



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

RODRIGO DA CONCEIÇÃO COSTA

**MAPEAMENTO E ANÁLISE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE ESTADUAL
PEDRA BRANCA, RIO DE JANEIRO - RJ**

Prof. Dr. BRUNO ARAUJO FURTADO DE MENDONÇA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JULHO, 2017



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

RODRIGO DA CONCEIÇÃO COSTA

**MAPEAMENTO E ANÁLISE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE ESTADUAL
PEDRA BRANCA, RIO DE JANEIRO – RJ**

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. BRUNO ARAUJO FURTADO DE MENDONÇA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JULHO, 2017

**MAPEAMENTO E ANÁLISE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE ESTADUAL
PEDRA BRANCA, RIO DE JANEIRO – RJ**

RODRIGO DA CONCEIÇÃO COSTA

Monografia aprovada em 07 de julho de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Bruno Araújo Furtado de Mendonça – UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. Emanuel José Gomes de Araújo – UFRRJ
Membro

Prof. Dr. Rafael Coll Delgado – UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Deus
e toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus por ter permitido que tudo isso acontecesse em minha vida e que nunca me desamparou nos momentos difíceis, dando-me força e sabedoria quando precisei, além de proteção e saúde.

Aos meus pais que me incentivaram nesse caminho e sempre fizeram o impossível para que nunca desistisse, sem dúvida nenhuma, nunca teria conseguido alcançar essa etapa na minha vida se não fosse o apoio deles.

À minha irmã Gisele Costa e meu cunhado Fagner Duarte pelas palavras de incentivo nos momentos mais difíceis enfrentados, me dando apoio e encorajando a seguir em frente.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, seu corpo docente, direção administração e ao Instituto de Florestas que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior e pela experiência não só acadêmica, mas também de vida que me proporcionaram.

Ao professor Bruno Araújo Furtado de Mendonça, por ter me dado apoio quando resolvi falar sobre o tema, pela orientação, paciência, incentivo e pela amizade que foi construída durante esse período.

Aos membros da banca, professores Emanuel José Gomes de Araújo e Rafael Coll Delgado, pela contribuição valiosa neste trabalho.

À Fundação Parques e Jardins, mais especificamente a Diretoria de Arborização do Rio de Janeiro, por ter me mostrado o lado prático da atuação do Engenheiro Florestal em meio a uma cidade urbana, as dificuldades encontradas, os caminhos que ainda temos que vencer e também pela amizade que construí durante os dois anos que pude estar por lá.

Aos meus amigos, Ana Carolina, Danielle Freitas, Fernanda Duarte, João Paulo Ramos, Luiza Lapenne, Núbia Nunes e Priscilla Motta, a eles, agradeço o apoio, os momentos incríveis vivenciados, a amizade verdadeira, os ensinamentos que cada um com suas particularidades me proporcionou e a ajuda fundamental para a concretização do meu sonho. Não há dúvidas que sem eles minha caminhada seria difícil, pois ninguém consegue construir nada de concreto em sua vida, sozinho.

À todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, que por ventura não os citei e nem por isso são menos importantes, o meu muito obrigado.

RESUMO

O Bioma Mata Atlântica ocupa aproximadamente 13,04% do território nacional e é considerado um *hotspots* de biodiversidade mundial. O Parque Estadual da Pedra Branca está inserido no domínio Mata Atlântica, ocupa cerca de 10 % do município do Rio de Janeiro e desempenha um papel importante para a manutenção da qualidade de vida na cidade. Atualmente, o PEPB sofre com a ocorrência de grandes incêndios florestais. O presente trabalho tem como objetivo mapear e analisar os diferentes riscos de incêndios no Parque Estadual da Pedra Branca, no município do Rio de Janeiro, RJ; por meio da integralização do sistema viário, uso e ocupação do solo, focos de calor e precipitação no ArcGIS® 10.2. Foram gerados três mapas de riscos para cada período de chuvas. O período que obteve o risco de incêndio maior foi o de estiagem com 33,25 % do território com risco médio e 6,08 % com risco alto. A partir da integração e análise dos mapas, concluiu-se que os resultados estão diretamente relacionados à ação antrópica.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Incêndio florestais; Risco de incêndio, Parque Estadual da Pedra Branca

ABSTRACT

The Atlantic Forest Biome occupies approximately 13.04% of the national territory and it's considered a hotspot of world biodiversity. The Pedra Branca State Park is inserted in the Atlantic forest domain, occupying around 10% of Rio de Janeiro's County and performs an important role to the maintenance of the quality of life in the city. Currently, the park suffers from the occurrence of great forest fires. The present work focus on mapping and analyzing the different risks of fires in the Stade Park by the means of integrating the road system, use and occupation of the soil, heat focus, precipitation and subsidence at ArcGIS® 10.2. Three risk maps were generated for each rain period. The period that obtained the largest risk of fire was the drought period with 33.25% of the territory at medium risk and 6.08% with high risk. After the integration and analysis of the maps, it was concluded that the results are directly related to the anthropic action.

Keywords: Geoprocessing, Forest fire; Fire risk map, The Pedra Branca State Park

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Lista dos principais satélites usados pelo INPE, Brasil e suas características.....	5
Tabela 2. Área (ha) e porcentagem (%) dos principais usos do solo do Parque Estadual Pedra Branca, Rio de Janeiro - RJ	7
Tabela 3. Classificação do uso do solo.....	8
Tabela 4. Classificação da influência da distância do sistema viário	9
Tabela 5. Classificação da precipitação pluvial e coeficientes de risco de incêndios	10
Tabela 6. Área (ha) e proporção (%) do PEPB, segundo a classificação de risco para o período de janeiro a abril	12
Tabela 7. Área (ha) e proporção (%) do PEPB, segundo a classificação de risco para o período de maio a setembro.	14
Tabela 8. Área (ha) e proporção (%) do PEPB, segundo a classificação de risco para o período de outubro a dezembro	15

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localização das Vertentes no Parque Estadual Pedra Branca, Rio de Janeiro - RJ....	2
Figura 2. Limite do Parque Estadual da Pedra Branca no município do Rio de Janeiro, RJ	6
Figura 3. Mapa de uso e cobertura do solo no Parque Estadual Pedra Branca no município do Rio de Janeiro, RJ.....	7
Figura 4. Áreas de influência do sistema viário que corta o interior do Parque Estadual Pedra Branca, Rio de Janeiro - RJ.	8
Figura 5. Média mensal de precipitação da estação de Realengo, RJ..	9
Figura 6. Buffer de risco das fontes de calor registrada no interior do Parque Estadual Pedra Branca, Rio de Janeiro-RJ.	10
Figura 7. Fluxograma das principais atividades desenvolvidas na elaboração do Mapa de Risco do Parque Estadual Pedra Branca, Rio de Janeiro – RJ.	11
Figura 8. Mapa de risco de incêndio para o PEPB, Rio de Janeiro - RJ, no período de janeiro a abril.....	12
Figura 9. Mapa de risco de incêndio para o PEPB, Rio de Janeiro - RJ, no período de maio a setembro.	13
Figura 10. Mapa de risco de incêndio para o PEPB, Rio de Janeiro - RJ, no período de outubro a dezembro.	14

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	1
2.1. Parque Estadual Pedra Branca (PEPB).....	1
2.2. Incêndios Florestais	3
2.3. SIG e Mapeamento de Risco de Incêndios	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1. Área de estudo	6
3.2. Variáveis analisadas.....	6
3.2.1. Uso e cobertura do solo.....	6
3.2.2. Sistema viário.....	8
3.2.3. Precipitação Pluviométrica Mensal.....	9
3.2.4. Fontes de focos de calor.....	10
3.2.5. Integração dos temas	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5. CONCLUSÕES	16
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

1. INTRODUÇÃO

O Bioma Mata Atlântica ocupa aproximadamente 13,04% do território nacional e é constituído principalmente por floresta ao longo da costa litorânea que vai do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul (IBF, 2017). Alguns estudos ponderam que, o bioma devido à pressão antrópica, já perdeu pelo menos 70% de sua cobertura vegetal original, mas ainda continua abrigando mais de 60% de todas as espécies terrestres do planeta, o que o torna, um *hotspots* de biodiversidade mundial (MYERS et al., 2000).

O Rio de Janeiro está inserido integralmente no bioma Mata Atlântica e algumas estimativas apontam que o Estado por volta do século XVI, possuía uma cobertura florestal em 97% de seu território, ocupando uma importância bastante peculiar, pois sua localização coincide com uma das áreas de maior diversidade do Bioma (RBMA, 2017).

Criado pela Lei Estadual nº 2.377, de 28 de junho de 1974 e sob os domínios da Mata Atlântica, o Parque Estadual da Pedra Branca, tem seu território integralmente situado na zona oeste do município do Rio de Janeiro. Atualmente, é considerado um dos maiores parques naturais urbanos do mundo, com 12.500 hectares de extensão, área três vezes maior que o Parque Nacional da Tijuca, e abriga o ponto mais alto da cidade, o Pico da Pedra Branca, com 1.024 metros de altitude (INEA, 2013).

