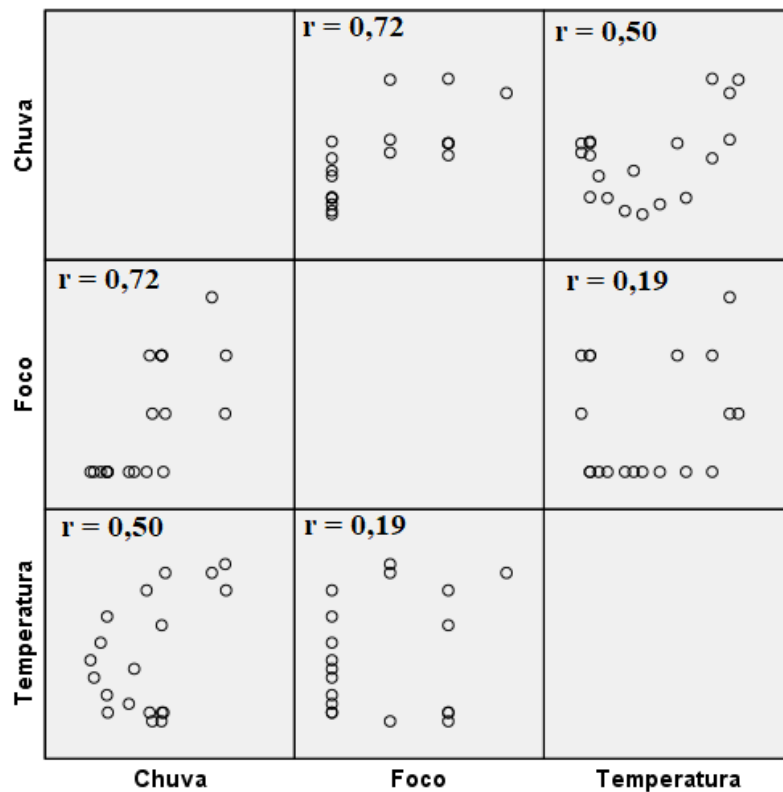


Figura 8. Matriz de correlações entre as variáveis chuva, temperatura da superfície do mar e focos de incêndio para o período do El Niño (2014-2016) para o uso e cobertura do solo C.

As condições do clima têm grande relação com o surgimento de focos de incêndio (Oliveira-Júnior et al., 2017). Essas condições climáticas são comumente alteradas pelo fenômeno ENOS, que pode provocar mudanças na temperatura e no regime de chuvas em escala global. O ano de estudo foi marcado pela ocorrência de um extremo e longo evento de *El Niño*. A diminuição dos níveis de chuvas, além de reduzir o teor de umidade do material combustível, acelera a perda de folhas em consequência do estresse hídrico (NEPSTAD et al., 1999) tornando as áreas ainda mais propensas aos incêndios (NEPSTAD et al., 2007).

Caúla et al. (2015), apontam em estudo sobre a utilização de satélites meteorológicos para análise dos focos de incêndio, que existe uma certa oscilação que pode ser explicada pelas ações do homem ou pelos próprios sistemas meteorológicos. De acordo com Bird et al. (2015), o fenômeno ENOS e a temperatura também aumentam a incidência de focos de incêndio causados por relâmpagos na Austrália, por exemplo.

Wooster et al. (2012) também mostraram em seus estudos que a queima mais intensa da vegetação de Bornéu é em consequência de eventos do *El Niño*. Van der Werf et al. (2010) ressaltam ainda que no sudeste asiático os acontecimentos de fogo são sete vezes maiores em anos de ocorrência desse evento climático.

De acordo com os resultados, a maior concentração de focos de incêndio foi nas áreas antrópicas agrícolas, o que pode ser explicado pelo uso do fogo, muitas vezes descontrolado, nas atividades agrícolas como apontam Costa e Dean (2002) em seus estudos. A proximidade

com a Rodovia Presidente Dutra também pode significar um aumento no risco de queimadas nessa região.

