



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO DE JANEIRO**

Programa de Pós-Graduação Lato Sensu

Especialização em Gestão Ambiental

Campus Nilópolis

Sara dos Santos Clemente

FOCOS DE CALOR NO BIOMA MATA ATLÂNTICA, RIO DE JANEIRO:

Uma visão Climática e de Gestão Ambiental

Nilópolis, RJ

2016

Sara dos Santos Clemente

FOCOS DE CALOR NO BIOMA MATA ATLÂNTICA, RIO DE JANEIRO:

Uma visão Climática e de Gestão Ambiental

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título de especialista
em Gestão Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Passos Louzada

Co-orientador: Prof. Dr. José Francisco de Oliveira Júnior

Nilópolis, RJ

2016

C626f Clemente, Sara dos Santos.

Focos de calor no bioma mata atlântica, Rio de Janeiro : uma visão climática e de gestão ambiental / Sara dos Santos Clemente ; orientador: Marco Aurélio Passos Louzada ; coorientador: José Francisco de Oliveira Júnior – Nilópolis, RJ: IFRJ, 2016.

53 f. : il. ; 30 cm.

Trabalho de conclusão de curso (pós-graduação) - Instituto Federal Rio de Janeiro - IFRJ, Programa de Pós – Graduação Latu Sensu em Gestão Ambiental, 2016.

1. Gestão ambiental – Mata Atlântica (RJ). 2. Mata Atlântica (RJ). 3. Incêndios Florestais. 4. Queimada – Rio de Janeiro (Estado). 5. El Niño (Corrente oceânica). I. Louzada, Marco Aurélio Passos, **orient.** II. Oliveira Júnior, José Francisco de, **coorient.** III. IFRJ. IV. Título.

CDU 502.13(815.3)

Sara dos Santos Clemente

FOCOS DE CALOR NO BIOMA MATA ATLÂNTICA, RIO DE JANEIRO:
Uma visão Climática e de Gestão Ambiental

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título de especialista
em Gestão Ambiental

Data da aprovação: 10 de junho de 2016

Prof. Dr. Marco Aurélio Passos Louzada (orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Prof. Dr. José Francisco de Oliveira Júnior
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Me. Anselmo de Souza Pontes
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Manoel Ricardo Simões
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Nilópolis – RJ

2016

A todas as crianças, para que entendam o real significado do amor à natureza e para que continuem a luta da preservação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todos os momentos e por mais uma etapa cumprida. Agradeço a Ele pela minha vida e por ter colocado no meu caminho as pessoas certas pra que eu chegasse aqui.

Agradeço à minha Mãe Claudete e aos meus tios por toda a ajuda dada, por todo apoio e incentivo.

Agradeço ao meu namorado Otávio por toda a ajuda financeira e psicológica, e por não ter desistido de mim.

Agradeço ao Professor José Francisco de Oliveira Júnior por ter me acolhido em seu laboratório e ter me dado a oportunidade de fazer parte do seu projeto e por todos os conselhos.

Agradeço ao meu orientador Marco Aurélio Louzada por ter aceitado me orientar, por acreditar em mim e pela ajuda dada.

Agradeço aos meus amigos da UFRRJ, Marcelle, Bruna, Camilla e Cleriston pelos momentos bons, pelas risadas, pelo apoio e pela companhia na biblioteca e nas filas intermináveis do bandeirão.

Agradeço ao Givanildo pelo ajuda dada em estatística e nas outras duvidas referentes ao projeto.

Agradeço à turma da Pós-Graduação do IFRJ da qual eu fiz parte, os Atávicos. A mais legal que eu já conheci. Obrigada pela amizade, pelos lanches, pelas risadas e pela experiência única que passei com vocês durante o curso.

Nós não herdamos o mundo de nossos antepassados,
nós o pegamos emprestado dos nossos filhos.

Provérbio Chinês.

CLEMENTE, S.S. *FOCOS DE CALOR NO BIOMA MATA ATLÂNTICA, RIO DE JANEIRO: Uma visão Climática e de Gestão Ambiental*. 53p. Trabalho de Conclusão de Curso. Programa de Pós-Graduação Lato Senso Especialização em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, RJ, 2016.

RESUMO

O uso do fogo para limpeza de grandes áreas, na agropecuária é comum no Brasil e por ser uma prática bastante utilizada, atingindo todos os biomas brasileiros, se torna motivo de grande preocupação. Os incêndios e queimadas detectados pelos satélites ambientais (focos de calor) podem ter origem natural, acidental ou criminosa. Eles causam destruição da vegetação, poluição atmosférica, piora da qualidade do ar, redução da biodiversidade e impactos sobre o clima. Os dados de focos de calor do período de junho de 1998 a dezembro de 2015 referentes ao bioma Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro, foram retirados da base de dados BDQueimadas (<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>) e sofreram tratamento estatístico descritivo e exploratório. Os resultados mostraram que os meses com maior incidência de focos de calor no estado são agosto, setembro e outubro, meses correspondentes às estações de outono e inverno que apresentam uma diminuição das chuvas na região sudeste. Os anos com os maiores registros de focos de calor foram 2010, 2011, 2014 e 2015, que de acordo com o Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE foram anos de *La Niña* e *El Niño*. Dentre as regiões de Governo do estado do Rio de Janeiro, a Centro-Sul Fluminense foi a mais representativa no registro de focos de calor, de acordo com a estatística exploratória, onde segundo o uso e ocupação do solo tem como atividades principais criação de gado, olericultura e turismo. É necessário abordar de forma clara e objetiva a questão do uso do fogo, pois é necessário conseguir proteção à vegetação conforme prevê a Lei Federal de proteção da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006), assim como as penalidades para quem cometer esse tipo de infração.

Palavras chave: Incêndios Florestais. Queimadas. *El Niño*. Satélites Ambientais

ABSTRACT

CLEMENTE, S.S. HEAT SPOTS I IN ATLANTIC FOREST BIOME, *RIO DE JANEIRO*: A Climate Vision and Environmental Management. 53p. Completion of course work. Post - Graduate Lato Sensu Specialization in Environmental Management, Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilopolis, RJ, 2016.

The use of fire for cleaning large areas, in agriculture is common in Brazil and as it is a widespread practice, reaching all Brazilian biomes, it becomes a major concern. Wildfires and burnings detected by environmental satellites (heat spots) may have natural, accidental or criminal origin. They cause the destruction of vegetation, air pollution, air quality decrease, reduction of biodiversity and impacts on climate. The information regarding the heat spots from the period June 1998 to December 2015 referring to the Atlantic Forest of the state of Rio de Janeiro, were obtained from BD Queimadas database (<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>) and were under descriptive and exploratory statistical analysis. The results showed that the months with higher heat spots incidence in the state are August, September and October, corresponding to the months of Autumn and Winter seasons, which presents the decrease in rainfall in the Southeastern Region. The years with the highest heat sources records were 2010, 2011, 2014 and 2015, according to the Institute for Space Research – INPE. They were years of *La Niña* and *El Niño*. Among the state government regions in Rio de Janeiro, Fluminense South Center was the most representative in the fires register, according to exploratory statistics, which according to the use and occupation has as main activities cattle, horticulture and, tourism. It's necessary to address clearly and objectively the issue of the use of fire, as it is necessary to achieve protection of vegetation according to the Federal Law of the Atlantic Forest Protection (Law N°. 11.428 / 2006), as well as the penalties for those who commit this type of infringement.

Keywords: Forest Fires. Burned. El Niño. Environmental satellites

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1	Mapa de Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro	15
Figura 2.2	Mapa de Altimetria (m) do Estado do Rio de Janeiro	16
Figura 2.3	Mapa de Remanescentes da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro	18
Figura 2.4	Formação do fenômeno <i>El Nino</i>	19
Figura 2.5	Influência do <i>El Niño</i> no clima regional e global nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro	20
Figura 2.6	Influência do <i>El Niño</i> no clima regional e global nos meses de junho, julho e agosto	20
Figura 2.7	Influência do <i>La Niña</i> no clima regional e global nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro	21
Figura 2.8	Influência do <i>La Niña</i> no clima regional e global meses de junho, julho e agosto	22
Figura 3.9	Desenho esquemático para construção do boxplot	24
Figura 4.10	Boxplot dos focos de calor na escala anual	28
Figura 4.11	Boxplot dos focos de calor na escala mensal	30
Figura 4.12	Mapa dos focos de calor A, B, C e D de acordo com resultado do teste de Pettitt	34
Figura 4.13a	Total de focos de calor na região Norte Fluminense	37
Figura 4.13b	Total de focos de calor na região Noroeste Fluminense	38
Figura 4.13c	Total de focos de calor na região Serrana	39
Figura 4.13d	Total de focos de calor na região Centro Sul Fluminense	40
Figura 4.13e	Total de focos de calor na região Baixadas Litorâneas	40
Figura 4.13f	Total de focos de calor na região Metropolitana	41
Figura 4.13g	Total de focos de calor na região Médio Paraíba	42
Figura 4.13h	Total de focos de calor na região Costa Verde	43
Figura 14	Diagrama de sugestões	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Anos de ocorrências históricas de <i>El Niño</i> e de <i>La Niña</i>	22
Tabela 4.2	Total e frequência (%) dos focos de calor anual no estado do Rio de Janeiro	27
Tabela 4.3	Teste de <i>Pettitt</i> aplicado a série temporal de dados de focos do bioma Mata Atlântica com os respectivos meses	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASO	Trimestre de Agosto, Setembro e Outubro
ASAS	Aticiclone Subtropical do Atlântico Sul (massa de ar que impede a formação de chuva)
AVHRR	<i>Advancend Very Hight Resolution Radiometer</i>
CEPERJ	Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
ENOS	<i>El Niño-Oscilação Sul</i>
FF	Frente Fria
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PREVFOGO	Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UC	Unidade de Conservação
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
2.2 Mata Atlântica	17
2.3 <i>EL NIÑO</i> -OSCILAÇÃO SUL (ENOS)	19
2.4 SATÉLITES AMBIENTAIS	23
3 METODOLOGIA	24
3.1 OBTENÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA DA SÉRIE TEMPORAL DOS FOCOS DE CALOR	27
4.2 ESTATÍSTICA EXPLORATÓRIA E TESTE PARAMÉTRICO APLICADO A SÉRIE TEMPORAL DE FOCOS DE CALOR	30
4.3 RELAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COM OS FOCOS DE CALOR	36
CONCLUSÃO	44
RECOMENDAÇÕES	45
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o IBAMA (2015), “foco de calor” é o registro detectado por sensores orbitais dos satélites ambientais de monitoramento de calor na superfície do solo. “Fogo” é o nome dado ao processo de combustão viva de algum material, que dá origem ao calor, luz e chama. “Queimada” é um procedimento de manejo agropastoril, utilizado para limpeza de área de cultivo ou para queima de restos de produção. Incêndio Florestal se dá pela ocorrência do fogo fora de controle em qualquer tipo de vegetação, sendo ocasionado por queimadas não autorizadas ou monitoradas. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) faz uso de satélites ambientais para detecção operacional e monitoramento de focos de calor, além do cálculo e previsão do risco de fogo da vegetação dos biomas brasileiros, por meio de satélites que operam na faixa termal-média de 4µm (INPE, 2016). O sensor AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) registra qualquer temperatura acima de 47 °C e a interpreta como foco de calor. Porém, é importante ressaltar que nem todo foco de calor é uma queimada (CAÚLA, 2014), alguns podem ser identificados como carvoarias, indústrias e diversas outras fontes de calor, etc.

Soares e Santos (2002) relatam a existência de uma grande lacuna de dados estatísticos e registros sobre os incêndios em áreas naturais. Mediante a isso, os objetivos do estudo são avaliar a ocorrência de focos de calor no estado do Rio de Janeiro sob aspectos climáticos e de gestão ambiental; verificar na escala mensal e anual os maiores valores de focos de calor ativos no Estado do Rio de Janeiro, de acordo com as Leis nº 11.428/2006 e 12.651/2012 e, a possível relação com o modo de variabilidade climática *El Niño-Oscilação Sul* (ENOS) e propor medidas de combate à incêndios e proteção à Mata Atlântica a partir dos resultados obtidos. Isso poderá servir como ferramenta para a gestão pública do estado do Rio de Janeiro, podendo ser aplicada à preservação ambiental e combate aos incêndios nas demais localidades de domínio da Mata Atlântica.

No capítulo dois de revisão bibliográfica serão abordados de forma direta os temas referentes ao estado do Rio de Janeiro, Mata Atlântica, ENOS e Satélites Ambientais. No capítulo três será apresentada a metodologia aplicada ao estudo e no capítulo quatro serão apresentados os resultados obtidos no estudo através das análises realizadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No Brasil, a preocupação com o meio ambiente como bem de uso comum e essencial à qualidade de vida, se tornou, de fato, obrigatória através do artigo 225 na Constituição Federal de 1988 (BRASIL. CONSTITUIÇÃO, 1988). Com isso, o poder público e a coletividade se tornaram responsáveis pela preservação e defesa do meio ambiente. Para tanto, o poder público tem o dever de colocar em prática os incisos pertencentes a este artigo, promovendo a educação ambiental; protegendo a fauna e a flora na forma da lei; tornando infratoras, pessoas físicas ou jurídicas, que tenham condutas ou atividades consideradas lesivas ao meio ambiente, além de controlar a produção, comercialização, técnicas e substâncias que apresentem risco à vida e ao meio ambiente e definir os espaços a serem protegidos. Relacionado a isso, o artigo 225 em seu inciso 7º, parágrafo 4º, tornou a Mata Atlântica, além de outros biomas, patrimônio nacional, assegurando a sua utilização na forma da lei, de maneira a proporcionar a preservação do meio ambiente, bem como seus recursos naturais. Servindo como base para a instauração do artigo 225, a lei nº 6.938/81 criou a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), que foi alterada pela lei nº 10.165/2000, com o objetivo de preservar, melhorar a qualidade ambiental e garantir o desenvolvimento do país. Dessa forma o meio ambiente se tornou um patrimônio público a ser protegido por todos em vista do direito coletivo ao ambiente equilibrado.