Por abrigar e manter uma proximidade com área urbana e possuir inúmeros acessos que avançam os limites da unidade, o parque hoje, sofre sérios problemas ambientais, como: presença e criação de animais no interior e entorno, captações clandestinas de água para abastecimento; supressão da vegetação nativa e substituição por espécies exóticas e invasoras, isolamento de populações mais sensíveis e grande incidência de incêndios florestais e queimada não controlada (INEA, 2013).

A ocorrência de grandes incêndios florestais em Unidades de Conservação são um dos vastos problemas ambientais enfrentados no Brasil. Sua existência de forma descontrolada, prejudica a manutenção de processos ecológicos e a conservação da biodiversidade. Na maioria das vezes, têm-se sua origem por ação humana e em condições ambientais favoráveis, como períodos de seca.

Segundo Dalcumune e Santos (2005), o mapeamento de áreas propícias à ocorrência de incêndios, possibilita uma análise rápida e precisa em situações de tomada de decisão. Os mapas gerados fornecem informações importantes em projetos de prevenção e combate a incêndios, no que tange, a definição de áreas e períodos do ano críticos que requerem mais fiscalização e atenção pelos Órgãos Ambientais competentes.

O objetivo do presente trabalho é elaborar diferentes mapas de riscos de incêndios para o Parque Estadual da Pedra Branca, no município do Rio de Janeiro, RJ, através de técnicas de geoprocessamento, contribuindo assim para a identificação de áreas que carecem de mais atenção no que refere a prevenção e combate a incêndio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Parque Estadual Pedra Branca (PEPB)

O Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), criado pela Lei Estadual nº 2.377 de junho de 1974, recebe esse nome, devido à proteção que atribui ao maciço do local, o Maciço da Pedra Branca, que possui uma coloração branca e formação calcária. Sobre o domínio da Mata Atlântica, é considerado o maior parque natural urbano do mundo, com uma superfície aproximada de 12.500 hectares, situadas acima da cota de 100 metros, nele encontra-se o ponto mais alto do município do Rio de Janeiro, o Pico da Pedra Branca, com 1.024 metros de altitude. (INEA, 2013)

Integralmente alocado na cidade do Rio de Janeiro, ocupa cerca de 10% do seu território e faz limite com boa parte dos bairros da zona oeste, entre eles: Taquara, Camorim, Vargem Pequena, Vargem Grande, Recreio dos Bandeirantes, Grumari, Jardim Sulacap, Realengo, Padre Miguel, Bangu, Senador Camará, Santíssimo, Campo Grande, Senador Vasconcelos, Guaratiba e Barra de Guaratiba (INEA, 2013). Têm-se seu território dividido em três vertentes principais como demonstra a Figura 1.

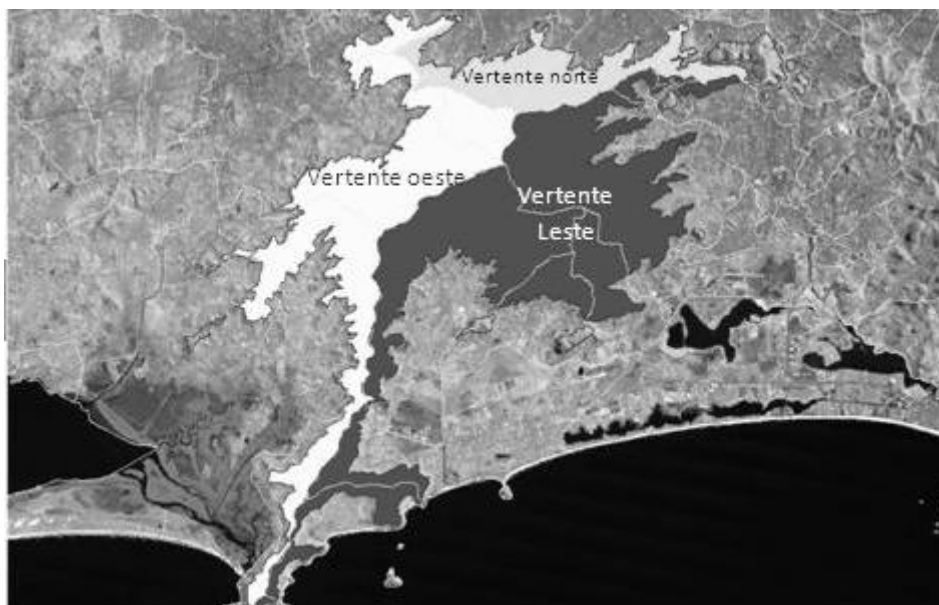


Figura 1. Localização das Vertentes no Parque Estadual Pedra Branca, Rio de Janeiro - RJ. Fonte: BRANDÃO E MIRANDA, (2012).

Segundo Oliveira, (2005), os primeiros registros de ocupação humana no local onde hoje conhecemos como Parque Estadual da Pedra Branca tem mais de três mil anos. Ainda conforme o autor, a área atualmente conhecida como Jacarepaguá e Guaratiba, abrigaram grupos de coletores-caçadores que tinham sua economia pautada na pesca, na coleta de moluscos e caça na encosta do Maciço da Pedra Branca.

INEA (2013 apud Drummond 1997) relata que, por meio do ano de 1100, os povos de coletores-caçadores existente no local, foram mortos e expulsos pelos índios Tupi, que apossou-se do litoral paulista e fluminense para realizar sua agricultura denominada de coivara. Ainda segundo o mesmo, esse tipo de agricultura desenvolvida, mesmo sendo de grande impacto, não acarretou grandes prejuízos na paisagem do local. Grandes mudanças começam a surgir na região com a chegada do domínio português.

Na cidade do Rio de Janeiro, o Maciço da Pedra Branca, simultaneamente com o Maciço da Tijuca, simboliza os dois grandes blocos de montanhas, que são importantes não só pela beleza cênica e biodiversidade que apresentam, mas também, pela contribuição ao abastecimento hídrico, manutenção das áreas de mananciais e equilíbrio climático e ambiental da cidade (INEA,2013).

Segundo INEA (2013 apud Costa, 2002 e Drummond, 1997), as florestas do Maciço da Pedra apresentam uma importância histórica para cidade, pois foram por elas que saíram em 1861 por ordem de Dom Pedro II, na tentativa frear a crise hídrica da cidade, as mudas que foram utilizadas no reflorestamento do Maciço da Tijuca, após longos períodos de devastação da região com a extração do pau-brasil e com os sucessivos ciclos econômicos que o precederam o período colonial, como o da cana-de-açúcar e do café.

Inicialmente, a sua proteção esteve relacionada à necessidade de preservação dos mananciais da região que abasteciam a cidade (INEA, 2013). De acordo com Costa, (2002)

em 1908 ocorreu em diversas áreas do manancial Camorim, desapropriação pela União e a ampliação do açude e sistemas de distribuição e tratamento de água.

Posteriormente, com a Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), o Parque Estadual da Pedra Branca foi inserido a unidade de conservação do grupo proteção integral, que visa a proteção dos recursos naturais, numa visão mais ampla, através do uso indireto do seus recursos, o que permite somente a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. O que segundo Pinto (2008), representa um grupo de proteção de maior relevância para a preservação da biodiversidade e ocupa menos de 3% da superfície do território brasileiro.

Atualmente, conforme o Inea (2016), existem no Estado do Rio de Janeiro, um total de 55 Unidades de Conservação, entre estaduais e federais. Destas, 31 são de proteção integral e juntas protegem boa parte da Mata Atlântica e ecossistemas associados.

Em 11 de julho de 2011, o Ministério do Meio Ambiente, pela Portaria nº 245 criou o Mosaico Carioca, que compreende 23 unidades de conservação localizadas na cidade do Rio de Janeiro, dentre elas o Parque Estadual da Pedra Branca. Um dos objetivos desse Mosaico, é a realização de um corredor ecológico ligando o Maciço da Pedra Branca ao Maciço da Tijuca (INEA,2013).

2.2. Incêndios Florestais

Compreende-se como incêndio florestal todo fogo de livre propagação, sem controle, que incide sobre qualquer forma de vegetação e que atua por influência do clima e relevo. Constituem um dos fatores mais importantes na redução de bosques e florestas no mundo, acarretando: destruição da flora e fauna local, morte dos microrganismos, ressecamento e perda de nutrientes do solo, destruição de belezas cênicas e aumento e disseminação de pragas no meio ambiente (SILVA,1998).

Muitas vezes, o incêndio florestal é confundido com queimada controlada, no qual trata-se de uma prática florestal ou agropecuária, onde a utilização do fogo de forma racional é permitida e auxilia no manejo de combustível seco e na produção. As causas dos incêndios florestais são variadas. Porém, na sua grande maioria são ocasionadas por ação antrópica de forma acidental ou intencional. Em geral, os incêndios de causas naturais restringem-se a uma pequena parcela do número total de ocorrências.

