



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

VANESSA MARTINS DE NAZARETH

**MAPAS DE RISCOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS PARA O *CAMPUS*
DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO,
SEROPÉDICA – RJ**

Prof. Dr. WILSON FERREIRA DE MENDONÇA FILHO

Orientador

SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO, 2010.



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

VANESSA MARTINS DE NAZARETH

**MAPAS DE RISCOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS PARA O *CAMPUS*
DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO,
SEROPÉDICA – 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. WILSON FERREIRA DE MENDONÇA FILHO

Orientador

SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO, 2010.



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

**MAPAS DE RISCOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS PARA O *CAMPUS*
DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO,
SEROPÉDICA – RJ**

Monografia aprovada em 8 de Dezembro de 2010.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Wilson Ferreira de Mendonça Filho
UFRRJ / IF / DS
Orientador

Prof. Dr. Márcio Rocha Francelino
UFRRJ / IF / DS
Membro

Prof. Dr. José de Arimatéa Silva
UFRRJ / IF / DS
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais,
José e Selma,
por terem investido tudo o que
podiam na minha educação.
Sem eles eu nada seria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo!

Aos meus pais que sonharam tanto ou mais do que eu, que doaram suas vidas e lutaram comigo.

Ao meu namorado, amigo, parceiro e companheiro Josimar, que tanto me ajudou direta e indiretamente, que me deu força quando a única alternativa era desistir.

À minha família, especialmente minha avó e meus padrinhos, sem eles não teria conseguido chegar até aqui.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pelos anos de estudos; pelo conhecimento adquirido; pelo privilégio de morar e estudar no campus mais belo do país, quiçá do mundo; e, pela característica que a faz ser diferenciada das demais universidades: a convivência intensa, que nos faz aprender e crescer.

Ao professor Wilson Ferreira de Mendonça Filho pela orientação na monografia, mesmo à distância.

Ao professor Márcio Rocha Francelino pela paciência, por ceder seu laboratório, por dar novas ideias e me orientar na construção dos mapas.

Ao professor José de Arimatea que aceitou participar da comissão examinadora e pela forma como mostrou a profissão através dos ensinamentos provenientes de suas aulas.

A todos os professores que tem o dom de ensinar e que durante todos esses períodos contribuíram para a minha formação.

Ao Tom Adnet pela paciência e por estar sempre disposto a me ajudar no 'manejo' do Arcgis, ao Carlos Magno pelo apoio, ao Rodrigo Capitano que gentilmente cedeu os dados das imagens, ao Lucas do Nascimento pela ajuda no 'manejo' do Excel, e ao Vitor Setubal que me ajudou diversas vezes.

Aos amigos da turma de Engenharia Florestal 2006-I, a Família Cevadaceae, especialmente ao Danilo, a Flávia, a Melina e a Tammy que tanto me ajudaram ao longo de todos esses anos.

Às flores do alojamento F4 - 208.

A todos que aqui não foram citados, mas que de alguma forma contribuíram diretamente ou indiretamente para o meu crescimento.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver mapas de riscos de incêndios florestais para o *campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, facilitando o planejamento e as estratégias de prevenção e combate a incêndios. Nos últimos anos, os longos períodos de estiagem associados, principalmente, às ações antrópicas, como a queima para limpeza do terreno, que muitas vezes foge ao controle, e a prática de queimadas criminosas, tem levado ao aumento do número de ocorrências de incêndios, e os danos associados a estes distúrbios são diversos, como a destruição de habitats, a extinção de espécies, além da degradação do solo e da poluição do ar. A fim de minimizar a ocorrência de incêndios, estão sendo desenvolvidas novas ferramentas, entre elas a construção de mapas de riscos, que classificam a área de acordo com o risco de incêndio. Para demarcar as áreas de riscos potenciais de incêndios do *campus* em função da vulnerabilidade do material combustível e dos agentes de ignição, utilizou-se como base mapas temáticos de uso do solo, do sistema viário e da área urbana do entorno, utilizando o ArcGIS 10.0. Os riscos de incêndios para cada classe das variáveis foram classificados e integrados, juntamente com os dados meteorológicos do município de Seropédica, dos anos de 1987 e 2007, provenientes da Estação Experimental da Pesagro/Itaguaí. A integração dessas informações resultou nos Mapas de Riscos de Incêndios Florestais para o *campus* da UFRRJ. De acordo com os mapas, o mês de agosto foi o que apresentou maior risco de incêndio, com 9,82% de risco moderado, 87,17% de risco alto e 3,01% de risco muito alto. A partir da integração e análise dos mapas, concluiu-se que os resultados estão diretamente relacionados às condições meteorológicas, pois são as únicas que variam e afetam a umidade do material combustível, e consequentemente, na probabilidade de ocorrência de incêndios.

Palavras chave: Mapas de riscos de incêndios florestais, *campus* da UFRRJ, condições meteorológicas, ocorrência de incêndios.