Uma prática secular adotada em nosso país é o ato de usar o fogo, sem controle, para limpeza de grandes áreas, particularmente nas atividades de agropecuária, algo que é bastante comum em todo o território nacional, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (CAÚLA *et al.*, 2015). Os incêndios e queimadas podem ter origem natural, acidental ou criminosa (JUSTINO *et al.*, 2002), além de estarem sendo, possivelmente, intensificados e influenciados pelo modo de variabilidade climática ENOS. Embora possa ser lesiva, a prática de utilizar o fogo é legalmente prevista pela PNMA, que estabelece taxas a serem pagas ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) de acordo com o tamanho da área quando o indivíduo faz uso do fogo em queimada controlada, sendo permitida mediante autorização dos órgãos responsáveis (BRASIL. LEI Nº 6.938 DE 31 DE AGOSTO DE 1981). Para tais cálculos, é necessário o tamanho da área para o qual se fará o uso do fogo através de queimada controlada (BRASIL. LEI Nº 6.938 DE 31 DE AGOSTO DE 1981). Vale ressaltar que existem dois tipos de autorização concedida pelo IBAMA, a sem vistoria, que isenta o indivíduo de pagamento e a com vistoria. A autorização com vistoria em queimadas comunitárias exige taxas que variam de R\$ 3,50 a R\$ 25,50, de

acordo com tamanho da área em hectares. Para as demais queimadas controladas, o preço até 13 hectares (ha) é de R\$ 3,50 e acima de 13 ha o valor passa a ser cobrado por hectare autorizado (BRASIL. LEI Nº 6.938 DE 31 DE AGOSTO DE 1981).

A Lei Federal nº 9.605/98, conhecida como “lei de crimes ambientais”, em seu artigo 41, prevê pena de multa e reclusão de dois a quatro anos para quem provocar incêndio em mata ou floresta. No entanto, o uso do fogo em vegetação, apesar de ser atividade proibida pelo artigo 38, capítulo IX - da proibição do uso de fogo e do controle dos incêndios da Lei Federal nº 12.651/12, a Lei de Proteção da Vegetação Nativa, é permitido se o uso for feito em locais cujas peculiaridades permitam o emprego do fogo em práticas agropastoris ou florestais, mediante a prévia aprovação do órgão ambiental. Essa mesma Lei prevê ainda outro caso passível de autorização que se dá no emprego da queima controlada em Unidades de Conservação (UC), por meio de prévia aprovação do gestor da unidade e em atividades de pesquisa científica vinculada a um projeto de pesquisa devidamente aprovado e realizada por instituição de pesquisa reconhecida, mediante a aprovação do órgão ambiental competente do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA). De acordo com a Lei Federal nº 12.651/2012, artigo 40, o governo é responsável por estabelecer uma Política Nacional de Manejo e Controle de Queimadas Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, “que promova a articulação institucional, visando na substituição do uso do fogo no meio rural, controle de queimadas, prevenção e combate a incêndios e manejo do fogo em áreas protegidas” (BRASIL, LEI Nº 12.651 DE 25 DE MAIO DE 2012).

Os incêndios florestais, em especial os não controlados, provocam perda de espécies de flora e fauna, seguidas da modificação do clima, isso gera um ambiente cada vez menos sadio para as populações locais, podendo levar a um conseqüente aumento de doenças respiratórias (CUSTÓDIO, 2006). Além disso, é um grande fator de emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), seguido pelo agravamento da inclusão de *blackcarbon* e aerossóis na atmosfera (CUSTÓDIO, 2006; CAÚLA *et al.*, 2015). Eles têm início em função das condições meteorológicas propícias (período prolongado de estiagem, temperaturas altas e baixa umidade do ar). Segundo Pereira (2004) as emissões atmosféricas das queimadas provocam grandes impactos no sistema climático em escala regional e global. Além disso, são responsáveis também por grande parte da poluição atmosférica e piora na qualidade do ar, contribuindo para o Aquecimento Global e o atraso no início das chuvas, principalmente na Região Sudeste. Ainda de acordo com Pereira (2004), o Brasil é responsável por cerca de 3%

das emissões de carbono para a atmosfera, a nível global, e dessas emissões cerca de 65% provém de atividades relacionadas ao desmatamento, queimadas e incêndios florestais.

Até os dias atuais o fogo é bastante utilizado na agropecuária para atividades como renovação de pastagens, preparo do corte de cana-de-açúcar e desmatamentos (JUSTINO *et al.*, 2002). Os grandes produtores recorrem ao fogo por ele proporcionar uma limpeza rápida e por produzir cinzas ricas em nutrientes que fertilizam o solo e aumentam sua produtividade, além de eliminar plantas invasoras das pastagens (MARTINEZ *et al.*, 2007). Andreae (1991) relata que a maior parte das queimadas ocorre nos países em desenvolvimento nos trópicos. Frente a isso, Ledo *et al.*(2006) relacionam o aumento da ocorrência dos incêndios florestais com as mudanças climáticas, a expansão humana, o aumento de populações localizadas em regiões próximas aos ambientes naturais e com as atividades desenvolvidas no uso de ocupação do solo. Justino *et al* (2002) indicam que a maior incidência de focos de calor no Brasil, ocorre no período de junho a outubro.

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Estado do Rio de Janeiro (ERJ) situa-se na região Sudeste do Brasil, entre as latitudes 20° 45' 54 e 23° 21' 57" S e as longitudes 40° 57' 59" e 44° 53' 18" W, com uma área de 43.766,6km² (CEPERJ, 2010). Faz divisa ao nordeste (NE) com o Espírito Santo, norte e noroeste (N-NW) com Minas Gerais, sudoeste (SW) com São Paulo e com o Oceano Atlântico a sul e leste (S-E). Possui extensa faixa litorânea, com aproximadamente 635 km de extensão, banhada pelo Oceano Atlântico. Atualmente, o estado está dividido geopoliticamente em 92 municípios, (IBGE 2015), inserido em oito regiões do Governo: Metropolitana, Noroeste Fluminense, Norte Fluminense, Baixadas Litorâneas, Serrana, Centro Sul Fluminense, Médio Paraíba e Costa Verde – (Figura 2.1).

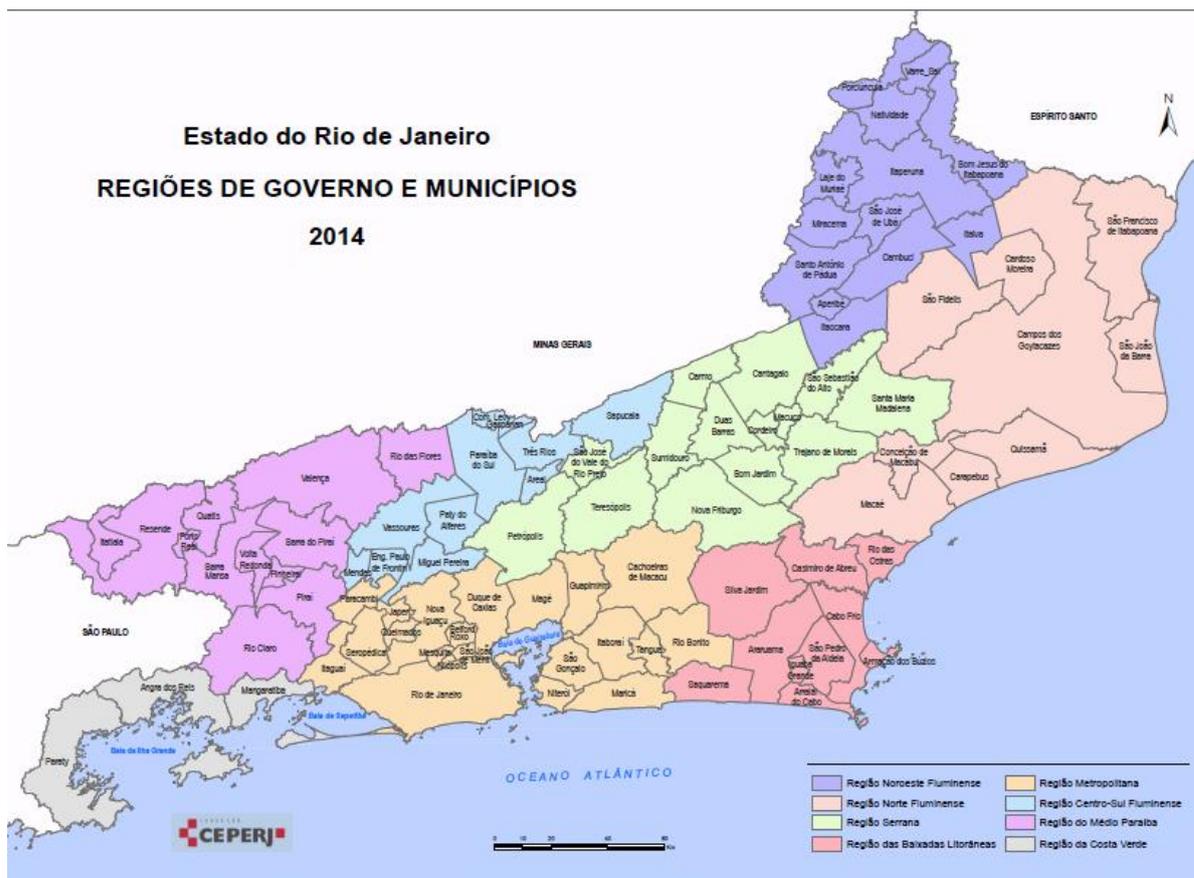


Figura 2.1: Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro. Fonte: CEPERJ (2016).

Segundo Costa (2010) o estado apresenta uma paisagem com escarpas elevadas, a beira mar e no interior; morros; colinas e vales; com formações rochosas variadas em baías com diferentes formas de encontro entre o mar e a costa; florestas tropicais naturais seguidos de grandes áreas de planalto, que se estende a oeste do Estado (Figura 2.2). Destaca-se entre os demais, o pico das Agulhas Negras com altitude 2.787m, na região da Serra da Mantiqueira, no interior do Parque Nacional de Itatiaia. A Serra da Mantiqueira é uma importante área de transição da região Sudeste voltada para o Vale do Rio Paraíba do Sul, que possui a menor altura de 250 m, atravessando os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

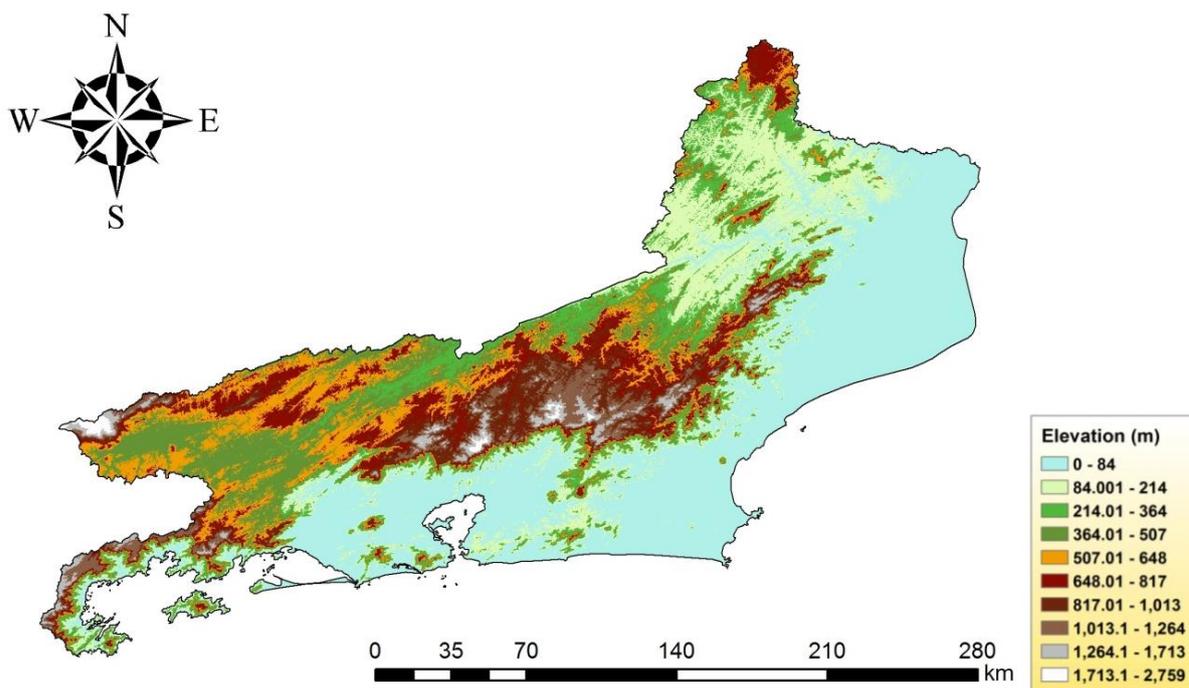


Figura 2.2: Mapa de Altimetria (m) do Estado do Rio de Janeiro (m). Fonte: SRTM (2016).

O clima do estado é variado e sofre influência do seu relevo e da proximidade com o mar (I-FLORA/UFRJ, 2016). Em áreas úmidas, semi-úmidas e até secas o clima é quente. Nas áreas úmidas, praticamente todo o ano é chuvoso; nas áreas semi-úmidas o período seco dura de quatro a seis meses e nas áreas secas, mais de sete meses. As temperaturas variam de acordo com o relevo e a proximidade do mar, por isso quanto mais alto e mais próximo ao mar, menor a temperatura. Devido a essas características, é possível perceber uma variação no clima do estado do Rio de Janeiro, destacando o tropical e o tropical de altitude. O clima tropical ocorre na Baixada Fluminense e na base da serra do mar, possuindo temperatura anual de 24°C. O clima tropical de altitude é típico de áreas mais altas, incluindo as regiões de serra e tem por característica temperaturas mais baixas (I-FLORA/UFRJ, 2016; CEPERJ, 2016). Existem ainda algumas áreas que são quentes e secas, como os municípios de Arraial do Cabo, São João da Barra, São Francisco de Itabapoana e Bom Jesus do Itabapoana.

2.2 Mata Atlântica

O Bioma Mata Atlântica é formada por grandes áreas de vegetação, que incluem fitofisionomias de Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila Mista e ecossistemas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE, 2015). Originalmente a vegetação se estendia por aproximadamente 1.300.000 km² em 17 estados brasileiros (do Piauí ao Rio Grande do Sul) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, 2015). Atualmente os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos a cerca de 22% (286.000 km²) da cobertura original, em diferentes estágios de regeneração (MMA, 2015). Somente sete por cento estão bem conservados em fragmentos acima de 100 hectares (MMA, 2015). Segundo o Instituto Estadual do Ambiente - INEA (2015), todos os fragmentos de floresta nativa da Mata Atlântica, acima de três hectares, somados resultam em 12,5% (162.500 km²) dos 1,3 milhão de quilômetros quadrados originais.