Para entender melhor as causas, Rodrigues (2008, apud Dias 2007) propôs dividi-las nos seguintes grupos:

- Analfabetismo ambiental – desconhecimento dos processos que asseguram a vida na terra;
- Cultura/costumes e comportamento – fogos de artifícios/balões, rituais religiosos, queima de lixo, distúrbios psíquicos (piromania), fogueiras de acampamentos, litígios com o IBAMA e outros (vingança);
- Extrativismo – extração da flora, extração de madeira, extração de mel, caça e “limpeza” de área de extração mineral;
- Fenômenos Naturais – raios, combustão natural, efeito lupa;
- Incidentes – preparação de aceiros, fagulhas de máquinas, rompimento de cabos de alta tensão e reignição;

- Política Agrária – incentivo para práticas agropecuárias não sustentáveis, como o uso do fogo para realizar “limpeza” de áreas, queima de restos de exploração florestal, queima de cana; e despreparo dos rurícolas, que realizam manejo/controlado inadequado das queimadas;

De acordo com Silva (1998), os incêndios florestais acometem a vegetação de diferentes formas e podem ser classificadas em:

- Incêndios de superfície – a queima dá-se sobre as vegetações mortas e rasteiras, como as herbáceas, pedaços de troncos, folhas secas sob o solo, etc. Em geral, não causam danos às árvores de grande porte, porém acarretam grandes prejuízos às vegetações rasteiras e plantas jovens, principalmente em estágio de regeneração.
- Incêndios de copa – afetam as copas das árvores e possui uma grande velocidade e intensidade de propagação, pois nos locais onde ocorrem encontra-se grande circulação de ar. Acometem com maior frequência as florestas de coníferas e pinares da América do Norte e Europa. Devido à sua rapidez, é o que mais afeta a vida silvestre e urbanas.
- Incêndios Subterrâneo - propagam-se por debaixo da superfície terrestre, alimentando-se de matéria orgânica seca, raízes e turfas (material fino, bem compacto e de combustão lenta e contínua). Ao contrário dos demais, esse tipo de incêndio alastra-se lentamente.

Os fatores mais relacionados e que afetam os incêndios florestais, segundo Silva, (1998) são:

- Material combustível – fundamental para ocorrência e propagação do fogo, é um dos componentes do tetraedro e não há possibilidade de ocorrência de ignições, se não houver material combustível para queimar. A probabilidade e velocidade de incêndios aumenta, quanto mais seco estiver o combustível florestal, mais abundante for e houver uma maior quantidade de calor desprendido.
- Topografia – relativas à superfície terrestre e decisivas no comportamento do fogo, auxiliam na velocidade de propagação à medida que a declividade aumenta, fazendo com que o fogo atinja áreas localizadas em elevações superiores. No entanto, podem agir como barreiras naturais, impedindo ou dificultando a propagação por meio da presença de rios, córregos, caminhos pedregosos, etc.
- Condições climáticas – são fatores que agem de forma direta sobre o material combustível e são relevantes na propagação de incêndios florestais. São eles:
 - a) Precipitação – sua ausência é o fator climático que mais influencia na ocorrência de incêndios. Afeta diretamente a umidade do material combustível e a temperatura do ar;
 - b) Umidade Relativa do Ar – a quantidade de vapor d’água presente no ar afeta o teor de umidade dos materiais combustíveis, fazendo com que fiquem secos e propensos à incêndios. No combate, são importantes, já que incêndios durante o dia são mais difíceis de se controlar do que a noite, visto que a umidade relativa do ar nesse período é baixa.
 - c) Temperatura do ar – influência de forma indireta, afetando a umidade relativa do material combustível, favorecendo assim, a sua ignição, ativação e posterior combustão.
 - d) Vento – atua na forma e velocidade de propagação de incêndios, sendo o principal fator na taxa de combustão, uma vez que afeta a taxa de suprimento de oxigênio durante a

queima do combustível. Os ventos fortes podem aumentar a disseminação do incêndio, jogando fagulhas e pedaços de madeira em chamas para áreas adjacentes, transformando os focos de incêndios, em perigosos e de difícil controle;

2.3. SIG e Mapeamento de Risco de Incêndios

No Brasil, devido à grande extensão territorial, o monitoramento dos incêndios florestais por satélites é a maneira mais eficiente e de baixo custo operacional, que facilita o planejamento de atividades de controle e a avaliação dos efeitos que o fogo acarreta sobre a atmosfera (BATISTA, 2004).

De acordo com Remmel e Perera, (2001), as alterações de áreas florestais no espaço, somente pode ser detectada em 1972, com o lançamento do primeiro satélite Landsat. Ainda de acordo com o mesmo, o uso dessas imagens termais e do infravermelho médio, persiste até os dias atuais, com os principais satélites ativos em órbita usados pelo INPE (Tabela 1), facilitando a detecção e mapeamento de incêndios.

Tabela 1. Lista dos principais satélites usados pelo INPE, Brasil e suas características

Satélite	Lançamento	Altitude (km)	Resolução espacial (km)	Resolução temporal
NOAA-12	05/1991	833	1,1	Diária
NOAA-14	12/1994	870	1,1	Diária
NOAA-15	05/1998	833	1,1	Diária
TERRA	12/1999	705	1	1 a 2 dias
GOES 10	04/1997	36000	4	15 minutos
GOES 12	07/2001	36000	5	30 minutos
GOES 13	05/2006	36000	6	30 minutos
AQUA	05/2002	705	1	1 a 2 dias
ERS-2	04/1995	785	1	3, 35 e 176 dias
TRMM	11/1997	350	2,1	3 horas
METEOSAT	11/2005	36000	3	15 minutos

Fonte: INPE

Desde a década de 1980, o INPE, órgão brasileiro responsável por monitorar áreas de incêndios no Brasil, vem desenvolvendo um sistema operacional de detecção de queimadas e incêndios que a partir de 1998 começou a ser feito em conjunto com o IBAMA (BATISTA 2004).

Para Pezzopane et al. (2001), o uso de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) simplifica bastante os estudos temporais e espaciais de previsão e combate aos incêndios e a detecção de locais de maior risco. Paz et al. (2011), defende a ideia que os mapas de riscos feitos a partir de um SIG auxiliam os gestores florestais a planejar estratégia de prevenção.

O monitoramento dos incêndios florestais no Brasil ainda é deficiente, devido às limitações técnicas do sistema e a falta de correlação entre o comportamento do fogo e as características ambientais locais (BATISTA 2004). O que para Razafimpanilo et al (1995), está intimamente relacionada a eficiência do monitoramento de incêndios por satélites.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) está localizado no município do Rio de Janeiro, situado entre as coordenadas 22° 55' e 23° 05' Sul e 43° 20' e 43° 40' Oeste. (Figura 2)

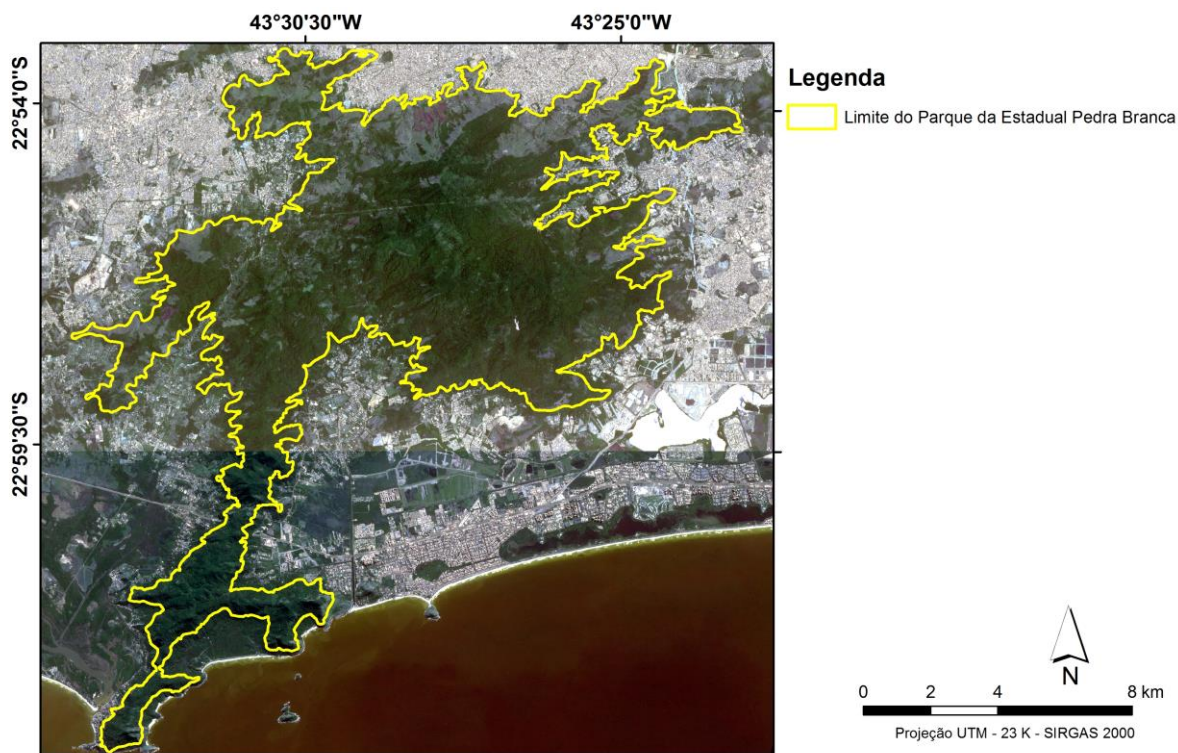


Figura 2. Limite do Parque Estadual da Pedra Branca no município do Rio de Janeiro, RJ