5. CONCLUSÃO

Com os resultados deste trabalho, pode-se concluir que a área antrópica agrícola foi a classe de uso do solo mais afetada pelos focos de calor na ocorrência do *El Niño* no período de estudo (2014-2016), embora a correlação dessa variável com a TSM tenha sido baixa. Entretanto, a área de vegetação natural que é a classe de uso do solo de maior ocupação do município de Itatiaia sofreu com o menor número de focos. Tal resultado pode ser usado como um apontamento da má utilização do fogo nas regiões de pastagens do município. Pode-se concluir também que as UC estão cumprindo seu papel de preservação das florestas, e que as brigadas de incêndio do PNI estão realizando um trabalho efetivo. E essas UC, mesmo com extensas áreas estão sendo conservadas de maneira devida.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; DIAZ, M. C. V. **Forest understory fire in the Brazilian Amazon in ENSO and Non-ENSO years: area burned and committed carbon emissions.** *Earth Interact*, n. 10, p. 1–17. 2006.

AXIMOFF, I.; RODRIGUES, R. C. **Histórico dos incêndios florestais no Parque Nacional do Itatiaia.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 83-92. 2011.

BANCO DE DADOS METEOROLÓGICOS PARA ENSINO E PESQUISA (BDMEP), 2017. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>. Acesso em: 30/09/2017.

BIRD, R. B.; BIRD, D. W.; CODDING, B. F. **People, El Niño southern oscillation and fire in Australia: fire regimes and climate controls in hummock grasslands.** *Phil. Trans. R. Soc. B* 371: 20150343. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2015.0343>>.

BRADE, A.C. **A flora do Parque Nacional do Itatiaia.** *Boletim do Parque Nacional do Itatiaia*, n. 5, p. 1-114. 1956.

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.

CÂMARA, I. G. **Plano de ação para a Mata Atlântica: roteiro para a conservação da sua biodiversidade.** Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. São Paulo, v. 4, p. 70. 1996.

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L.; VILELA, E. A.; MARQUES, J. J. G. S. E M.; CARVALHO, W. A. C. **Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil.** *Acta bot. Bras.*, v. 19(1), p. 91-109. 2005.

CAÚLA, R. H.; OLIVEIRA-JÚNIOR, LYRA, J. F.; G. B.; DELGADO, R. C.; HEILBRON FILHO, P. F. L. **Overview of fire foci causes and locations in Brazil based on meteorological satellite data from 1998 to 2011.** Environ Earth Sci, n. 74, p.1497–1508, 2015.

CHU, P. S. Brazil's climate and ENSO. In: GLANTZ, M., KATZ, R.W., NICHOLLS, N. (Eds.) **Teleconnections linking worldwide climate anomalies.** Cambridge: Cambridge University Press, p.43-71, 1991.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima: Itatiaia.** América do Sul – Brasil – Rio de Janeiro – Itatiaia: 2017. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/33676/>>. Acesso em: 10/09/2017.

COSTA, E. P.; DEAN, W. **A Ferro e Fogo: A história da devastação da Mata Atlântica brasileira.** São Paulo: Companhia das Letras, p. 484. 2002.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS - CPTEC/INPE. **Anomalias negativas de TSM no Pacífico Equatorial.** 2017. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 18/11/2017.

DEPPE, F.; PAULA, E. V.; PRATES, J. E. **Monitoramento de incêndios e do estado da vegetação através da utilização de imagens NOAA/AVHRR.** INPE. Belo Horizonte, Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, vol. 11, p. 453-460. 2003.

DOWDY, A. J.; FIELD, R. D.; SPESSA, A. C. **Seasonal forecasting of fire weather based on a new global fire weather database.** International Association of Wildland Fire, Missoula, Montana, USA. Online. 2016.

FONTANA, D. C.; ALMEIDA, T. S. **Climatologia do número de dias com precipitação pluvial no Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.10, n.1, p.135-141. 2002.

FREIRE, J. L. M.; LIMA, J. R. A.; CAVALCANTI, E. P. Análise de Aspectos Meteorológicos sobre o Nordeste do Brasil em Anos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 429-444, 2011.

GRIMM, A. M.; SANT'ANNA, C. L. da S. **Influência de Fases Extremas da Oscilação Sul Sobre a Intensidade e Frequência das Chuvas no Sul do Brasil.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro, Anais...Rio de Janeiro: SBMet, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades@.** Rio de Janeiro - Itatiaia: IBGE, 2017. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=330225>>. Acesso em: 09/09/2017.

JACÓBSEN, L. O.; FONTANA, D. C.; SHIMABUKURO, Y. E. **Efeitos associados a El niño e La niña na vegetação do estado do Rio Grande do Sul, observados através do NDVI/NOAA.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.19, n.2, 129-140, 2004.