O estado do Rio de Janeiro está totalmente inserido nesse bioma e só no ano de 2014 tinha 8.199,69 km² de sua área ocupada pela Mata Atlântica (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2015). Segundo a Fundação de Biodiversidade, Química e Biologia da UFRJ, I-Flora (2016) o território fluminense já teve 98% de sua área ocupada pela Mata Atlântica, em vegetações do tipo Floresta Ombrófila Densa e Ecossistemas associados (Manguezal, Restinga e Campos de Altitude). No entanto, nos dias atuais apenas 17% da área do estado está ocupada por vegetação, que se encontra em diversos estados de conservação (I-FLORA/UFRJ, 2016) (Figura 2.3).

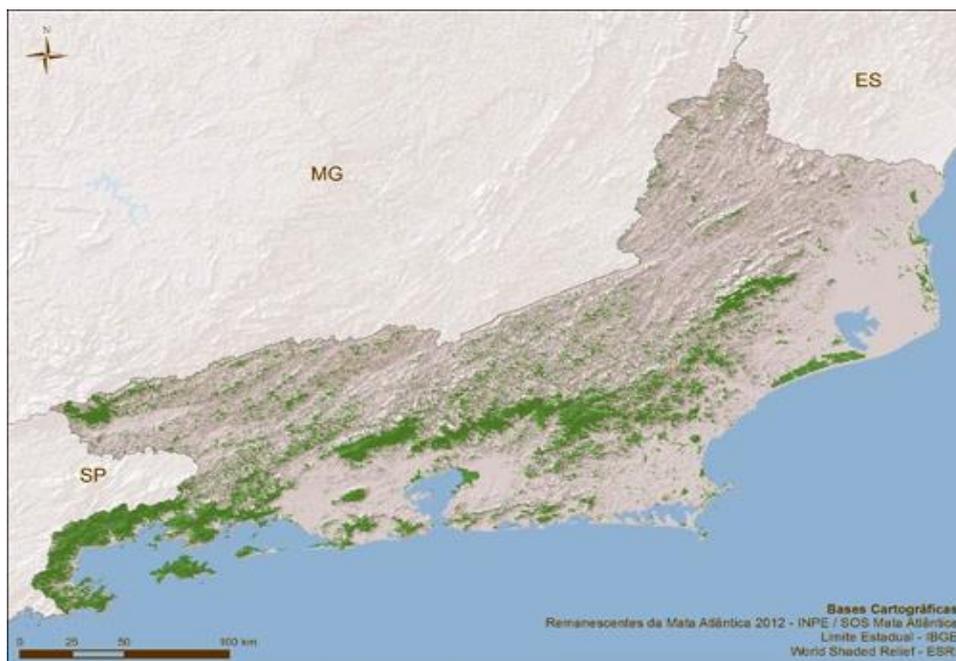


Figura 2.3: Remanescentes da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro. Fonte: INEA (2015).

O Bioma Mata Atlântica é um patrimônio nacional, conforme definição da Constituição Federal de 1988 e tem sua preservação, proteção, regeneração e utilização regulamentadas pela Lei Federal nº 11.428/2006 e pelo Decreto Federal 6.660 de 2008 (INEA, 2015). É uma das regiões mais ricas em biodiversidade do mundo, com cerca de 20 mil espécies vegetais, 849 espécies de aves, 370 de anfíbios, 200 de répteis, 270 de mamíferos e 350 espécies de peixes (MMA, 2015). Possui importância vital para cerca de 120 milhões de brasileiros que vivem em seu domínio e geram cerca de 70% do PIB (MMA, 2015). A Mata Atlântica regula o fluxo dos mananciais hídricos, garante a fertilidade do solo, controla o equilíbrio climático e protege escarpas e encostas das serras (MMA, 2015).

De acordo com Franke *et al.* (2005), a Mata Atlântica está incluída na lista dos principais “hotspots”, ou seja, ela é considerada um centro de altíssima biodiversidade, que sofreu com a redução da sua área original, colocando em risco a sobrevivência de espécies de animais e plantas. O clima da Mata Atlântica varia entre tropical, tropical de altitude e subtropical. As temperaturas variam entre 14 e 21 °C, chegando à máxima de 35 °C e à mínima de 1°C. A chuva média é de 1500 a 2000 mm por ano, de acordo com a região. (FRANKE *et al.*, 2005).

2.3 EL NIÑO-OSCILAÇÃO SUL (ENOS)

A mudança anormal na temperatura das águas superficiais e sub-superficiais do Oceano Pacífico Equatorial provocam anomalias climáticas, que representam uma alteração no sistema oceano-atmosfera, modificando o clima regional e global. Tais anomalias refletem-se no comportamento dos ventos que transportam umidade na região equatorial de leste para oeste (ventos alísios). E, portanto, em algumas regiões são observadas variações nas temperaturas e na distribuição das chuvas. Essas anomalias climáticas são conhecidas mundialmente como *El Niño* e *La Niña* (CPTEC/INPE, 2016).

O *El Niño* é a fase quente do ENOS, sendo identificado quando há o enfraquecimento dos ventos alísios e o aumento da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Oceano Pacífico Tropical. Essa anomalia climática representa uma alteração do sistema oceano-atmosfera no Oceano Pacífico Tropical, que altera padrões climáticos em todo o planeta (Figuras 2.5 e 2.6), isso acarreta um aquecimento anormal (Figura 2.4) das águas superficiais e sub-superficiais do Oceano Pacífico Equatorial.

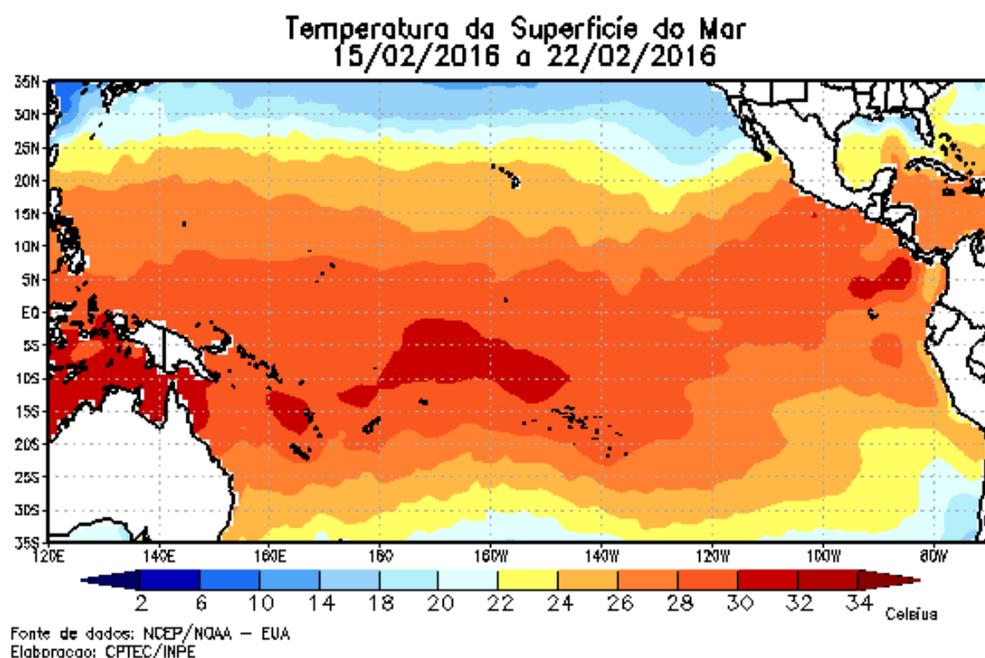


Figura 2.4: formação do fenômeno El Niño no Oceano Pacífico Tropical para o ano de 2016. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>

Com o aquecimento das águas e diminuição dos ventos alísios, começam a ocorrer mudanças da circulação da atmosfera nos níveis altos e baixos, mudando o transporte de umidade, ou seja, havendo variações nas distribuições das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas (Figuras 2.5 e 2.6). É observado também aumento ou queda da temperatura em algumas regiões (CPTEC, 2015).

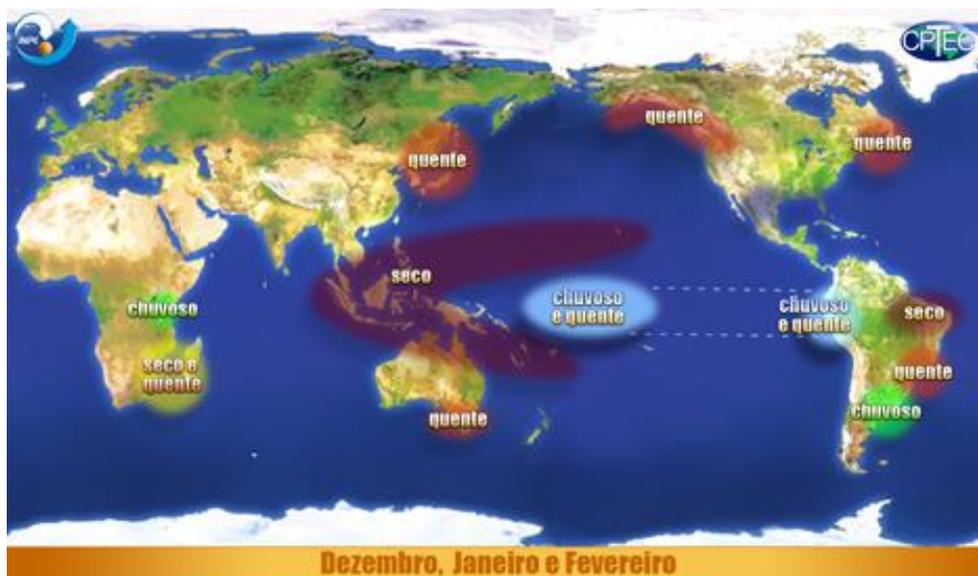


Figura 2.5: Influência do *El Niño* no clima global e regional. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>

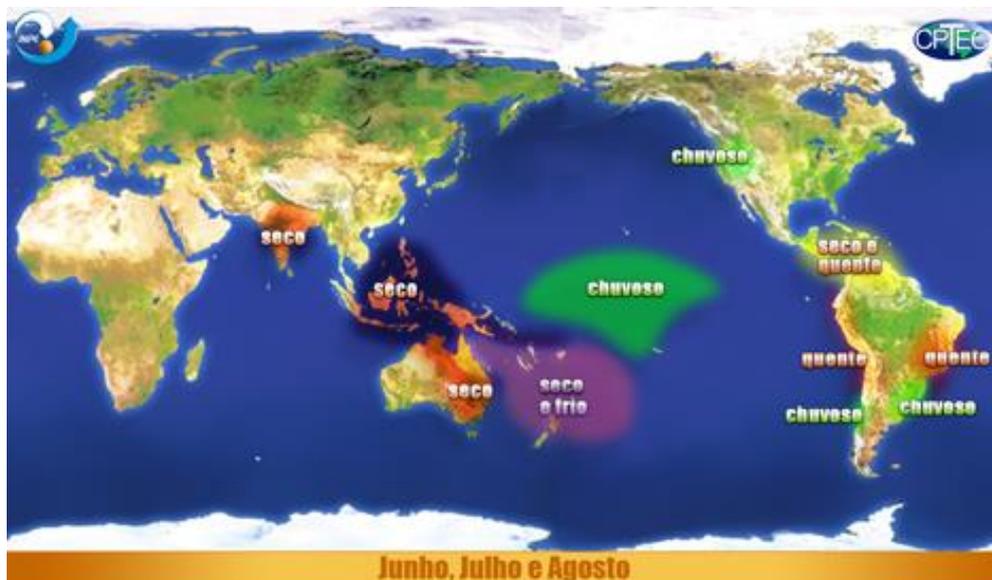


Figura 2.6: Influência do *El Niño* no clima global e regional. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>

O *La Niña* é a fase do ENOS com características opostas ao El Niño. É identificado como o esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. No Brasil,

as regiões afetadas pelas fases do ENOS são a Nordeste, leste da Amazônia (faixa tropical) e Região Sul (faixa extra-tropical) (Figuras 2.7 e 2.8). No sul do Brasil ocorre excesso de chuvas nos anos de *El Niño* e estiagem nos anos de *La Niña*. Há duas épocas do ano no Brasil, que são mais afetadas pelas fases dos ENOS. São elas, primavera e começo do verão (outubro, novembro e dezembro) no ano inicial do evento e final do outono e começo do inverno (abril, maio e junho) no ano seguinte ao início do evento (CNPT EMBRAPA, 2015). Segundo o CPTEC (2015), o evento de *El Niño* e *La Niña* tem uma tendência de se alternar a cada três ou sete anos e de um a dez anos de um evento ao seguinte (tabela 1). No entanto, os eventos *La Niña* têm ocorrido em menor quantidade nas últimas décadas. O *El Niño* tem duração típica de 12 a 18 meses, enquanto o *La Niña* dura de 9 a 12 meses e, algumas vezes esses eventos tendem a ser intercalados por condições normais (FREIRE *et al.*, 2011).