O clima do parque, segundo a classificação de Köppen é do tipo Af, ou seja, clima Tropical Úmido sem uma estação seca, com precipitação pluviométrica máxima de dezembro a março (verão) e o de precipitação mínima, de junho a agosto (inverno). Sua vegetação é composta por Floresta Ombrófila Densa Submontana, que abrange 83% da área total da unidade, e Floresta Ombrófila Densa Montana, que abrange 16 % de área. Registra-se um total de 934 espécies pertencentes a 118 famílias botânicas, deste total 157 são endêmicos do Brasil (36,6%), 267 são endêmicos da Floresta Atlântica (62,2%) e cinco são endêmicos do Rio de Janeiro (1,2%). (INEA,2013)

3.2. Variáveis analisadas

A fim de realizar o mapeamento e análise do risco de incêndios no interior do Parque Estadual Pedra Branca (PEPB), optou-se por considerar as variáveis: usos e cobertura do solo, sistema viário, precipitação pluviométrica e fontes de foco de calor obtidas no site do INPE.

3.2.1. Uso e cobertura do solo

Para caracterizar os diferentes usos e cobertura do solo no PEPB foi realizada a interpretação visual em duas cenas do satélite Rapideye (12/07/2015 e 12/01/2015), compondo um mosaico e utilizando uma escala de 1:500.000. As imagens foram obtidas através do Geo Catálogo do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2017), e foram

selecionadas imagens sem cobertura de nuvens e as mais recentes. O processamento dos dados e a elaboração dos mapas foi realizado no software ArcGIS® 10.2. Foram mapeadas as seguintes classes de uso e cobertura do solo: Florestas, Pastagens, Afloramento rochoso e Área urbanizada (Figura 3)

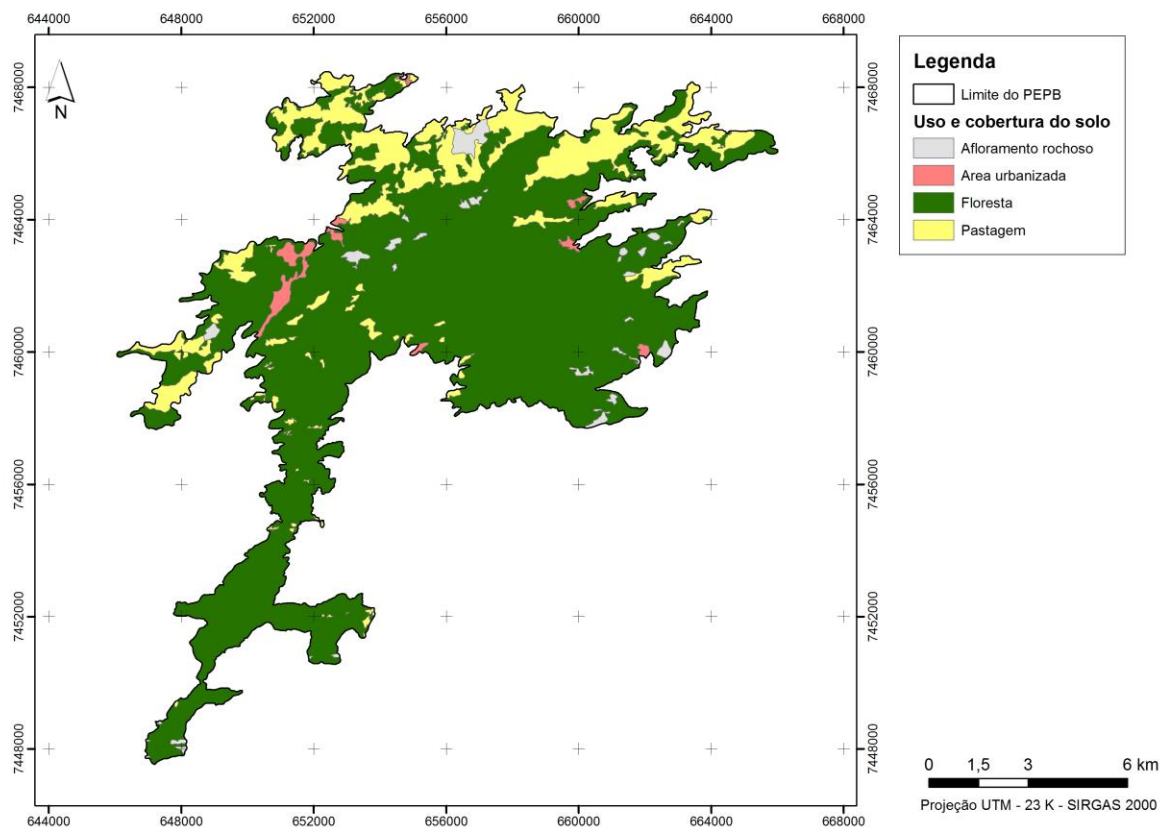


Figura 3. Mapa de uso e cobertura do solo no Parque Estadual Pedra Branca no município do Rio de Janeiro, RJ.

Na Tabela 5 é possível observar os principais usos e cobertura do solo no interior parque e suas respectivas proporções.

Tabela 2. Área (ha) e porcentagem (%) dos principais usos do solo do Parque Estadual Pedra Branca, Rio de Janeiro - RJ

Uso	Área (ha)	Porcentagem (%)
Afloramento rochoso	233,22	1,87
Floresta	10024,96	80,23
Pastagem	2063	16,51
Área urbanizada	173,36	1,39
Área Total do PEPB	12494,54	100

Sabe-se que cada tipo de uso e ocupação do solo pode apresentar um risco maior ou menor de propagação de incêndio. Neste sentido, cada tipo de uso e cobertura do solo foi classificado de acordo com uma classe de risco de incêndio e atribuído um coeficiente, segundo uma adaptação de Dalcumune e Santos (2005), Freire et al. (2002) e Oliveira et al. (2004). Como mostra a Tabela 3 a seguir:

Tabela 3. Classificação do uso do solo

Uso e cobertura do solo	Risco	Coefficiente
Afloramento rochoso	Baixo	1
Floresta	Alto	2
Pastagem	Muito alto	3
Área urbanizada	Baixo	1

Fonte: adaptada de Dalcumune e Santos (2005), Freire et al. (2002) e Oliveira et al. (2004)

3.2.2. Sistema viário

Para identificar os sistemas viários, que inclui as ruas e vias que cortam o interior do parque foi utilizado a base de dados do INEA. A partir da base de dados, realizou-se um buffer de 10, 20, 30 e 40 m, respectivamente no software ArcGIS® 10.2 para correlacionar à influência da relação entre o risco de incêndios e a distância de vias. (Figura 4)