LOPES, F.; BERLATO, M. A. **Impactos da La Niña nas Temperaturas Médias Mínimas no Estado do Rio Grande do Sul.** In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13.; 2001, Porto Alegre, Anais... Porto Alegre: UFRGS, 2001.

NASCIMENTO, F. C. A.; ARAÚJO, F. R. C. D. **Relação entre o IAF e eventos de El Niño e La Niña na microrregião de Mossoró- RN**, Revista Verde (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n. 2, p. 18-23, abr/jun de 2013.

NATIONAL OCEANIC ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **ENSO: Cold & Warm Episodes by Season**. Disponível em: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml>. Acesso em: 9/10/2017.

NEPSTAD, D. C., TOHVER, I. M., Ray, D., MOUTINHO, P., & CARDINOT, G. **Mortality of large trees and lianas following experimental drought in an Amazon forest**. Ecology, v. 88, n. 9, p. 2259-2269, 2007.

NEPSTAD, D. C., VERSSIMO, A., ALENCAR, A., NOBRE, C., LIMA, E., LEFEBVRE, P., ... & COCHRANE, M. **Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire**. Nature, v. 398, n. 6727, p. 505-508, 1999.

NUNES, M. T. O.; SOUSA, G. M.; TOMZHINSKI, G. W.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; FERNANDES, M. C. **Variáveis Condicionantes na Susceptibilidade de Incêndios Florestais no Parque Nacional do Itatiaia**. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 38, n. 1, p. 54-62. 2015.

OLIVEIRA, G. S. El Niño. Livro - **O El Niño e Você – o fenômeno climático**. Editora Transtec, São José dos Campos (SP), 2001. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/saiba/Oque_el-nino.shtml>. Acesso em: 06/11/2017.

OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; SOUSA, G.; NUNES, M.; FERNANDES, M.; TOMZHINSKI, G. **Relação Entre o Standardized Precipitation Index (SPI) e os Relatórios de Ocorrência de Incêndios (ROI) no Parque Nacional do Itatiaia**. Floresta e Ambiente, n. 24, online. 2017.

RICHTER, M. **Geotecnologias no Suporte ao Planejamento e Gestão de Unidades de Conservação Estudo de caso: Parque Nacional do Itatiaia**. 2004. 162 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SEGADAS-VIANA, F.; DAU, L. **Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brazil. – Climates and Altitudinal Climatic Zonation**. Arquivos do Museu Nacional, v. 53, p. 31–53. 1965.

SORIANO, B. M. A.; SANTOS, O. D.; SANTOS, S. A. **Eficiência de índices de risco de incêndios para o pantanal sul-mato-grossense**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 809-816, 2015.

SOS Mata Atlântica (SOSMA). Nossa causa. **Florestas: A Mata Atlântica**. SOSMA, 2017. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>. Acesso em: 15/11/2017.

SOS Mata Atlântica (SOSMA); INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Notícias. **Divulgados novos dados sobre a situação da Mata Atlântica**. SOSMA, 2013. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/14622/divulgados-novos-dados-sobre-a-situacao-da-mata-atlantica/>>. Acesso em: 05/11/2017.

SWETNAM, T. W., ANDERSON, R. S. **Fire climatology in the western United States: introduction to special issue.** Int J Wildland Fire, n. 17, p. 1–7. 2008.

VAN DER WERF, G.R., RANDERSON, J.T., GIGLIO, L., COLLATZ, G.J., MU, M., KASIBHATLA, P.S., MORTON, D.C., DEFRIES, R.S., JIN, Y.V., VAN LEEUWEN, T.T., 2010. **Global fire emissions and the contribution of deforestation, savanna, forest, agricultural, and peatfires (1997–2009).** Atmos. Chem. Phys. 10, 11707–11735. 2010.

WHITE, B. L. A.; OLIVEIRA, M. V. N.; RIBEIRO, G. T. **Avaliação e simulação do comportamento do fogo em diferentes fitofisionomias de uma área de Mata Atlântica do nordeste brasileiro.** FLORESTA, Curitiba, PR, v. 47, n. 3, p. 247–256. 2017.

WOOSTER, M.J., PERRY, G.L.W., ZOUMAS, A. **Fire, drought and El Niño relationships on Borneo during the pre-MODIS era (1980–2000).** Biogeosciences v. 9, 317–340. 2012

WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF). **Ameaças à Mata Atlântica.** WWF, 2017. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/bioma_mata_atl/bioma_mata_atl_ameacas/>. Acesso em: 16/11/2017.