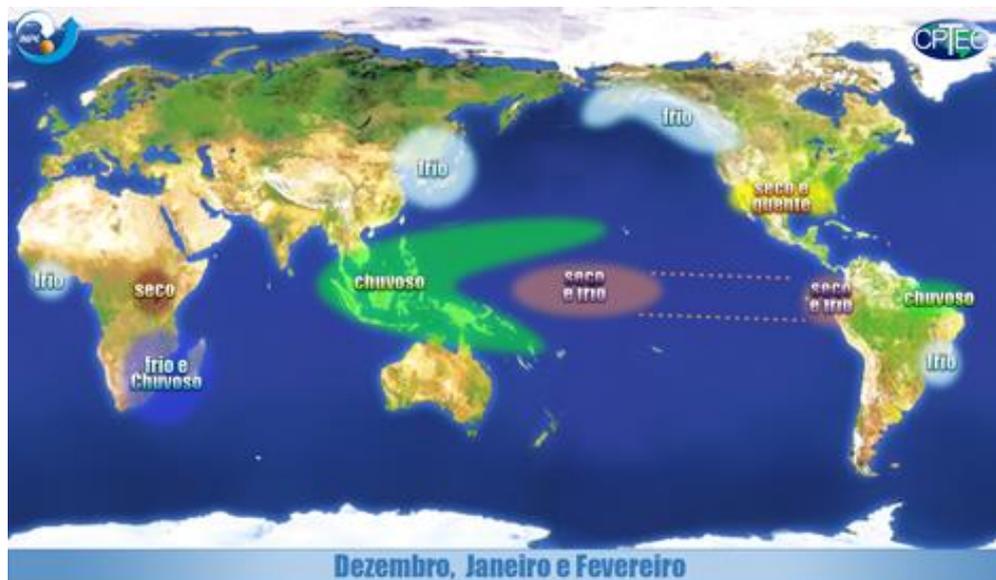


Figura 2.7: Influência do *La Niña* no clima global e regional. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>

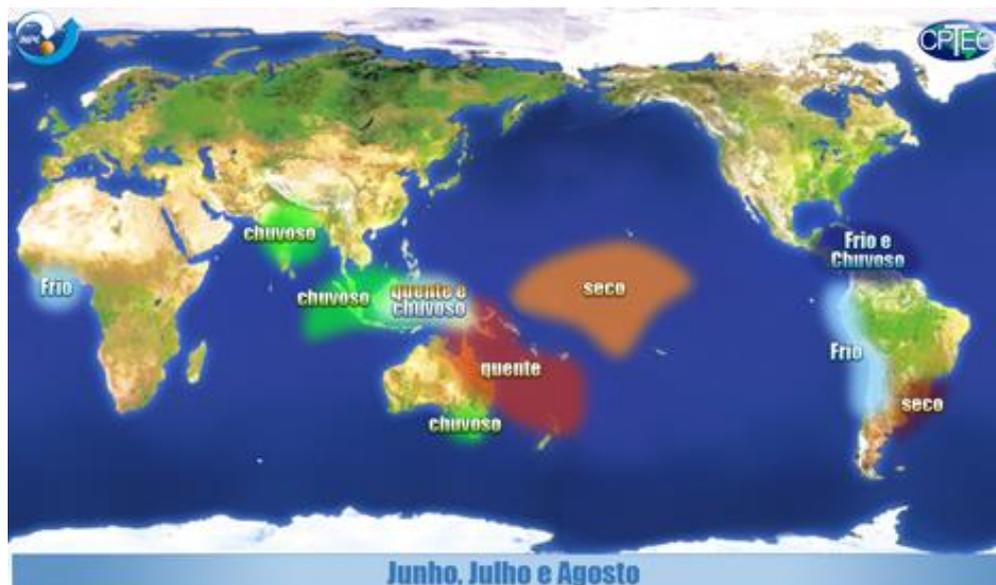


Figura 2.8: Influência do *La Niña* no clima global e regional. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>

Tabela 2.1: Anos de ocorrências históricas dos fenômenos El Niño e La Niña

El Niño		La Niña	
1877 - 1878	1888 - 1889	1986	1903 - 1904
1896 - 1897	1899	1906 - 1908	1909 - 1910
1902 - 1903	1905 - 1906	1916 - 1918	1924 - 1925
1911 - 1912	1913 - 1914	1928 - 1929	1938 - 1939
1918 - 1919	1923	1949 - 1951	1954 - 1956
1925 - 1926	1932	1964 - 1965	1970 - 1971
1939 - 1941	1946 - 1947	1973 - 1976	1883 - 1984
1951	1953	1984 - 1985	1988 - 1989
1957 - 1959	1963	1995 - 1996	1998 - 2001
1965 - 1966	1968 - 1970	2007 - 2008	2010
1972 - 1973	1976 - 1977	2011	
1977 - 1978	1979 - 1980		
1982 - 1983	1986 - 1988		
1990 - 1993	1994 - 1995		
1997 - 1998	2002 - 2003		
2004 - 2005	2006 - 2007		
2009 - 2010	2014		
2015 - 2016			

Forte Moderado Fraco

Forte Moderado Fraco

Fonte: CPTEC/INPE (2016)

2.4 SATÉLITES AMBIENTAIS

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE utiliza vários satélites ambientais para fazer o monitoramento de queimadas e incêndios no Brasil. Os satélites utilizados possuem sensores óticos que operam na faixa de 4 μm . A rede de satélites utilizada é composta pelas séries NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), TERRA AQUA (MODIS - *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) e GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellite*). O INPE analisa as imagens do sensor detector de refletância da radiação *Advanced very-high-resolution radiometer* - AVHRR que são recebidas dos satélites polares NOAA-15, NOAA-16, NOAA-18, NOAA-19; as imagens MODIS recebidas dos satélites polares NASA TERRA E AQUA e as imagens dos satélites geoestacionários GOES-12, GOES-13 e MSG-2 para processar mais de 100 imagens por dia para detectar focos de calor em vegetação.

Os satélites NOAA detectam fogo em áreas com cerca de 30 m de extensão por 1m de largura ou maior. Já os satélites geoestacionários só detectam fogo com o dobro do tamanho da área. A relação foco versus queimada não é direta nas imagens de satélite, onde um foco indica a existência de fogo em um elemento de resolução da imagem (chamado de píxel), que varia em áreas com 1 km x 1 km (1km²) até 5 km x 4 km (20 km²). Neste píxel pode haver uma ou várias queimadas distintas indicando um único foco ou vários focos podem indicar uma única queimada se essa for muito extensa, sendo detectada em alguns pixels vizinhos. Vale ressaltar que é comum uma mesma queimada ser detectada por satélites vizinhos, havendo repetições de focos em tabelas ou mapas que apresentam todos os focos de todos os satélites (CPTEC, 2015).

Os satélites não detectam fogo com menos de 30 m de extensão por 1m de largura, fogo que não atinge a copa das árvores ficando apenas no chão de uma floresta densa, fogo que é encoberto por nuvens, queimada de pequena duração e fogo em encosta de montanha localizada no lado oposto da observação do satélite. Atualmente o INPE utiliza de 31 satélites ambientais (Órbita Polar e Geoestacionário) para compor sua rede de observação, maiores informações encontram-se no seguinte endereço: <http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>. Esses satélites realizam a passagem pelo País nos seguintes períodos: manhã, tarde, noite e madrugada (CPTEC, 2015). Para o presente estudo foi obtida uma série temporal de dados de focos de calor ativos, no período de 1998 a 2015, para o bioma Mata Atlântica do ERJ.

3 METODOLOGIA

3.1 OBTENÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS

Para a obtenção dos dados de focos de calor foi utilizada a base de dados BDQueimadas do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) - (<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>). A série temporal de focos de calor de 17 anos foi organizada em planilhas Excel®, sendo separadas nas escalas mensal e anual. Os dados receberam tratamento estatístico descritivo e exploratório. A análise descritiva foi baseada no total de focos de calor ativos mensais e anual, seguido da sua frequência (%). A análise exploratória foi por meio do *boxplot* mensal e anual, que por sua vez foram gerados no software Ambiente R. O *boxplot* é a forma de representar graficamente os dados da distribuição de uma variável quantitativa em função de quatro parâmetros: valor mínimo, primeiro quartil (Q_1), mediana (segundo quartil Q_2), terceiro quartil (Q_3) e valor máximo da variável quantitativa (FARIAS, 2015). Eles são importantes para se ter uma ideia da posição, dispersão e assimetria da distribuição dos dados. O gráfico é formado por uma caixa construída paralela ao eixo das escalas, que pode ser vertical ou horizontal. Essa caixa descreve os 50% centrais da distribuição e vai do primeiro até o terceiro quartil e nela é traçada uma linha na altura da mediana (FARIAS, 2015). Na sua construção são considerados os quartis e os limites da distribuição, que permite a visualização do posicionamento da distribuição na escala da variável. Para melhor compreensão, a Figura 3.4 apresenta um desenho esquemático sintetizado por Medri (2011).

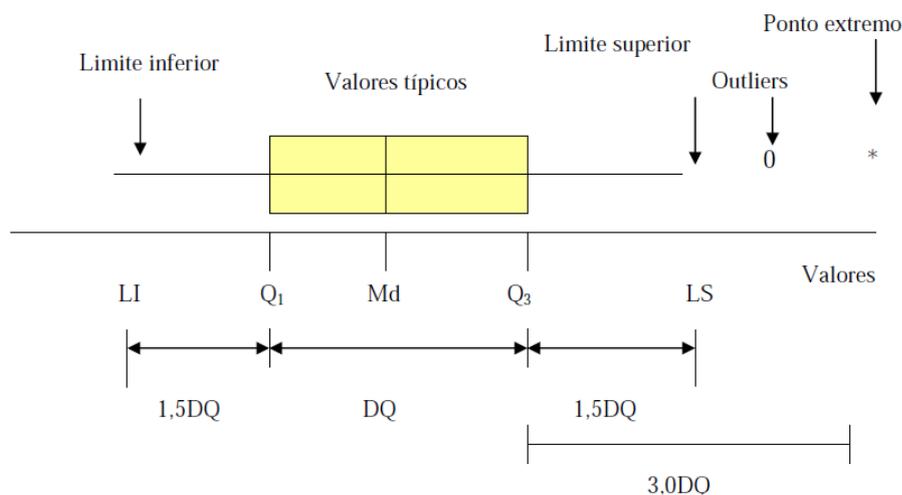


Figura 3.9: Desenho esquemático para a construção do Boxplot. Fonte: Medri (2011).

A escala de medida da variável encontra-se na linha horizontal da figura. Na caixa retangular da figura são fornecidos os quartis Q_1 , na parte esquerda, e Q_3 na parte direita da caixa. Entre eles encontra-se a mediana da distribuição. Observe que 50% da distribuição têm valores dentro da caixa. As linhas horizontais que saem da caixa terminam nos limites inferior (LI) e superior (LS) da distribuição. Entre esses limites encontram-se os valores considerados como típicos da distribuição. Esses limites são determinados em função da distância entre os dois quartis (Q_3 e Q_1), isto é, do desvio interquartílico ou amplitude interquartílica:

$$d_q = Q_3 - Q_1$$

Os valores muito afastados da grande maioria dos dados são chamados de valores atípicos. Sendo considerado de modo geral, *outliers* todos os valores inferiores aos limites

$$(LI = Q_1 - 1.5AIQ)$$

e/ou superiores

$$(LS = Q_3 + 1.5AIQ).$$

Valores com afastamento superior a $3,0 d_q$, para cima ou para baixo são considerados como pontos extremos, aparecendo na figura com o símbolo “*”. Quanto maior for o valor do desvio interquartílico, maior a variabilidade da distribuição. O *boxplot* também fornece informações importantes sobre o comportamento do conjunto de dados, como simetria e variabilidade. Se a amplitude for muito maior que à distância interquartílica e a mediana estiver mais próxima do 1º quartil do que do 3º quartil, há forte indicação de assimetria positiva e de grande dispersão das observações Medri (2011).

Os dados focos de calor ativos foram submetidos ao teste paramétrico de Pettitt (Pettitt, 1979). O teste utiliza uma versão do teste de Mann-Whitney (1947), no qual se verifica se duas amostras X_1, \dots, X_t e X_{t+1}, \dots, X_T são da mesma população. A estatística $U_{t, T}$ faz uma contagem do número de vezes que um membro da primeira amostra é maior que o membro da segunda, sendo escrita como:

$$U_{t, T} = U_{t-1, T} + \sum_{j=1}^T \text{sgn}(X_i - X_j) \quad \text{para } t = 2, \dots, T \quad (1)$$

em que,

$\text{sgn}(x) = 1$ para $x > 0$; $\text{sgn}(x) = 0$ para $x = 0$; $\text{sgn}(x) = -1$ para $x < 0$.

A estatística $U_{t,T}$ é então calculada para os valores de $1 < t < T$, e a estatística $k(t)$ do teste de Pettitt se escreve:

$$k(t) = \text{MAX}_{1 \leq t \leq T} |U_{t,T}| \quad (2)$$

Esta estatística localiza o ponto onde houve uma mudança brusca na média de uma série temporal, no caso dos focos de calor nas regiões de Governo, e a sua significância pode ser calculada aproximadamente pela equação abaixo:

$$p \cong 2 \exp \left\{ \frac{-6k(t)^2}{(T^3 + T^2)} \right\} \quad (3)$$

O ponto de mudança brusca é o t onde ocorre o máximo de $k(t)$. Os valores críticos de K podem ser calculados pela equação a seguir:

$$K_{\text{crit}} = \pm \sqrt{\frac{-\ln\left(\frac{p}{2}\right)(T^3 + T^2)}{6}} \quad (7)$$

O teste de Pettitt foi elaborado na planilha eletrônica Microsoft Office Excel versão 2013 e adaptado para obter informações nas escalas anual e mensal pelo laboratório anexo do Departamento de Ciências Ambientais – Instituto de Floresta (UFRRJ) do professor Jose Francisco de Oliveira Júnior.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA DA SÉRIE TEMPORAL DOS FOCOS DE CALOR

No estado do Rio de Janeiro, de acordo com escala anual, foi registrado um total de 32.476 focos de calor para o período de estudo. A tabela 4.2 apresenta os totais de focos de calor referentes a cada ano analisado. Nota-se alta variabilidade temporal dos focos de calor no Estado e o ciclo bianual de focos de calor no Brasil, sendo verificado em estudo realizado por Caúla *et al.* (2015). É possível identificar nos anos de 2014 e 2015, os maiores registros de focos de calor, detectados pela soma mensal durante o período de estudo. Entretanto, 2010 e 2011 também obtiveram uma ocorrência alta de focos de calor quando comparados aos demais anos da análise, sendo considerados, portanto, anos de altos registros assim como 2014 e 2015. Esses anos, segundo o INPE (2016), sofreram influência do fenômeno *El Niño*, porém o evento *La Niña* exerceu influência nos anos de 2010 e 2011. Os anos com menor registro de incêndios e queimadas foram 1998, 1999, 2000 e 2001, tendo sido influenciados pelo evento *La Niña*.