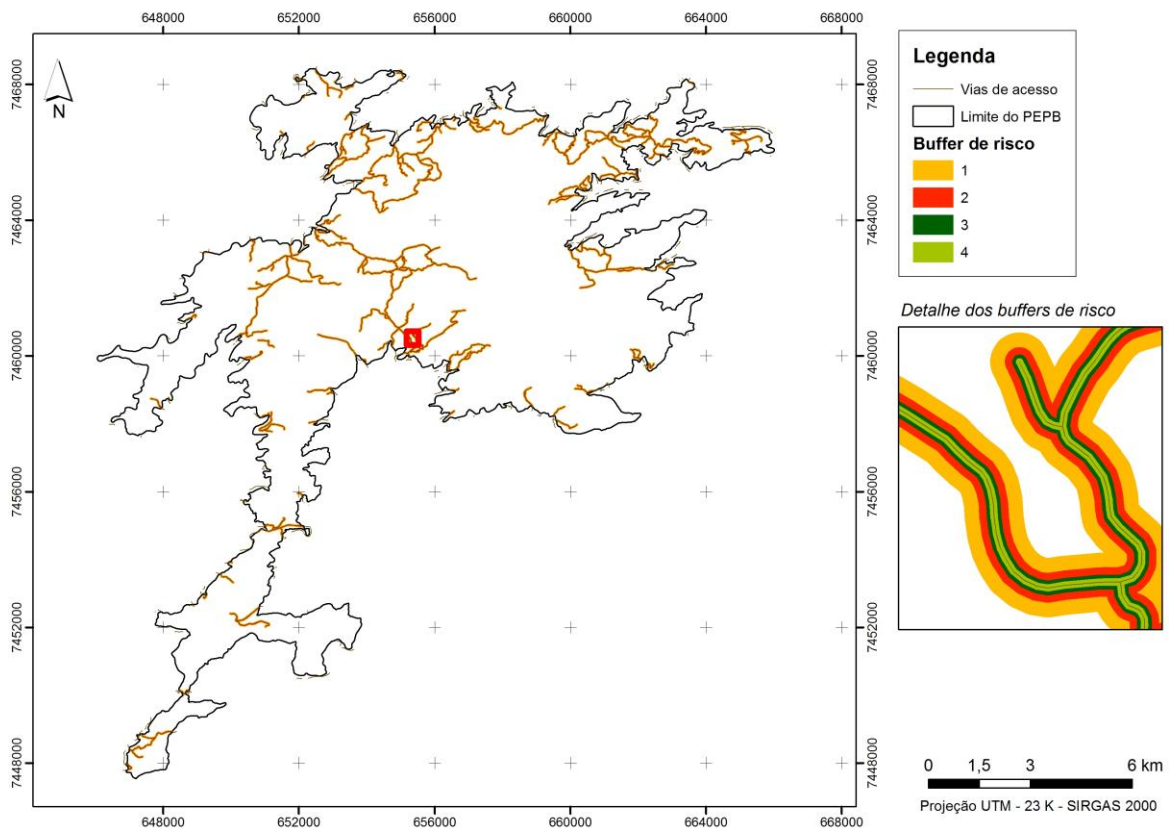


Figura 4. Áreas de influência do sistema viário que corta o interior do Parque Estadual Pedra Branca, Rio de Janeiro - RJ.

A cada distância foi atribuído um coeficiente e uma classificação de risco.

Tabela 4. Classificação da influência da distância do sistema viário

Classes (m)	Coefficiente	Risco
Acima de 40	0	Nulo
20 - 40	1	Baixo
10 - 20	2	Moderado
5 - 10	3	Alto
0 - 5	4	Muito alto

Fonte: adaptada de Freire et al. (2002) e Salas e Chuvieco (1994)

3.2.3. Precipitação Pluviométrica Mensal

Devida a variabilidade de clima no Estado do Rio de Janeiro, optou-se no trabalho por coletar os dados de precipitação do bairro de Realengo, um dos locais adjacentes ao objeto de estudo. Os dados foram coletados no site da Agência Nacional de Águas (ANA) no período compreendido entre 1965 a 1995 (Figura 5), sendo assim, ultrapassando a série mínima de 10 anos recomendada por Nieuwolt (1977) como referência de estabilidade para análise pluviométrica de caráter temporal.

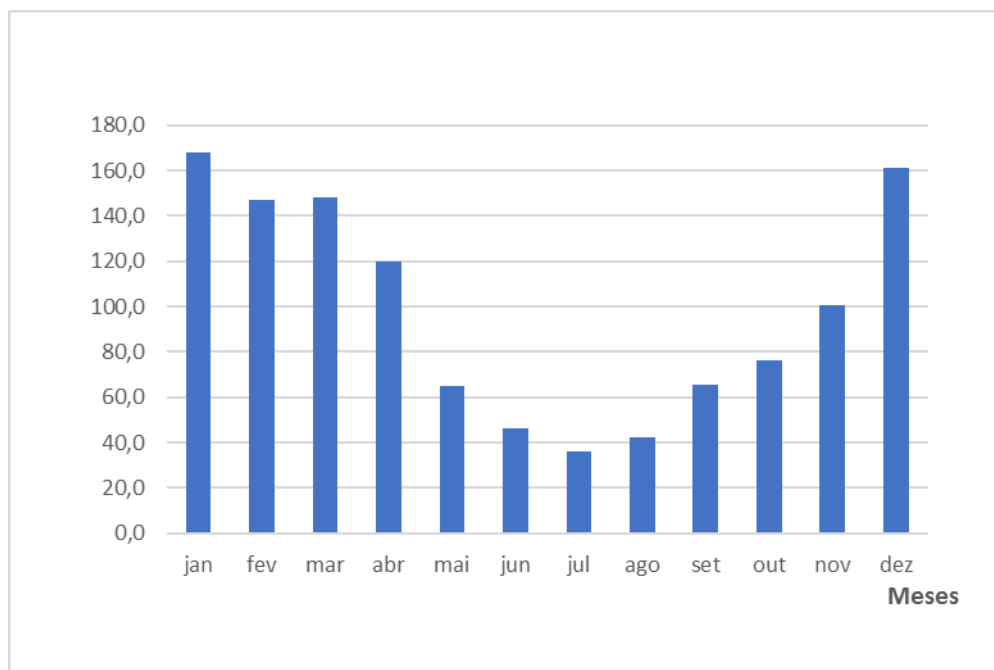


Figura 5. Média mensal de precipitação da estação de Realengo, RJ. Fonte: Agência Nacional de Água (ANA).

Para o processamento desta variável no mapeamento de risco, utilizou-se a média mensal da precipitação entre os anos de 1965 a 1995, justamente para uniformizar e minimizar as variações ocorridas de acordo com o mês e estação do ano. Pode-se então, obter três períodos de risco distintos para o intervalo analisado, de acordo com os períodos de precipitação pluviométrica classificados na Tabela 5, os quais foram adaptados em classes de risco segundo os trabalhos de Oliveira et al. (2004).

Tabela 5. Classificação da precipitação pluvial e coeficientes de risco de incêndios

Classes (mm)	Coefficiente	Risco
200 - 100	2	Moderado
100 - 50	3	Alto
Abaixo de 50	4	Muito alto

Fonte: adaptada de Oliveira et al. (2004)

3.2.4. Fontes de focos de calor

Os dados de focos de calor foram coletados no formato shapefile (*.shp), no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (<https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas>), no período entre 1999 a 2016. Foram utilizados todos os satélites disponíveis no site, o qual obteve-se um total de 70 focos. Realizou-se um buffer das fontes de calor (Figura 6) de acordo com o tamanho do pixel de cada satélite para delimitar as áreas com maior risco de incêndios. Em seguida, foi adicionado o coeficiente 1 classificado como risco muito alto para as áreas dentro do raio e o coeficiente 0 para as áreas que estão fora do raio, classificando-as como risco baixo. Neste trabalho, não houve a necessidade da exclusão de focos múltiplos, uma vez que todos os pontos ficaram dentro do raio de risco e não compartilharam as mesmas coordenadas e data.

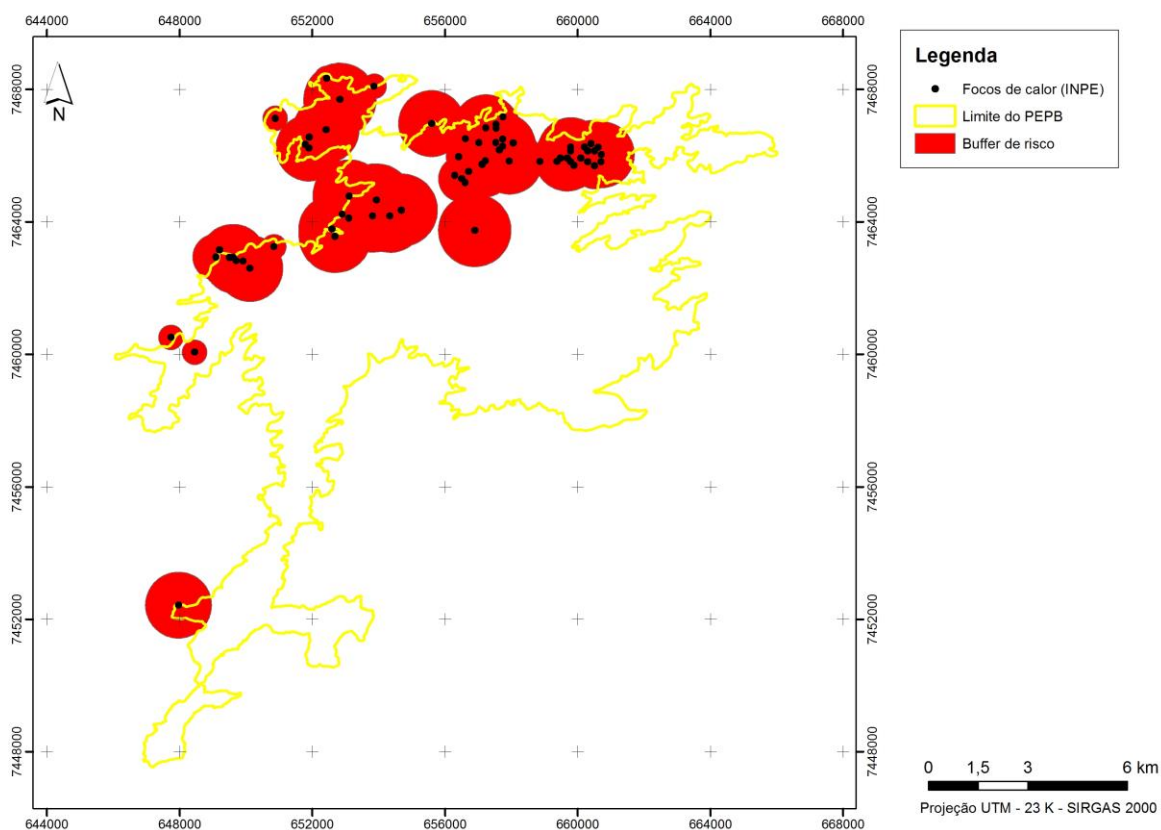


Figura 6. Buffer de risco das fontes de calor registrada no interior do Parque Estadual Pedra Branca, Rio de Janeiro-RJ. Fonte: INPE.