Tabela 4.2. Total e frequência (%) dos focos de calor anual no estado do Rio de Janeiro

Anos	Total de focos	%	Anos	Total de focos	%
1998	112	0,34	2007	1937	5,96
1999	420	1,29	2008	599	1,84
2000	142	0,44	2009	809	2,49
2001	628	1,93	2010	2404	7,40
2002	1594	4,91	2011	2812	8,66
2003	1393	4,29	2012	1527	4,70
2004	1041	3,21	2013	1336	4,11
2005	910	2,80	2014	6522	20,08
2006	1419	4,37	2015	6871	21,16

O *El Niño* causa modificação no regime e no total de chuva, podendo resultar no aumento da severidade das secas, dependendo da sua intensidade (FREIRE *et al.*, 2011). Ele influenciou também os anos de 2002/2003, 2004/2005, 2006/2007 e 2009/2010, todos com intensidade fraca, exceto os anos de 2002/2003 que sofreram influência moderada desse evento, segundo CPTEC (2016). Apesar de serem anos de *El Niño*, a ocorrência de focos de calor foi baixa, em comparação aos anos de 2014 e 2015. O que seria explicado pela intensidade do evento, que nesses últimos anos foi considerado forte. Em contrapartida, os anos de 2007/2008 foram influenciados pelo *La Niña* com intensidade forte (INPE, 2016), mesmo assim quando comparado os anos de 2010 e 2011, a incidência de focos de calor no ano de 2007 é relativamente alta.

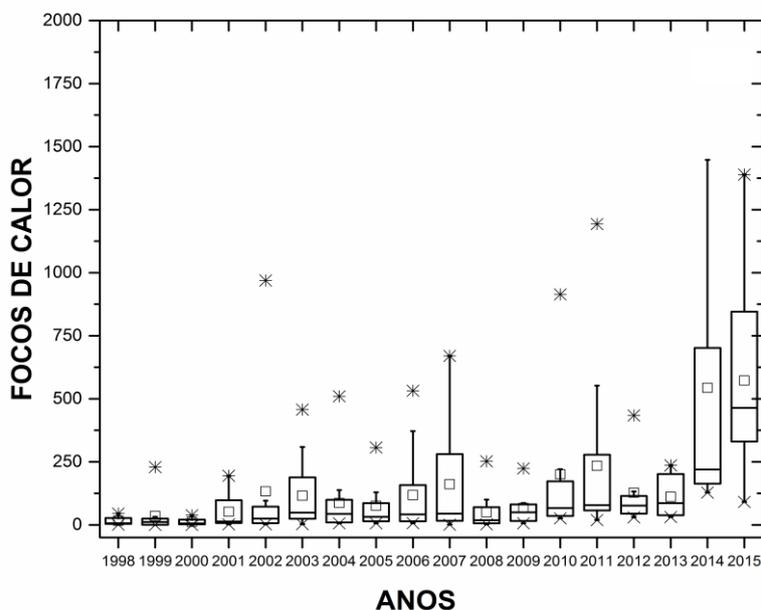


Figura 4.10: *Boxplot* dos focos de calor no estado do Rio de Janeiro na escala anual

Martinez *et al.* (2007) relacionam positivamente os focos de calor com o desflorestamento. Segundo os autores, “esses focos estão associados às atividades de limpeza de restos de exploração de floresta nativa para implantação de pastagens” (2007, p. 700). Nas áreas dos 17 estados da Mata Atlântica, foram identificados 18.267 ha de desflorestamento só no período de 2013 a 2014. Já no período de 1995 a 2013 o desflorestamento alcançou 814.099 ha. Com relação ao estado do Rio de Janeiro, foi registrado um total de 12 ha desmatados no período de 2013 a 2014 (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE, 2015). Apesar de haver

relação entre os eventos de queimadas e desmatamentos, a Lei Federal 11.428 de 2006 não prevê, tampouco aborda o tema de combate a incêndios, tornando o bioma vulnerável a esse tipo de atividade. Embora esteja assegurada na lei a manutenção e a recuperação da biodiversidade da Mata Atlântica para as presentes e futuras gerações, a Lei 11.428/06 alega ser de interesse social utilizar o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA para executar as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação, tais como, prevenção, combate e controle do fogo e da erosão, erradicação das invasoras e proteção de plantios com espécies invasoras. Entretanto, a lei de preservação da Mata Atlântica entra em contradição, deixando claras as falhas existentes, pois a Mata Atlântica apresenta a maior devastação dentre todos os biomas.

A Lei Federal nº 12.651/12 proibiu o uso generalizado do fogo e prevê o controle dos incêndios, no entanto a queima em vegetação é permitida em locais ou regiões cujas peculiaridades justifiquem o emprego do fogo, em práticas agropastoris ou florestais; em queima controlada nas Unidades de Conservação em conformidade com o plano de manejo da Unidade e em atividades de pesquisa científica, vinculada a projetos de pesquisa aprovados por órgãos competentes, e realizados por instituições reconhecidas. Todas as exceções serão realizadas, portanto, mediante a provação do órgão ambiental competente do SISNAMA. Apesar de ser proibida por lei a prática de incêndios deve ser combatida pelos órgãos ambientais, públicos ou privados, desde que sejam responsáveis pela gestão de áreas com vegetação nativa ou plantios florestais (BRASIL. LEI nº 12.651 DE 25 DE MAIO DE 2012). Conforme relatado anteriormente, os incêndios florestais no Brasil seguem um padrão cultural, que transcende a época colonial (CUSTÓDIO, 2006). Desde então a queimada se tornou prática comum em limpeza de pastos, preparo de plantios, desmatamentos e conversão de florestas em pastagens (JUSTINO *et al.*, 2002; MARTINEZ *et al.*, 2007 JACOBI *et al.*, 2009). Praticado de forma ilegal, o incêndio acarretará em penalidades para quem utiliza-lo. Dessa forma, a Lei de crimes ambientais (Lei Federal nº 9.605/98) prevê reclusão de dois a quatro anos e multa para quem provocar incêndio em mata ou floresta, porém se o crime for culposos, a detenção é de seis meses a um ano e multa.

4.2 ESTATÍSTICA EXPLORATÓRIA E TESTE PARAMÉTRICO APLICADO A SÉRIE TEMPORAL DE FOCOS DE CALOR

Os maiores registros de focos de calor no estado do Rio de Janeiro são observados nos meses de agosto, setembro e outubro (ASO) (figura 4.11). Esse trimestre corresponde ao fim do inverno e início da primavera, estações do ano que têm como características períodos prolongados de estiagens, baixa umidade do ar e atuação de uma massa de ar seco. Estas características contribuem para o aumento significativo dos focos de calor, sendo similar aos resultados obtidos por Justino *et al.*, (2002) e Caúla *et al.* (2015). Em todos os meses ocorreu *outliers*, isso demonstra alta variabilidade dos focos de calor obtidos por todos os satélites ambientais para o ERJ. Os *outliers* também evidenciam a presença de outros fatores que influenciam a variabilidade dos focos de calor, tais como, dinâmica de uso e ocupação do solo, desmatamento entre outros.

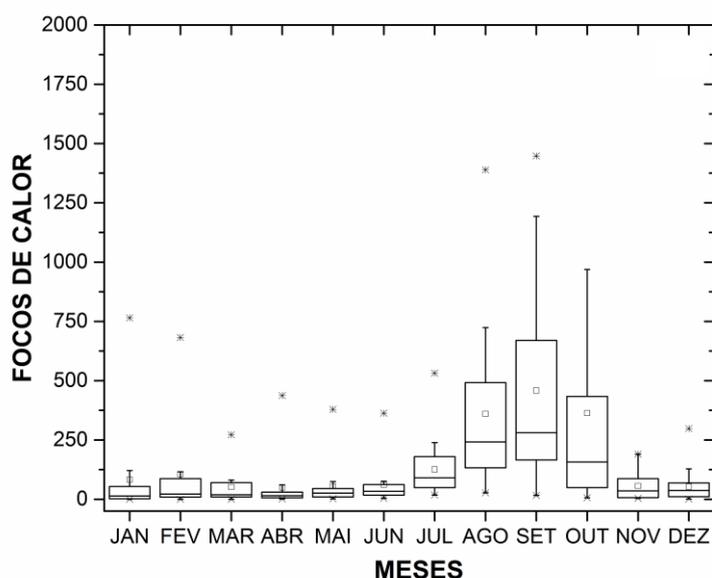


Figura 4.11: *Boxplot* dos focos de calor no estado do Rio de Janeiro na escala mensal

Em escala nacional, Justino *et al.* (2002) caracterizam o período de junho a outubro como o mais favorável para a ocorrência de focos de calor, devido às condições da vegetação pela falta de chuva. Esses resultados vão de encontro com a análise feita pelo IBAMA (2016), que mostra um aumento na ocorrência dos incêndios e queimadas no período de agosto a novembro no Brasil. As análises dos focos no bioma Mata Atlântica do Rio de Janeiro,

confirmam as informações de Pereira *et al.* (2014) que define o período de julho a novembro como crítico de presença de focos ativos no estado de Minas de Gerais, tendo como principal bioma a Mata Atlântica.

Os dados de focos de calor apresentaram alta variabilidade temporal nas escalas mensal e anual, isso indica que as taxas de ocorrência dos focos no bioma Mata Atlântica, no estado, não seguem um padrão. Em ambas as escalas foram registradas pontos extremos, observados em todos os meses, com exceção para o mês de outubro e para o ano de 2014 (figura 4.11). Em relação ao período que compreende os meses de dezembro a junho, observa-se certa estabilização dos focos, com baixa ocorrência dos mesmos havendo um aumento dos registros a partir do mês de junho, com maiores ocorrências (picos) nos meses de agosto, setembro e outubro (figura 4.11). Pereira *et al.* (2014), explicam que nos meses de setembro e outubro as queimadas para limpeza (pasto, colheita, eliminação de pragas, plantio) em áreas rurais são comuns em todo o Brasil, justificando os picos de focos de calor ocorridos nos meses de setembro e outubro.

O estado do Rio de Janeiro está inserido na região sudeste do Brasil. Essa possui uma característica climática diversificada devido à sua posição geográfica, o que permite a ocorrência de aspectos dinâmicos da atmosfera nessa região. Os sistemas meteorológicos de micro, meso e grandes escalas atuam direta ou indiretamente no regime de chuva, como Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Frentes Frias (FF), Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), que pode gerar grandes períodos de estiagens na região sudeste, dependendo das suas posições (MINUZZI *et al.*, 2006; REBOITA *et al.*, 2010; BRITO, 2014; OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2014). O início das chuvas nessa região acontece em geral, no mês de outubro, o que pode explicar as grandes ocorrências de focos de calor nos meses que antecedem o início do período chuvoso.

Segundo Caúla *et al.* (2015) e Climanálise (2015) agosto é considerado um mês de estiagem prolongada em diversas regiões do Brasil, principalmente na região sudeste. O ano de 2010 apresentou falta de chuva na maior parte do país devido às altas temperaturas e aos baixos valores de umidade relativa do ar, relacionados à influência do fenômeno *La Niña*. O trimestre ASO desse ano teve chuva abaixo da média na região sudeste, acompanhada pelas temperaturas acima da média e pelos baixos valores de umidade relativa do ar (INFOCLIMA/CPTEC, 2016). O mês de agosto de 2011, segundo o Infoclima (2016), foi um mês quente, com baixos valores de umidade relativa do ar em grande parte do Brasil.

O mês de setembro configurou a volta do *La Niña* e outubro representou a evolução desse fenômeno. O trimestre ASO de 2014 foi marcado pela ocorrência das chuvas abaixo da média na maior parte do Brasil. Agosto foi caracterizado pelo início da formação do *El Niño*, com diminuição dos ventos e aumento de até dois graus na temperatura próximo à costa oeste na América do Sul. No mês de outubro desse ano, as chuvas ocorreram abaixo da média na região sudeste devido ao estabelecimento do *El Niño*. As temperaturas ficaram acima da média na maior parte do país. Nesse período os anticiclones tiveram intensidade fraca, atuando na retaguarda dos sistemas frontais (INFOCLIMA/CPTEC, 2016).

O ano de 2015 sofreu interferência do *El Niño*, evento esse que influenciou negativamente os índices pluviométricos de quase todo o país, provocando escassez da chuva nos meses de agosto, setembro e outubro. Em agosto desse ano, esse fenômeno atingiu a categoria moderada, com aumento de quatro graus na temperatura da superfície do mar próximo à costa oeste da América do Sul. As chuvas sofreram escassez resultando em baixos valores de umidade relativa do ar em grande parte do país, permanecendo assim no mês de setembro. Nesse mês o *El Niño* ficou mais intenso sendo associado às baixas ocorrências de chuva. Outubro registrou temperaturas médias acima de 40°C em estados como Minas Gerais, Tocantins, Goiás e Rio de Janeiro, com ausência das chuvas e baixos valores de umidade relativa do ar, associados ao início tardio da estação chuvosa. Esse foi um período de ausência de chuva, elevadas temperaturas e baixos valores de umidade relativa do ar na maior parte do Brasil.

Foi aplicado o teste de Pettitt (tabela 4.3) à série temporal dos focos de calor, com destaque a mudança brusca dentro da série estudada, indicando o ano e o mês da ocorrência na série. Baseados nessas informações foram gerados mapas dos focos de calor dos anos de maior ocorrência de focos e meses onde houve a mudança obtida pelo Teste de Pettitt. Com essas informações foi possível observar dois cenários em cada ano da série temporal estudada, o cenário anterior ao mês da mudança e o posterior, podendo ser constatada uma variação na quantidade de focos de calor entre os dois cenários. Essas variações se devem as características dos meses que compõem esse cenário junto com as características dos anos avaliados. Com relação a todos os anos avaliados no estudo, os meses que mais se repetiram, indicando a mudança brusca na série temporal de focos de calor, foram abril e junho. Esses meses mostraram quando os focos de calor começaram a ter um aumento significativo. Tais meses correspondem às estações de outono e inverno, no qual tem impacto direto na

fitofisionomia seguido da diminuição das chuvas e, conseqüentemente no aumento dos focos de calor, nas respectivas estações.

Tabela 4.3. Teste de Pettitt aplicado à série temporal de dados de focos do bioma Mata Atlântica com os respectivos meses que indicam a mudança para cada ano.

Bioma Mata Atlântica	Ano	Mês
	1998	Maio
	1999	Abril
	2000	Abril
	2001	Maio
	2002	Junho
	2003	Maio
	2004	Junho
	2005	Abril
	2006	Abril
	2007	Junho
	2008	Junho
	2009	Abril
	2010	Junho
	2011	Junho
	2012	Junho
	2013	Junho
2014	Outubro	
2015	Junho	

Os anos de 2010, 2011, 2014 e 2015 apresentaram as maiores ocorrências de focos de calor e por consequência, de acordo com o teste de Pettitt (tabela 4.2) os meses que indicaram a mudança nesses anos foram respectivamente junho e outubro. Isso significa que os meses que antecederam o mês dessa mudança possuíam condições desfavoráveis à ocorrência de incêndios. Esse período abrange o verão e o outono, estações que apresentam em concomitância altos índices de chuva e transição do período chuvoso para o período seco com redução das chuvas e baixa das temperaturas (Reboita *et al.*, 2010), resultando em vegetação seca mais propensa à propagação do fogo. O período que sucede o mês de junho é

caracterizado pelas estações de inverno e primavera, que apresentam período seco, de estiagem e volta do período chuvoso. No entanto, a primavera é considerada uma estação instável por ser uma estação de transição entre o período seco e o chuvoso (André *et al.* 2008; Oliveira Júnior *et al.*, 2013; Brito, 2014).

A partir do teste de Pettitt foram elaborados mapas para os meses que mais se repetiram na série indicando a mudança e, de acordo com eles (Figura 4.12), a região que apresentou a maior quantidade de focos de calor nos anos de maior ocorrência foi a região Centro-Sul Fluminense, fazendo parte do vale do Paraíba (CEPERJ, 2016).

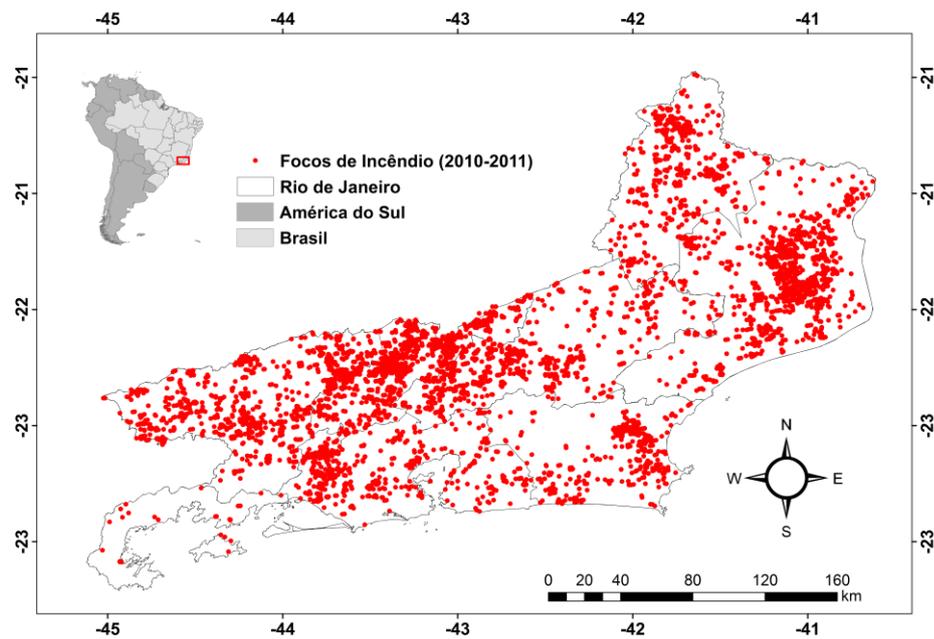


Figura 4.12A: Mapa dos focos de calor no estado do Rio de Janeiro de acordo com resultados do Teste de Pettitt

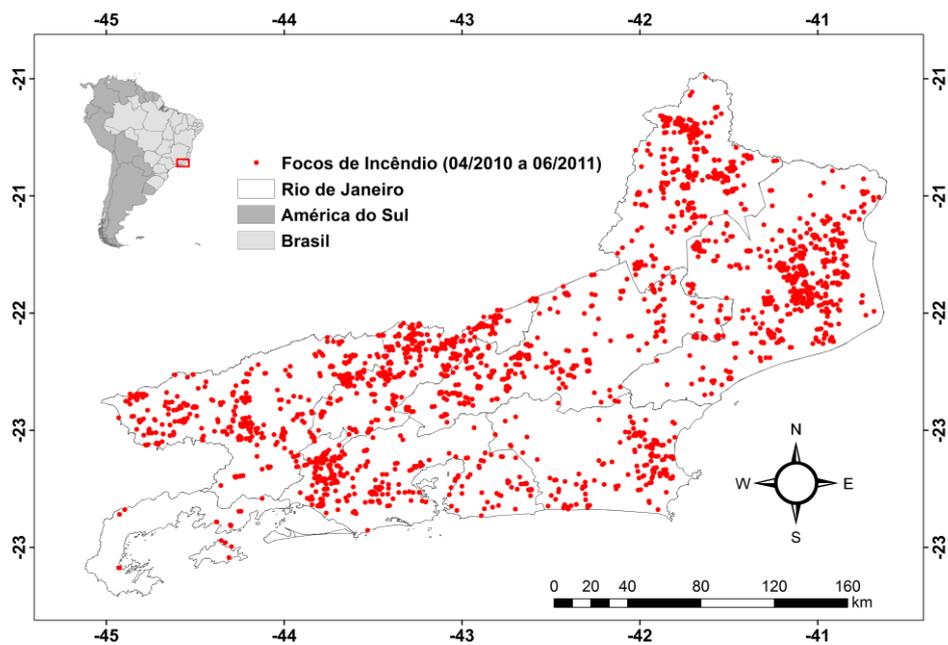


Figura 4.12B: Mapa dos focos de calor no estado do Rio de Janeiro de acordo com resultados do Teste de Pettitt

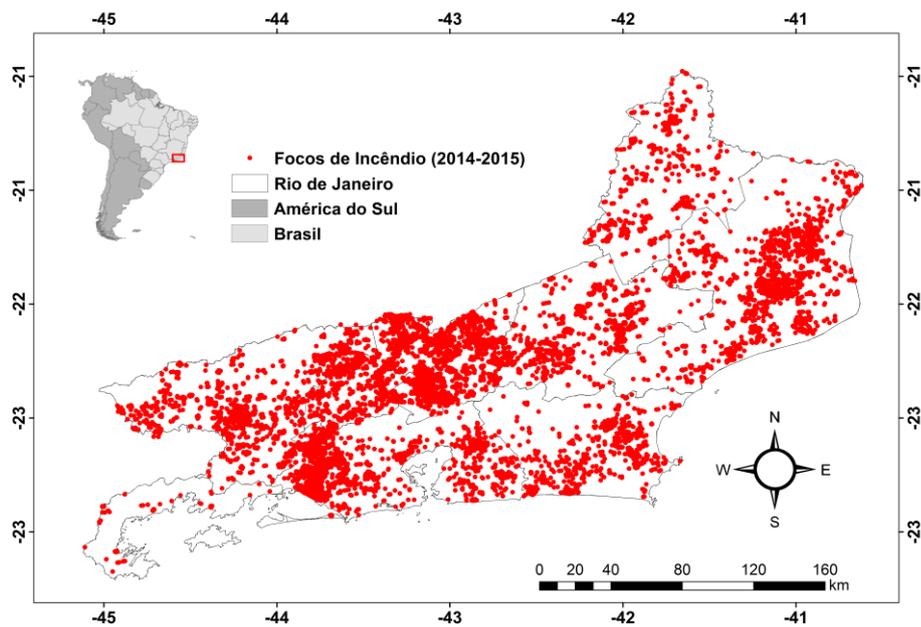


Figura 4.12C: Mapa dos focos de calor no estado do Rio de Janeiro de acordo com resultados do Teste de Pettitt

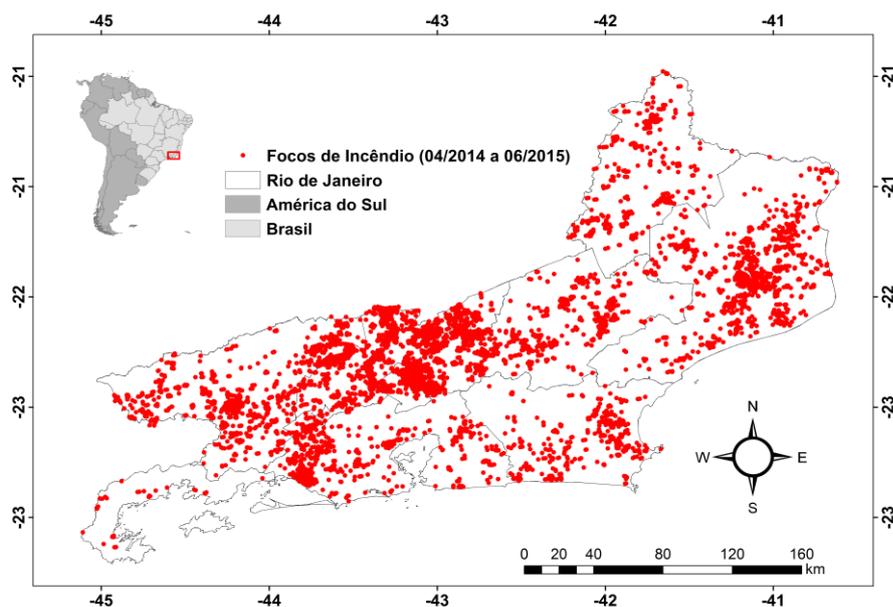


Figura 4.12D: Mapa dos focos de calor no estado do Rio de Janeiro de acordo com resultados do Teste de Pettitt

4.3 RELAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COM OS FOCOS DE CALOR

A região Norte Fluminense (figura 4.13-a) tem como característica econômica as atividades da agroindústria açucareira e nos últimos anos tornou-se uma das principais regiões do estado com as atividades de gás natural e petróleo (CEPERJ, 2016). Apesar de apresentar um papel importante na economia regional do Rio de Janeiro, a região Norte Fluminense apresentou o segundo maior registro de focos de calor entre as demais regiões, sendo representada pelo município de Campos dos Goytacazes, que se destacou com o maior registro, 3.858 focos resultado similar obtido por Caúla (2015). Esse município tem como atividades principais cultivo da cana e produção de açúcar e álcool, além de concentrar o maior número de indústrias da região (CEPERJ, 2016). As áreas de reflorestamento, pastagem, pastagem em várzea e agricultura possuem alta combustibilidade (COURA *et al.*, 2010), justificando a alta ocorrência de focos de calor nas regiões Metropolitana e Norte Fluminense. A economia dessa região gira em torno das atividades de agroindústria açucareira, petróleo e gás natural.

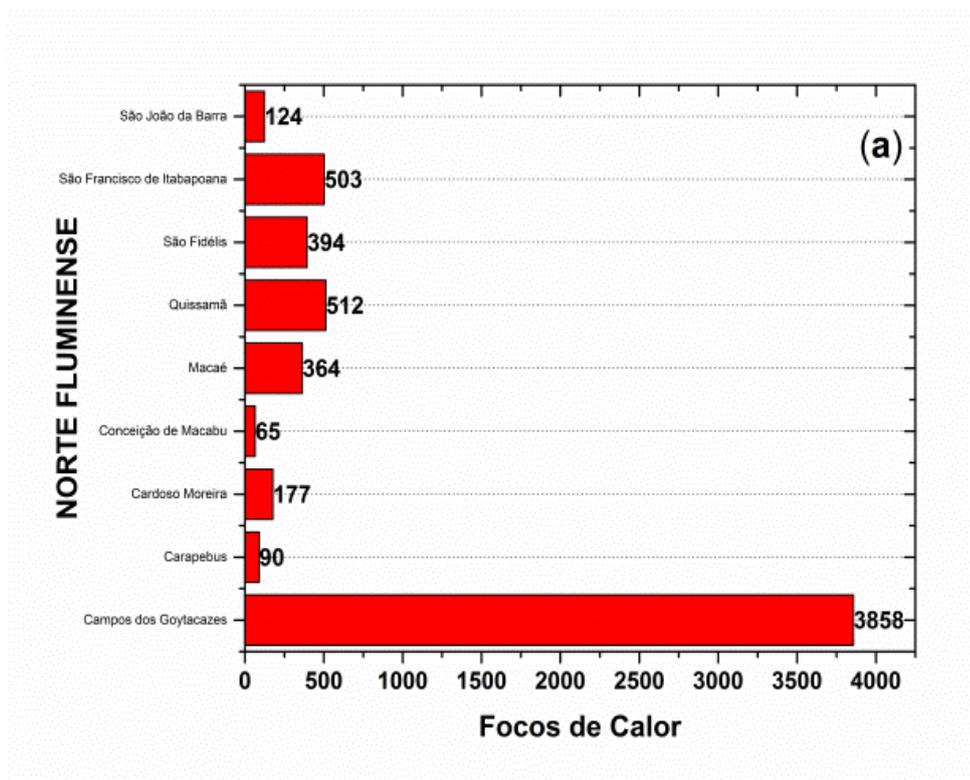


Figura 4.13a: Total de focos de calor na região Norte Fluminense

Na região Noroeste Fluminense (figura 4.13-b), o município de Itaperuna teve o maior registro de focos da região. A principal atividade econômica noroeste-fluminense é a agropecuária, porém a região também dependeu da atividade cafeeira em tempos anteriores. Essa região sofre com um esvaziamento econômico, devido a sua principal atividade estar baseada no binômio latifúndio-minifúndio, na má utilização das terras e na pecuária extensiva (CEPERJ, 2016). Itaperuna atualmente é o centro regional e exerce influencia sobre parte da região Noroeste Fluminense. Além da atividade agropecuária conta também com a pecuária de corte como atividade econômica (CEPERJ, 2016).