3.2.5. Integração dos temas

Para cada variável considerada na análise, foi criado um mapa de risco de incêndios de acordo com os coeficientes e o nível de risco considerado. Esses mapas foram integrados, somando-se os riscos de cada variável, e obteve-se o mapeamento de risco incêndios do Parque Estadual Pedra Branca, como mostra o fluxograma na Figura 7.

A álgebra de mapas foi realizada no ArcGIS® 10.2, onde foram somados os coeficientes de risco de cada variável, através da ferramenta Arc toolbox >> Spatial Analyst Tools >> Math >> Plus, gerando mapas temporais com as classes de risco pré-estabelecidas.

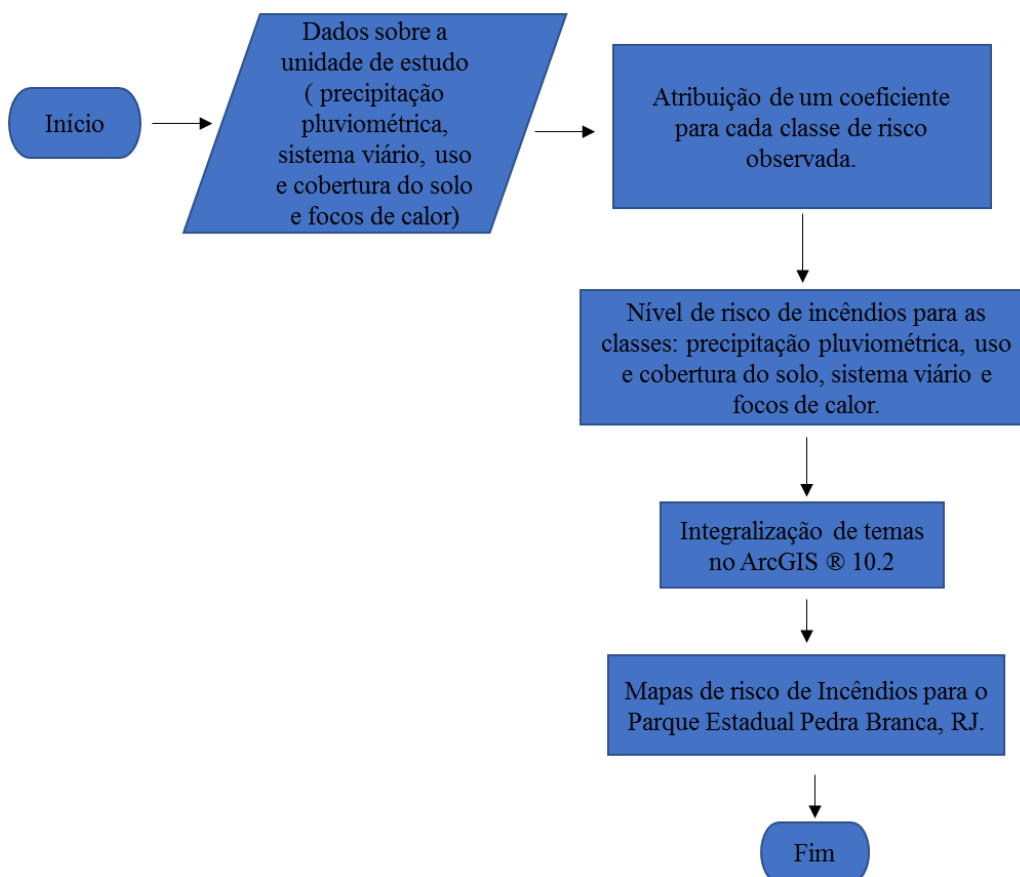


Figura 7. Fluxograma das principais atividades desenvolvidas na elaboração do Mapa de Risco do Parque Estadual Pedra Branca, Rio de Janeiro – RJ.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da integralização de temas, obteve-se três mapas de risco distintos para o parque, de acordo com os períodos médios de precipitação pluviométrica (Tabela 5).

Na Figura 8, o mapa de risco de incêndio para a unidade de conservação, nos períodos chuvosos. Pode-se observar que nos períodos de alta precipitação compreendido entre os meses de janeiro a abril, a maior proporção de área do parque apresenta risco de incêndio baixo, seguida de pequenas áreas com o risco médio de incêndio, concentradas mais na vertente norte e oeste. A vertente norte e oeste do Parque Estadual Pedra Branca apresenta uma vegetação composta por campos e gramíneas, coincidindo com as áreas urbanizadas de Bangu, Realengo e Senador Camará que se originaram de práticas do sistema de derrubada - pousio desenvolvidas no parque antes de sua criação (OLIVEIRA et al., 2009). Acredita-se que boa parte da população nessas vertentes ainda pratica esse tipo de atividade, o que somadas à criação de gados e o uso de fogo para a realização de limpeza do terreno, facilita o risco de incêndio mesmo em meses com alta concentração de chuvas.

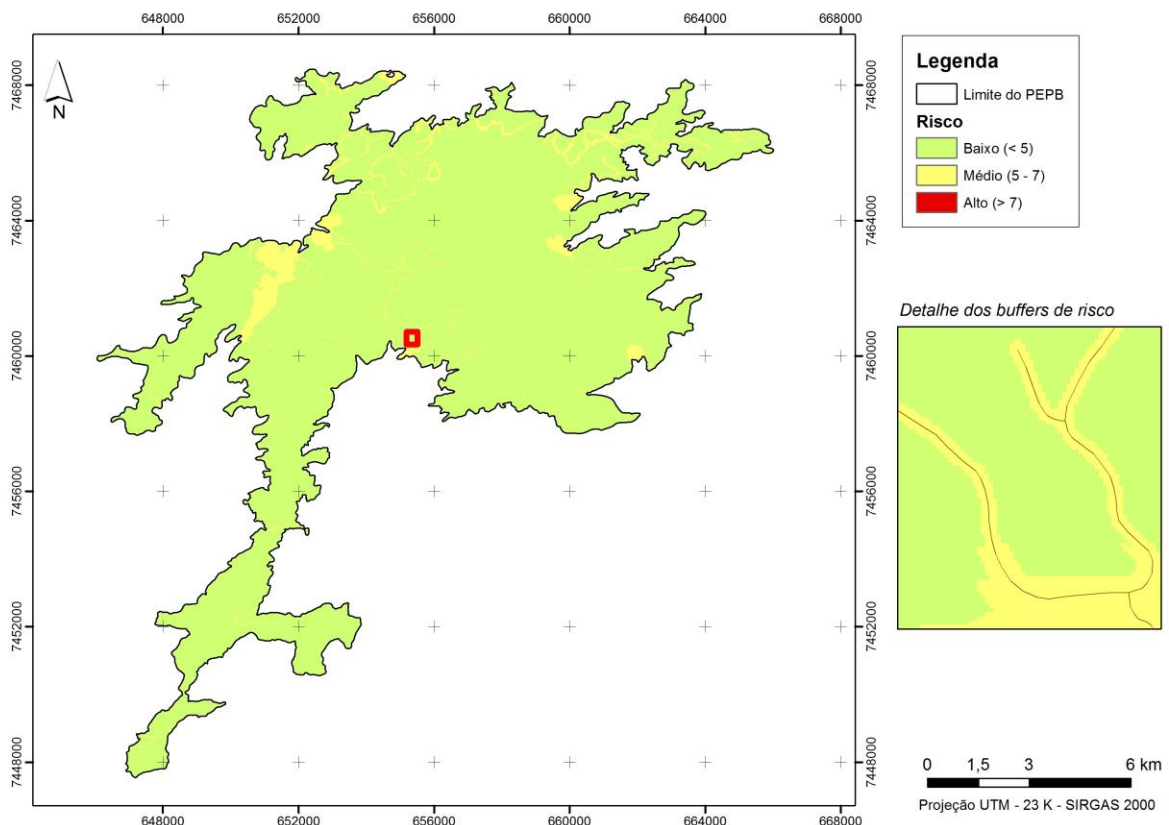


Figura 8. Mapa de risco de incêndio para o PEPB, Rio de Janeiro - RJ, no período de janeiro a abril.