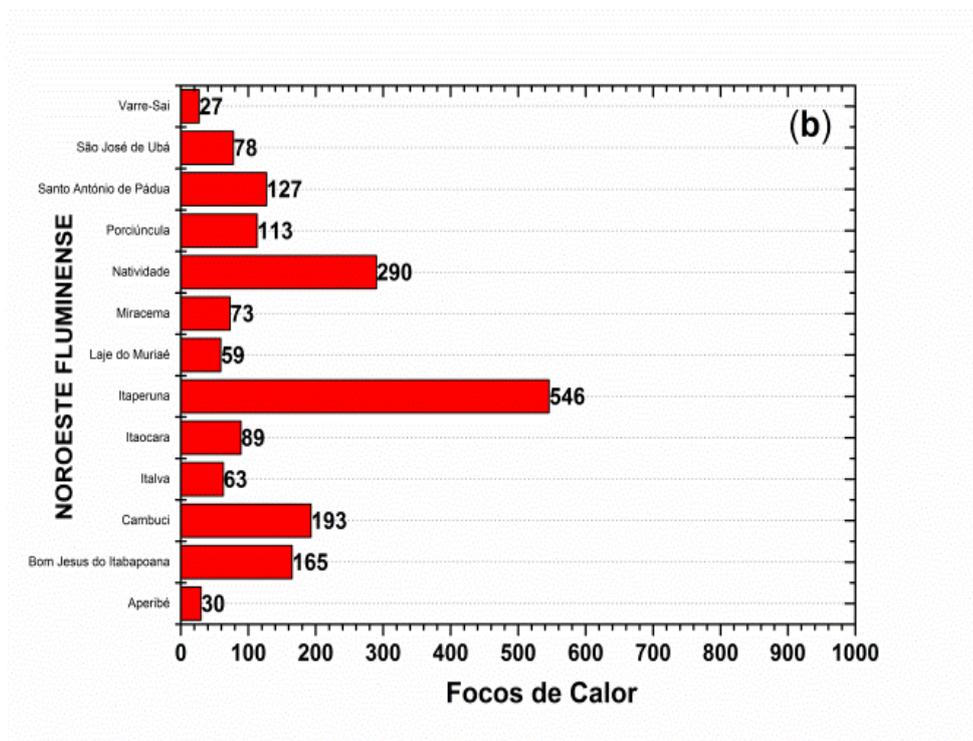


Figura 4.13b: Total de focos de Calor na Região Noroeste Fluminense

Os municípios de Teresópolis e Petrópolis registraram as maiores ocorrências da região Serrana (figura 4.13-c), respectivamente. A economia dessa região é voltada para atividades industriais, turísticas, produção de hortifrutigranjeiros e pecuária extensiva (CEPERJ, 2016). O município de Petrópolis representa um dos polos industriais da região serrana e desempenha função têxtil e de vestuário. A outra parte da região serrana é representada pela atividade de pecuária extensiva em solos empobrecidos, com baixos índices de produtividade (CEPERJ, 2016).

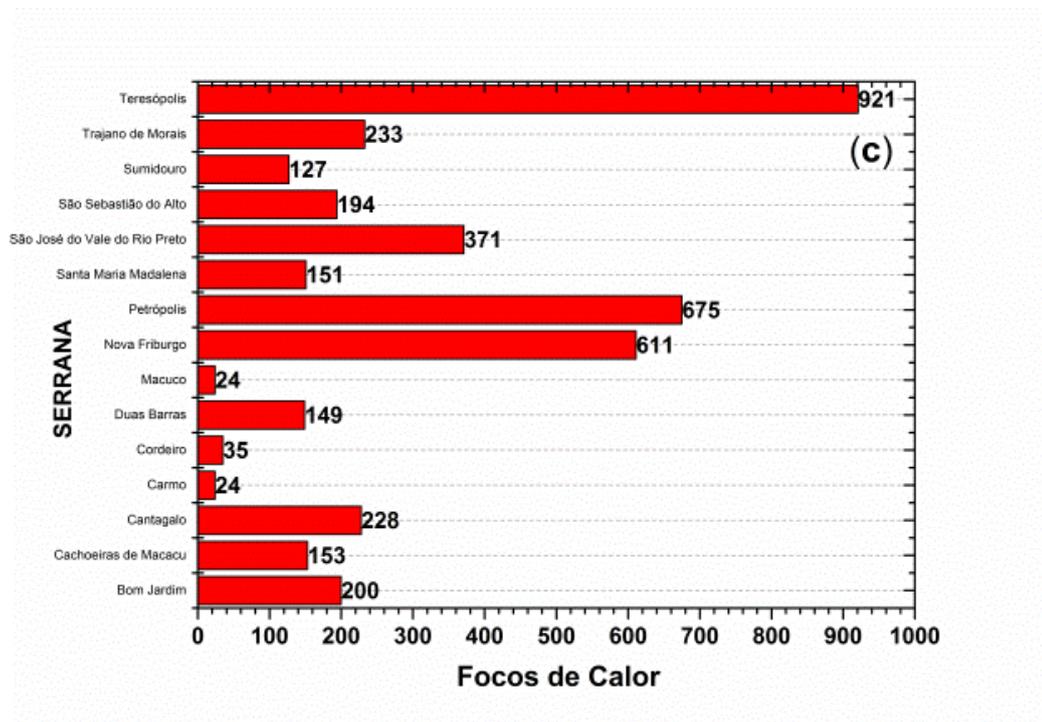


Figura 4.13c: Total de focos de calor na Região Serrana

O município de Paraíba do Sul teve o maior índice de ocorrência da região Centro-Sul fluminense (figura 4.13-d), tendo tido a produção de café como objeto principal da sua economia. Atualmente a economia da região está apoiada na criação de gado, na olericultura e no turismo (CEPERJ, 2016). Nas Baixadas Litorâneas, Silva Jardim (figura 4.13-e) foi município com maior registro de focos de calor. Essa região já teve como principais atividades exploração de sal, produção de laranja, pesca e criação de gado. Porém, nas últimas décadas o turismo e o lazer alcançaram uma categoria importante na região, levando à degradação ambiental e ao parcelamento do solo (CEPERJ, 2016).

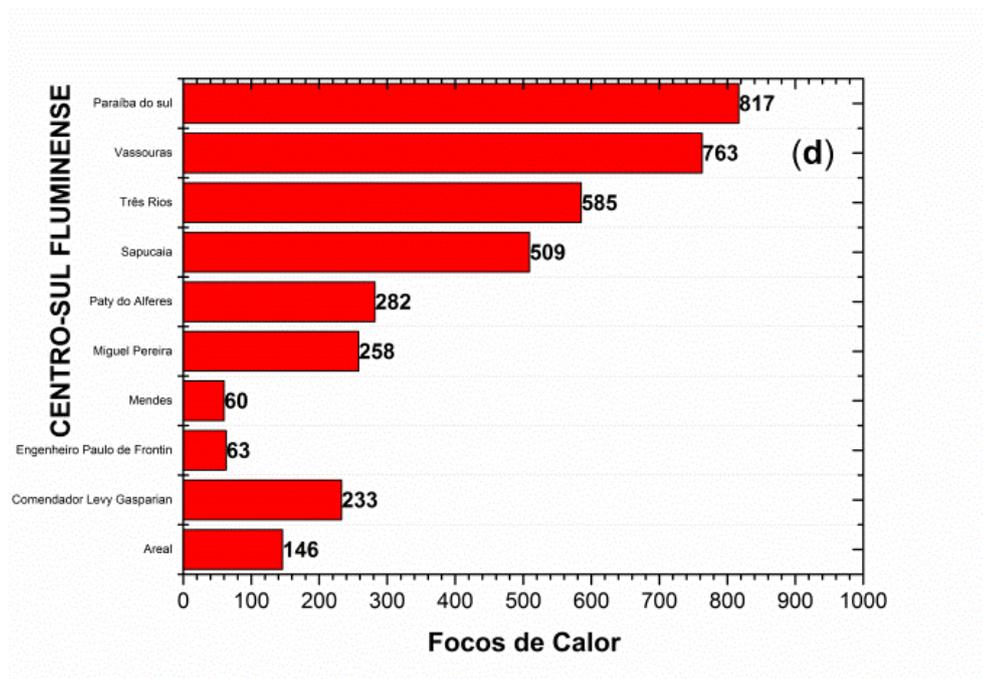


Figura 4.13d : Total de focos de calor na região Centro Sul Fluminense

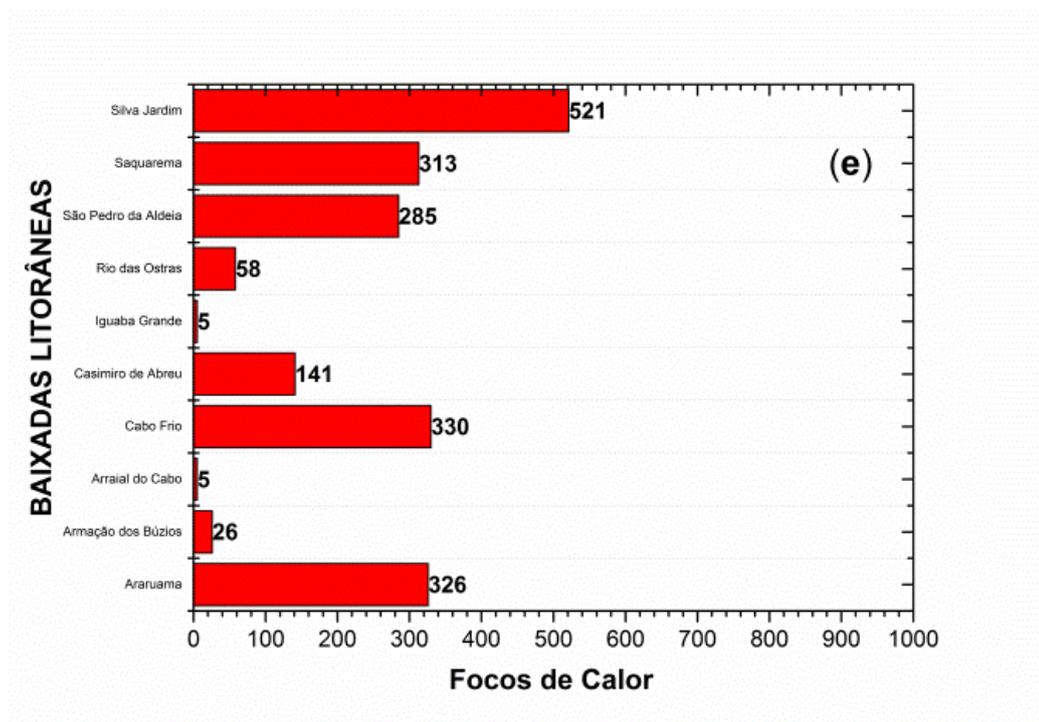


Figura 4.13e: Total de focos de calor na região Baixadas Litorâneas

A região Metropolitana é a mais populosa do estado, concentrando 74% da população (CEPERJ, 2016). De acordo com a figura 4.13 (f), essa região teve o maior registro de focos de calor no período do estudo (6.655) e a cidade do Rio de Janeiro apresentou a maior ocorrência, com 3.741 focos. Segundo o mapeamento da cobertura vegetal e uso das terras do

município do Rio de Janeiro de 2011, a capital do estado encontra-se integralmente situada no domínio da mata Atlântica, no entanto mais de 66% do território é dominado por áreas urbanas e antropizadas, onde 68 hectares representam solo exposto, 5.249 ha agricultura, 2.158 ha reflorestamento e 347 ha as atividades de extração mineral. Coura *et al.*, (2010) apontaram em seu estudo, as regiões noroeste e norte fluminense, serrana e centro-sul como as mais suscetíveis à ocorrência de incêndios em escala anual, indo contra o que fora encontrado nos resultados deste estudo. Uma das hipóteses para a região metropolitana alcançar o primeiro lugar na ocorrência dos focos de calor, seria a quantidade de municípios, que ultrapassa regiões como a Corte Verde e o Centro Sul Fluminense. Outra hipótese seria a grande concentração de indivíduos, que por consequência gera uma pressão urbana maior que em outras regiões. A cidade de Volta Redonda representou negativamente a região do Médio Paraíba (figura 4.13-g) com seus altos índices de focos de calor. Parte desses focos são em virtude da Companhia Siderúrgica Nacional.

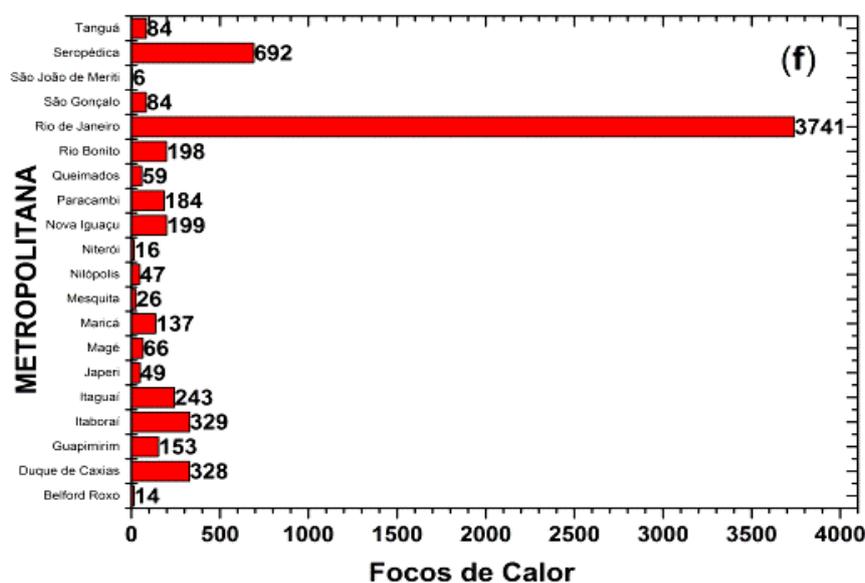


Figura 4.13f: Total de focos de calor na região Metropolitana

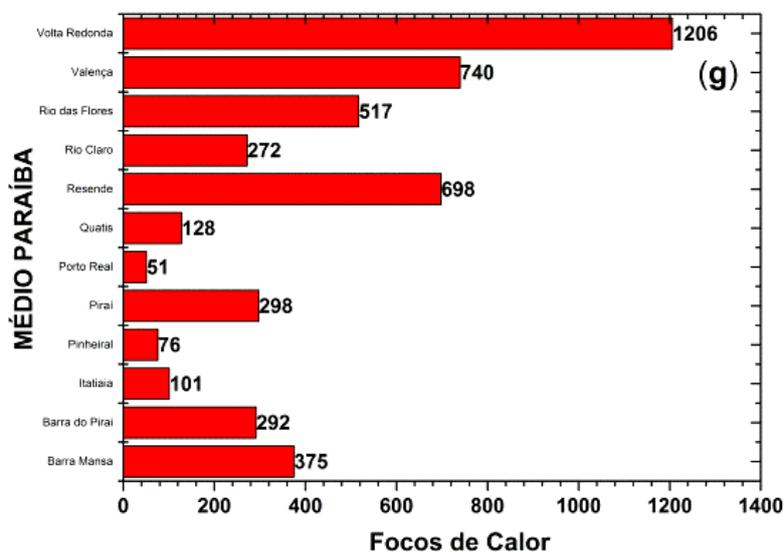


Figura 4.13g: Total de focos de calor da região Médio Paraíba

Diferentemente das demais regiões, a Costa Verde (figura 4.13-h) apresentou, no total do período analisado, 292 focos de calor, o que a deixa muito distante da realidade das outras sete regiões do estado. Conforme a figura 1, essa região detém a maior concentração de remanescentes de Mata Atlântica do Rio de Janeiro. E por se tratar de uma região que tem sua economia baseada no turismo, a preservação do meio ambiente é o principal instrumento das suas cidades. À exemplo disso, a lei orgânica da cidade de Paraty prevê planejar o uso e a ocupação do solo e diz ser de competência comum do Município, da União e dos Estados proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas, preservar as florestas, a fauna e a flora. Mangaratiba garante em sua lei orgânica a responsabilidade de cada cidadão e de seus representantes o desenvolvimento da cidade sem que haja prejuízo da ecologia e do meio ambiente.