Na tabela 6, pode-se observar a proporção de áreas segundo a classificação de risco neste período. Nota-se que num período onde há grande concentração de precipitação, o risco de incêndio classificado como alto é nulo na unidade, sendo 93,92 % do seu território classificada como risco baixo e 6,08 % como risco médio de incêndios.

Tabela 6. Área (ha) e proporção (%) do PEPB, segundo a classificação de risco para o período de janeiro a abril

Classificação de Risco	Área (ha)	Proporção do PEPB (%)
Baixo (<5)	11.728,66	93,92
Médio (5-7)	759,32	6,08
Alto (>7)	-	-

No período de estiagem, representado pelos meses de maio a setembro, pode-se observar na Figura 9, que a vertente norte e oeste concentrou a maior proporção de área classificada como risco médio e alto de incêndio.

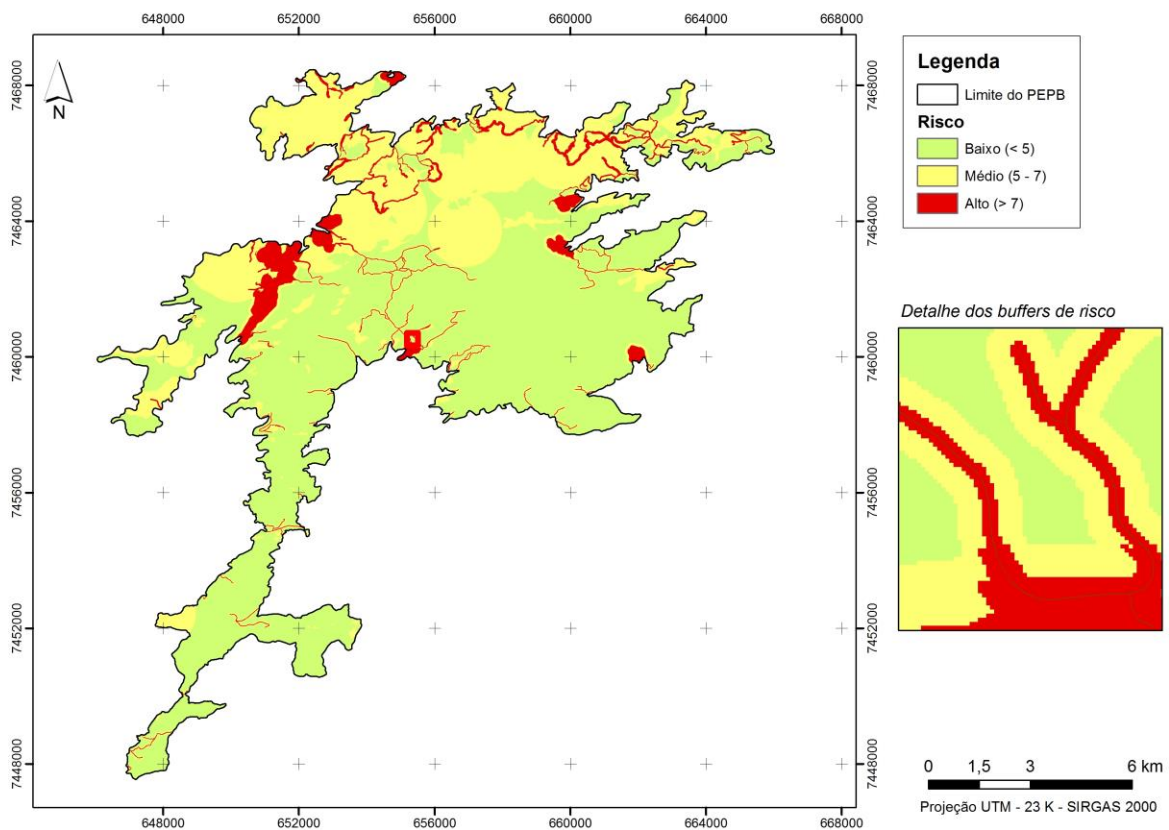


Figura 9. Mapa de risco de incêndio para o PEPB, Rio de Janeiro - RJ, no período de maio a setembro.

De acordo com Batista e Soares (2003), a face norte e oeste são as frações do parque que mais recebem radiação solar, o que favorece a diminuição do teor de umidade no solo. Aliando isto, ao fato de conter as maiores frações de áreas urbanizadas, vegetação do tipo pastagem e vias de circulação, temos um cenário de condições mais propícias a ocorrência de incêndios florestal. Isto porque, esta vegetação quando combinada à baixa umidade do ar, à escassez das chuvas orográficas e a maior exposição aos raios solares, facilita o início do incêndio e a sua propagação.

A vertente leste do parque, por sua vez, concentra a maior proporção de área classificada como risco baixo de incêndio, observando-se apenas alguns pontos de risco alto devido à proximidade com áreas urbanizadas. Segundo Brandão e Miranda (2012), essa vertente é a que recebe um maior deslocamento de massas de ar úmido vindo das brisas marítimas e por esse motivo destaca-se pela ocorrência de chuvas orográficas e por apresentar áreas de maior adensamento florestal, o que diminui de forma significativa a probabilidade de risco de incêndios.

Constata-se, também na Figura 9, que nesse período o risco de incêndio aumenta à medida que se aproxima do sistema viário. Isto ocorre, porque próximo a essas vias nessa época do ano, há um grande acúmulo de vegetação ressecada, que aliado ao mau uso antrópico, eleva consideravelmente o risco nestas regiões.

Na Tabela 7, está a proporção de área do Parque Estadual Pedra Branca, segundo a classificação de risco para o período de estiagem. Verifica-se na tabela que, neste período, devido as características meteorológicas, 60,67 % do território do parque apresenta risco baixo de incêndios, 33,25% risco médio e 6,08% risco alto.

Tabela 7. Área (ha) e proporção (%) do PEPB, segundo a classificação de risco para o período de maio a setembro.

Classificação de Risco	Área (ha)	Proporção do PEPB (%)
Baixo (<5)	7.576,53	60,67
Médio (5-7)	4.152,13	33,25
Alto (>7)	759,32	6,08

Na Figura 10 é apresentado o mapa de risco de incêndio para o Parque Estadual Pedra Branca no período de média precipitação, referente aos meses de outubro a dezembro.

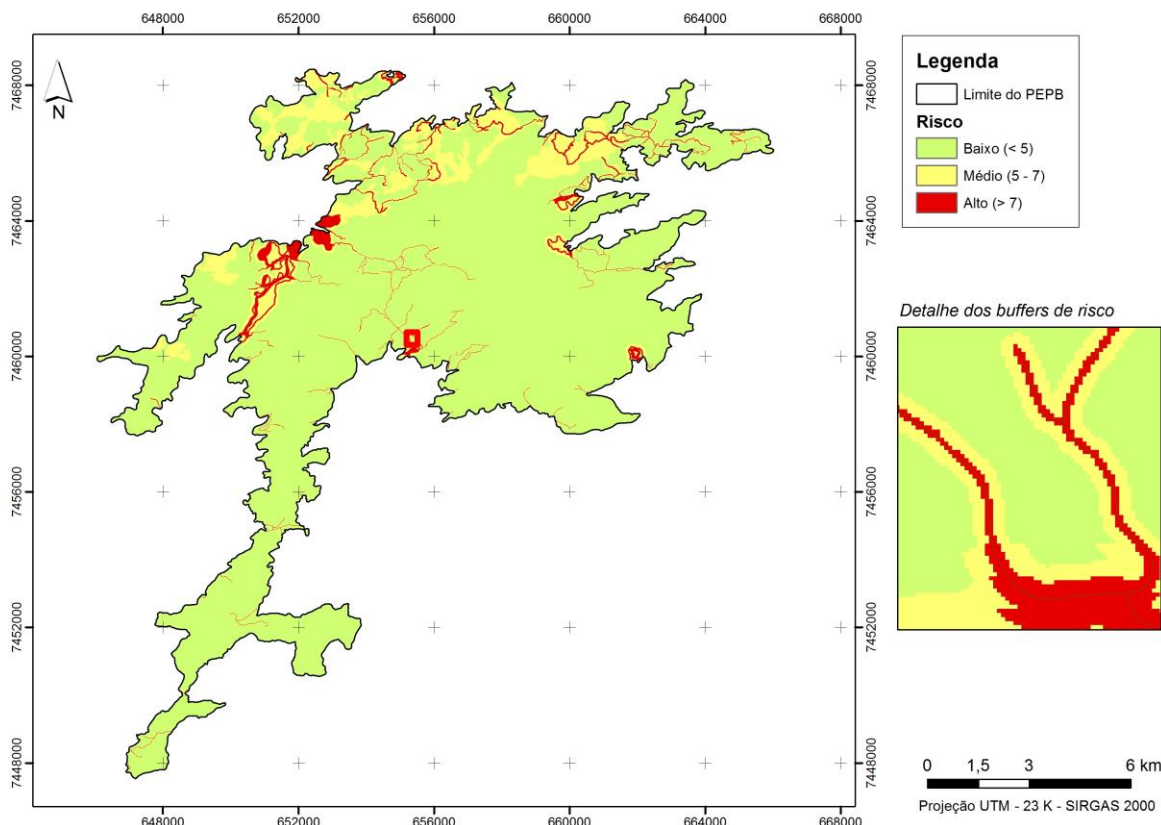


Figura 10. Mapa de risco de incêndio para o PEPB, Rio de Janeiro - RJ, no período de outubro a dezembro.