A Lei Federal 11.428/2006 prevê a proteção e a utilização do bioma Mata Atlântica de forma sustentável em todas as localidades onde ela está presente, no entanto, a região Costa Verde, diante dos resultados, é a única que de fato, se propôs a manter o bioma que foram quase que completamente seu território, fato proporcionado também pela dificuldade de acesso da população às altas altitudes, locais com maior concentração de remanescentes da Mata Atlântica.

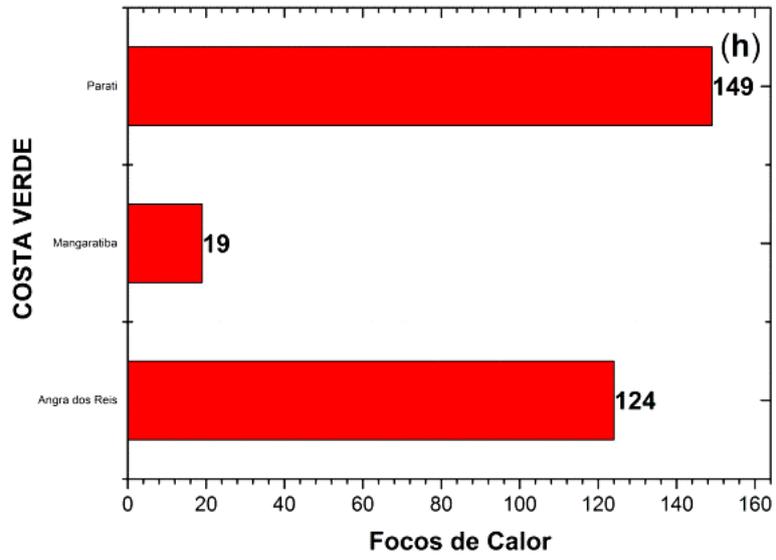


Figura 4.12h: Total de focos de calor da região Costa Verde

CONCLUSÃO

As análises estatísticas confirmam que agosto, setembro e outubro formam o trimestre de maior ocorrência de focos de calor no bioma Mata Atlântica. Essa constatação fortalece a ideia de outros autores (JUSTINO et al., 2002 e PEREIRA et al., 2014) que relacionaram o aumento dos focos de calor com atividades agropecuárias nesse período. Os anos com os maiores registros de focos de calor foram 2010, 2011, 2014 e 2015, anos de ocorrência do ENOS. Apesar de os resultados levarem ao entendimento que o ENOS afeta as regiões brasileiras com o aumento do clima seco, o presente estudo revela ainda existir dúvida sobre a sua influência nas altas ocorrências de focos de calor, sendo preciso buscar mais respostas para esse questionamento.

Os resultados mostraram que dentre as regiões de Governo do estado do Rio de Janeiro que são acometidas pelo fogo, de acordo com teste de Pettitt, a região Centro-Sul Fluminense é a maior em número de focos de calor nos meses (abril e junho) e anos apontados pelo teste e, o município de Campos dos Goytacazes se sobressai com o maior registro de focos de calor durante período de estudo. Esse resultado pode estar relacionado com as atividades agropecuárias exercidas na região e município.

Embora existam diversas leis de proteção ao meio ambiente, poucas são as que abordam o tema incêndios florestais. E, a Mata Atlântica apesar de ter uma grande importância para a sociedade e para o clima, não possui um objeto que fale diretamente da ocorrência de incêndios e queimadas em sua dimensão. Portanto, as leis que deveriam assegurar a proteção e conservação desse bioma deixaram de fora o fogo que é um dos objetos com maior potencial de destruição da floresta. É necessário abordar de forma clara sobre essa questão na Lei Federal de proteção da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006), assim como as penalidades para quem cometer esse tipo de infração.

É importante ressaltar que mesmo tendo tido um número alarmante de focos de calor, nem todos são considerados incêndios florestais ou queimadas e, portanto, esse número pode ser menor se considerados apenas as atividades relacionadas ao fogo em vegetação.

RECOMENDAÇÃO

Para que haja uma maior conservação ambiental e melhor monitoramento, caberá a Gestão Pública do estado do Rio de Janeiro adotar medidas além das que já existe como proporcionar educação ambiental aos produtores donos de propriedades em UC's e em seus entornos; acompanhar semanalmente as propriedades rurais com vista a garantir a integridade da vegetação e a preservação da fauna e da flora e por ultimo, propor medidas mitigadoras para os incêndios como curso de combate a incêndios para cidadãos comuns e proprietários rurais.

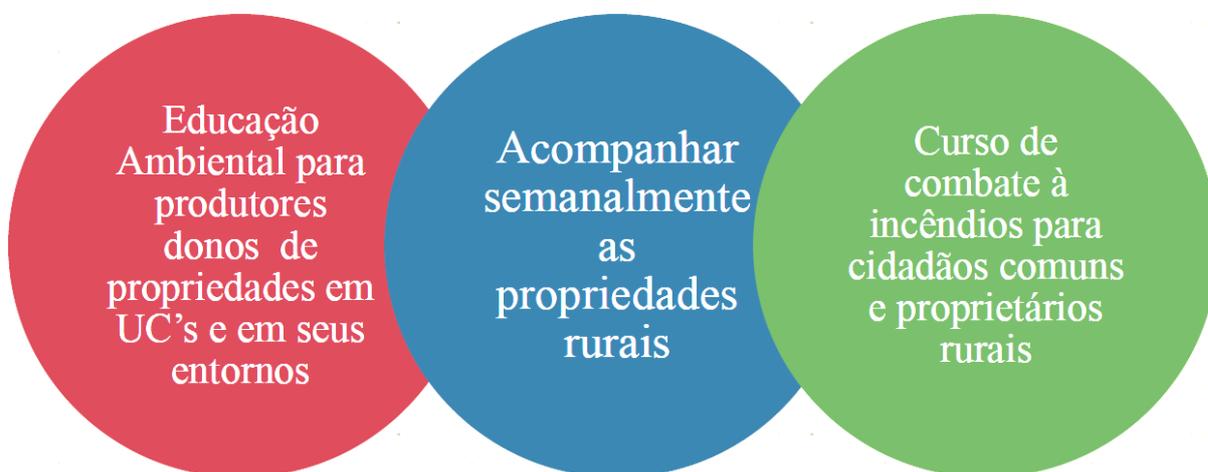


Figura 14: Diagrama de Sugestões. Fonte: Autor

É importante ressaltar que esse estudo não acaba aqui, sendo necessárias pesquisas complementares para responder questões que não puderam ser respondidas, sendo importante relacionar os focos de calor com o índice de seca SPI nas suas escalas temporais e adota-lo como forma de monitoramento. É fundamental também apontar outras formas de estudo, outros questionamentos para sanar dúvidas ainda pendentes com relação à influência do modo de variabilidade climática ENOS sobre o clima da região sudeste e, a possível interferência nos índices de focos de calor.

REFERÊNCIAS

ANDRE, R.G.B *et al.* *Identificação de regiões pluviometricamente homogêneas no estado do Rio de Janeiro, utilizando-se valores mensais*. 4 ed. [S.L]. Revista Brasileira de Meteorologia, 2008. 08p.

ANDREAE, M.O. *Biomass burning: Its history, use and distribution its impact on environmental quality and global climate, in Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic and Biospheric Implications*, editado por J.S Levine, MIT Pres, Cambridge, Mass., 1991. 18p.

AXIMOFF, I. *O que Perdemos com a Passagem do Fogo pelos Campos de Altitude do Estado do Rio de Janeiro*. 2 ed. [S.L]. Biodiversidade Brasileira, 2011. 20p.

BRASIL. Constituição Federal, de 05 de outubro de 1988. Disponível em:

<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em: 02 fev. 2016

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm> Acesso em: 02 fev. 2016

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm> Acesso em: 02 abr. 2016

Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm> Acesso em: 02 fev. 2016

BRITO, T. T. *Regiões Homogêneas de Precipitação e Caracterização de Períodos Secos e Úmidos no Estado do Rio de Janeiro*. 2014.105p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Biosistemas). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 2014.

Camila D. da Costa. *Variabilidade intranual da precipitação pluvial mensal no estado do Rio de Janeiro*. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2009.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC/INPE

Disponível em: <www.clima1.cptec.inpe.br> Acesso em: 11 nov. 2015

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC/INPE

Disponível em: <<http://infoclima1.cptec.inpe.br/>> Acesso em: 31 mar. 2016

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC/INPE

Disponível em: <www.sigma.cptec.inpe.br/queimadas> Acesso em: 03 fev. 2016

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC/INPE

Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>> Acesso em: 03 fev. 2016

CENTRO DE ESTATÍSTICAS, ESTUDOS E PESQUISAS - CEPERJ

Disponível em: < : http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info_territorios/divis_regional.html> Acesso em: 10 fev. 2011

CENTRO DE ESTATÍSTICAS, ESTUDOS E PESQUISAS - CEPERJ

Disponível em: <http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info_territorios/divis_regional.html>
Acesso em: 04 abr. 2016

BOLETIM CLIMANÁLISE. Disponível em: <
<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>> Acesso em: 11 nov. 2015

CAÚLA, R.H. *Tendências dos focos de calor obtidos por satélites meteorológicos e a sua relação com o Uso e Ocupação do solo no estado do Rio de Janeiro*. 2014. 55p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Floresta, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.

COURA, P.H.F.C. *O uso de variáveis geomorfológicas no estudo da suscetibilidade à ocorrência de incêndios no estado do Rio de Janeiro*. 2 ed. Revista de Geografia. Recife: 2010.

CUSTÓDIO, M.M. Incêndios Florestais no Brasil. In: Conferência apresentada ao Grupo de Estudos de Incêndios Florestais da Universidade de Valladolid em outubro de 2006.

DEAN, W. *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. 3 ed. São Paulo: Manguinhos, 1996. 484p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA

Disponível em:

<<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/agromet/elninolanina/plantar.html>> Acesso em: 08 dez.2015

FARIAS, A.M.L *Métodos Estatísticos Aplicados à Economia I (GET00117) Estatística*. UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. Instituto de Matemática e Estatística, agosto de 2015. Disponível em: http://www.est.uff.br/images/meusarquivos/matdidatico/get00117_1-0.pdf

FRANKE, C.R *et al. Mata Atlântica e Biodiversidade*. Salvador: Edufba, 2005

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*. 3 ed. [S.L]. Revista Brasileira de Geografia Física, 2011. 15p.

Fundação SOS Mata Atlântica & INPE. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 2013-2014*. Relatório final. São Paulo. 2015. 60p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=33&search=rio-de-janeiro> Acesso em: 08 out. 2015

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVAVEIS - IBAMA. Disponível em:

<<http://www.ibama.gov.br/institucional/perguntas-frequentes>> Acesso em: 09 out. 2015

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVAVEIS - IBAMA. Disponível em: <
<http://ibama.gov.br/prevfogo/mudancasclimaticas>> Acesso em: 10 mar. 2016

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Disponível em:
<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/faq.php> Acesso em: 15 mar. 2016

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. Disponível em:
<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/MataAtlantica/index.htm&lang=PT-BR> Acesso em: 09 Out. 2015

JACOBI, L. F *et al.* Caracterização das queimadas acidentais em campo, no Município de Santa Maria-RS. 3 ed. Santa Maria: Ciência Rural, 2009. 04p.

JUSTINO, F.B *et al.* Relação entre “focos de calor” e condições meteorológicas no Brasil. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia , Foz do Iguaçu – PR, 2002. 2086-2091p.

LEDO *et al.* Influencia do padrão de precipitação na ocorrência e evolução temporal de focos de calor na região central do Brasil. In: XIV Congresso de Meteorologia, Florianópolis – SC, 2006. 05p.

MARTINEZ *et al.* *Análise das relações entre desflorestamentos e focos de calor. Estudo de caso nos municípios de Altamira e São Félix do Xingu, no estado do Pará.* 4 ed. Viçosa – MG: Sociedade de Investigações Florestais, 2007. 07p.

MEDRI, W. *Análise exploratória de dados.* Londrina, Paraná, 2011. 342 p

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica> Acesso em: 09 out. 2015

MINUZZI, R.B *et al.* *Climatologia do comportamento do período chuvoso da região sudeste do Brasil*. 3 ed. [S.L]. Revista Brasileira de Meteorologia, 2007. 06p.

OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F; DELGADO *et al.* *Análise da Precipitação e sua Relação com Sistemas Meteorológicos em Seropédica, Rio de Janeiro*. Floresta e Ambiente, 2014. 21 : 09p.

PEREIRA, A.A *et al.* *Frequência espaço-temporal dos focos ativos em Minas Gerais durante o período de 1999 a 2009*. 3 ed. [S.L]. CERNE, 2014. 10p.

PEREIRA, J.A.R. *Monitoramento dos incêndios florestais e queimadas no Brasil*. 2 ed. Curitiba: Floresta, 2004. 255p.

PETTITT, A.N. *A non-parametric approach to the change-point problem*. Applied Statistics. Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics), 1979. 28: 06p.

PROJETO BIODIVERSIDADE, QUÍMICA E BIOLOGIA – I-FLORA. Disponível em: http://www.i-flora.iq.ufrj.br/sobrerj_abiol.html Acesso em: 21 jun. 2016

REBOITA, M.S *et al.* *Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica*. 2 ed. [S.L]. Revista Brasileira de Meteorologia, 2010. 09p.

SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION – SRTM. Disponível em: <http://srtm.usgs.gov/> Acesso em: 14 jan. 2016

SOARES, R.V; SANTOS, J.F. *Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997*. 2 ed. Curitiba. Floresta, 2002. 06p.