Neste cenário, o mapa demonstra que mesmo com o aumento gradativo da precipitação, o risco médio e alto ainda se mantém em boa parte da vertente norte e oeste e próximos aos sistemas viários. Comparando o presente mapa com o do período de estiagem, observa-se que na fração leste há uma redução rápida e significativa do risco classificado como alto, isto deve-se ao fato, já explicado anteriormente, das brisas marítimas. Na vertente norte, há uma redução da probabilidade de risco médio, geralmente relacionada pelo aumento da umidade do solo, o que diminui a inflamabilidade da vegetação.

A Tabela 8, mostra a proporção de área da unidade, de acordo com a classificação do mapa de risco feito para período de outubro a dezembro. De acordo com a tabela, 83,70% do parque apresenta risco baixo, 13,13% risco médio e 3,17% risco alto.

Tabela 8. Área (ha) e proporção (%) do PEPB, segundo a classificação de risco para o período de outubro a dezembro

Classificação de Risco	Área (ha)	Proporção do PEPB (%)
Baixo (<5)	10.451,92	83,70
Médio (5-7)	1.640,01	13,13
Alto (>7)	396,05	3,17

Ao analisar os mapas de riscos criados para o Parque Estadual Pedra Branca, verifica-se que em todas as observações a vertente oeste foi a que apresentou a maior proporção de índice de risco alto e médio, seguida da vertente norte com risco médio à ocorrência de incêndio.

Um estudo realizado por Brandão e Miranda (2012), mostrou que a vertente norte do parque apresentou o maior risco de incêndios. No entanto, cabe ressaltar que essa diferença de resultado pode ser atribuída às diferentes variáveis consideradas nos estudos. Na elaboração dos mapas de risco do presente trabalho, houve uma ênfase maior no uso antrópico da unidade, através da integralização dos mapas de uso e cobertura do solo e sistemas viários.

Apesar de ter sido alcançado o objetivo proposto, seria importante ainda agregar outras variáveis de clima como temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar, direção e velocidade do vento e entre outros. A integração destes outros fatores poderia enriquecer ainda mais este mapa de Índice de Risco de Incêndio.

5. CONCLUSÕES

- Os resultados demonstraram que a partir da integralização de temas foi possível elaborar diferentes cenários de riscos de acordo com o regime de chuvas.
- Os riscos de incêndios estão diretamente relacionados a ação antrópica realizada no parque, que aliado as condições climáticas e as características inerentes de cada vertente, potencializa a ocorrência de incêndios.
- A vertente que concentrou o maior risco a ocorrência de incêndios em todos os cenários realizado foi a vertente Oeste, seguida da Norte.
- Nas áreas com grande índice de risco de incêndios podem ser alocadas Brigadas de Combate a Incêndio em pontos estratégicos como medida de controle a pequenos focos, evitando assim, proporções superiores. É válido também a construção e/ou manutenção aceiros, o reflorestamento de pequenos cursos d'água formando pequenos açudes e a criação de pontos de tomada de água. Desta forma, é possível facilitar e agilizar o combate a incêndios pelo Corpo de Bombeiros.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, A.B. **Deteção de incêndios florestais por satélites**. Floresta 34 (2), Curitiba, Pr, 2004. 237 p.

BATISTA, A.C. e SOARES, R.V. **Manual de prevenção e combate a incêndios florestais- cursos de treinamento em controle de incêndios florestais**. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Curitiba-Paraná. 2003. 68p.

BRANDÃO, C.B e MIRANDA, R.A.C. **Relações entre elementos climáticos e geográficos nas ocorrências de incêndio florestal no Parque Estadual da Pedra Branca-RJ**. *Revista Brasileira de Climatologia*, 2012. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/30597>>. Acessado em 20 janeiro de 2017.

COSTA, N.M.C. **Análise do Parque Estadual da Pedra Branca (RJ) por Geoprocessamento: uma contribuição ao seu Plano de Manejo**. 2002 Tese (Doutorado). UFRJ, Rio de Janeiro.

DALCUMUNE, M. A. B.; SANTOS, A. R. Mapeamento de índice de risco de incêndio para a Região da Grande Vitória/ES, utilizando imagens do satélite LANDSAT para o ano de 2002. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005, p. 1485-1492.

FREIRE, S.; CARRÃO, H.; CAETANO, M. R. **Produção de Cartografia de Risco de Incêndio Florestal com Recurso a Imagens de Satélite e Dados Auxiliares**. Lisboa: Instituto Geográfico Português (IGP). Lisboa, Portugal. 2002.

IBF- Instituto Brasileiro de Florestas. **Bioma Mata Atlântica**. 2017. Disponível em: <<http://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica.html>>. Acessado em 28 junho de 2017.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Pedra Branca. Rio de Janeiro**, 2013. Disponível em <http://200.20.53.3:8081/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/UnidadesdeConservacao/INEA_008594#/PlanodeManejo>. Acesso em: 24 de maio de 2017.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro. **Unidades de Conservação da Natureza (UCs)**. 2016. Disponível em:<http://200.20.53.3:8081/cs/groups/public/@inter_dibap/documents/document/zwew/mtiz/~edi sp/inea0123058.pdf>. Acessado em 13 junho de 2017.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Programa de Monitoramento de Queimadas. Banco de Dados de Queimadas**. 2017. Disponível:< <https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas>>. Acessado em 15 janeiro de 2017.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Catálogo de Imagens de satélite Rapideye**, 2017. Disponível em:< <http://geocatalogo.mma.gov.br/index.jsp>>. Acessado em 25 maio de 2017.

MYERS, N. et al. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature*, v. 403 p. 853-845, 2000.

NIEUWOLT, S. **Tropical Climatology: an introduction to the climates of the low latitudes**. New. York: John Willey & Sons, 1977. 207 p.

OLIVEIRA, R.R. Introdução: os cenários da paisagem. In: As marcas do Homem na floresta: História ambiental de um trecho urbano de Mata Atlântica (R.R. Oliveira, org.). Rio de Janeiro, Ed. PUC-Rio, p. 23-33. 2005.

OLIVEIRA, D. S.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; GRODZKI, L.; VOSGERAU, J. **Zoneamento de risco de incêndios florestais para o estado do Paraná.** *Revista Floresta*, Curitiba PR, 34 (2), 217-221, mai/ago, 2004.

OLIVEIRA, R.R et al. Classificação de estágios sucessionais na Mata Atlântica através de imagem IKONOS. Rio de Janeiro. 1º Encontro Científico Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro. **Anais.** 2009, p.51-53

PAZ S, CARMEL Y, JAHSHAN F, SHOSHANY M. **Post-fire analysis of pre-fire mapping of fire-risk: a recent case study from Mt. Carmel (Israel).** *Forest Ecology and Management* 2011; 2011 p.262.

PEZZOPANE JEM, OLIVEIRA S.N No, VILELA M.F. Risco de incêndios em função da característica do clima, relevo e cobertura do solo. **Floresta e Ambiente.** 2001; p.161-166.

PINTO, L. P. **Unidades de conservação.** 2008. Disponível em: < www.ufmg.br > Acesso em: 20 de junho de 2017.

RAZAFIMPANILO, H.; FROUIN, R.; IACOBELLIS, S. F.; SOMERVILLE, R. C. J. **Methodology for estimating burned area from AVHRR reflectance data.** *Remote Sens. Environ.* 1995. p.54:273-289.

RBMA – Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. **A Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro.**2017. Disponível em: <http://www.rbma.org.br/rbma/rbma_fase_vi_06_estados_rj.asp>.Acessado em junho de 2017.

REMMEL, T. K.; PERERA, A. H. Fire mapping in a northern boreal forest: assessing AVHRR/NDVI methods of change detection. **Forest Ecology and Management.** 2001. p.152:119-129

RODRIGUES, A. N. C. **Considerações sobre prevenção e combate aos incêndios florestais no Estado do Rio de Janeiro.** Seropédica: UFRRJ, 2008. 32p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SALAS, J.; CHUVIECO, E. **Geographic Information Systems for Wildland Fire Risk Mapping.** *Wildfires*, 1994, p. 3: 2, 7-13.

SILVA, R.G. **Manual de prevenção e combate aos incêndios florestais.** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília, 1998. 48 p.