ABSTRACT

This work aims to develop maps of forest fire risks to the campus of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, making easier planning the strategies for prevention and firefighting. In recent years, long periods of drought associated, mainly, to human activities, like burning to clean the land, which frequently lose control, and the practice of criminal burning, has led to an increase in the number of fire occurrences. Damages associated with these disturbs are diverse, such as habitat destruction, species extinction, and the degradation of soil and air pollution. In order to reduce the occurrence of fires, new tools are being developed, including the construction of maps of risk, which classify the area according to the risk of fire. To demarcate the areas with potential risk of fires on campus based on the vulnerability of combustible material and ignition of the agents, was used as a base thematic maps of land use, road system and the surrounding urban area, using ArcGIS 10.0 . The fire risk for each class of variables were classified and integrated, together with meteorological data from the municipality of Seropédica, of 1987 to 2007, from the Experimental Station of Pesagro / Itaguaí. The integration of these data resulted in maps of forest fire risk for the campus of UFRRJ. According to the maps, the month of August showed the higher fire risk, with 9.82% of moderate risk, 87.17% of high risk and 3.01% of very high risk. From the integration and analysis of the maps, was concluded that the results are directly related to weather, because they are the only that vary and affect the fuel material moisture, and consequently, the probability of fire occurrence.

Keywords: Maps of forest fire risks, UFRRJ campus, weather, fire occurrence.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Histórico de Ocupação e Supressão da Vegetação do Município de Seropédica - RJ .3	
2.2 <i>Campus</i> da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ.....	4
2.3 Fogo.....	5
2.4 SIG e Mapeamento de Risco de Incêndios.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Caracterização da Área de Estudo.....	9
3.2 Variáveis Consideradas.....	12
3.3 Classes de risco de incêndio.....	14
3.4 Integração dos temas.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5. CONCLUSÃO.....	24
6. RECOMENDAÇÕES FINAIS.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
8. ANEXOS.....	30
ANEXO 1. Riscos de incêndios de acordo com o uso do solo – UFRRJ.....	31
ANEXO 2. Áreas de influência da área urbana do entorno da UFRRJ.....	32
ANEXO 3. Áreas de influência do sistema viário - UFRRJ.....	33
ANEXO 4. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Janeiro - UFRRJ.....	34
ANEXO 5. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Fevereiro - UFRRJ....	35
ANEXO 6. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Março - UFRRJ.....	36
ANEXO 7. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Abril - UFRRJ.....	37
ANEXO 8. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Maio - UFRRJ.....	38
ANEXO 9. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Junho - UFRRJ.....	39
ANEXO 10. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Julho - UFRRJ.....	40
ANEXO 11. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Agosto - UFRRJ.....	41

ANEXO 12. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Setembro - UFRRJ..	42
ANEXO 13. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Outubro - UFRRJ....	43
ANEXO 14. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Novembro – UFRRJ	44
ANEXO 15. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Dezembro - UFRRJ	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do <i>campus</i> da UFRRJ (CAPITANO, 2008).....	4
Figura 2. Triângulo do fogo.....	5
Figura 3. Tetraedro do fogo.....	6
Figura 4. Limite do <i>campus</i> da UFRRJ.....	9
Figura 5. Distribuição do sistema viário e da área urbana do entorno do <i>campus</i> – UFRRJ..	10
Figura 6. Mapa de uso do solo – UFRRJ.....	11
Figura 7. Série histórica no período 1987-2007 de precipitação para a região de Seropédica, RJ. SILVA (2008).....	12
Figura 8. Seção histórica no período 1987-2007 da umidade relativa do ar para a região de Seropédica, RJ. SILVA (2008).....	13
Figura 9. Seção histórica no período 1987-2007 das Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias para a região de Seropédica, RJ. SILVA (2008).....	13
Figura 10. Fluxograma com as principais etapas desenvolvidas na elaboração dos Mapas de riscos de incêndios florestais para a UFRRJ, adaptado de DALCUMUNE & SANTOS (2002).....	17
Figura 11. Riscos de incêndios para o mês de Janeiro.....	18
Figura 12. Riscos de incêndios para o mês de Fevereiro, Março, Setembro e Outubro.....	19
Figura 13. Riscos de incêndios para o mês de Abril e Junho.....	19
Figura 14. Riscos de incêndios para o mês de Maio, Novembro e Dezembro.....	20
Figura 15. Riscos de incêndios para o mês de Julho.....	20
Figura 16. Riscos de incêndios para o mês de Agosto.....	21
Figura 17. Variação mensal dos riscos de incêndios, de acordo com a área do <i>campus</i> da UFRRJ.....	22
Figura 18. Riscos de incêndios baixo e muito alto para cada mês, de acordo com a área do <i>campus</i> da UFRRJ.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Representatividade dos usos do solo - UFRRJ.....	11
Tabela 2. Classificação do uso do solo, adaptada de DALCUMUNE & SANTOS (2005), FREIRE et al. (2002) e OLIVEIRA et al. (2004).....	14
Tabela 3. Classificação da influência da distância da área urbana, adaptada de FREIRE et al. (2002).....	14
Tabela 4. Classificação da influência da distância do sistema viário, adaptada de FREIRE et al. (2002) e SALAS & CHUVIECO (1994).....	15
Tabela 5. Classificação da precipitação, adaptada de OLIVEIRA et al. (2004).....	15
Tabela 6. Classificação da umidade relativa do ar (média por mês), adaptada de SOARES (1982).....	15
Tabela 7. Classificação da temperatura do ar (média por mês), adaptada de OLIVEIRA et al. (2004).....	16
Tabela 8. Risco de incêndios para o <i>campus</i> da UFRRJ.....	16
Tabela 9. Representatividade da área de risco de incêndios para cada mês (%)......	21

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, com a maior disponibilidade dos recursos, vários pesquisadores tem desenvolvido zoneamento de risco de incêndios florestais utilizando metodologias que permitem associar os fatores ambientais de uma região com os incêndios florestais, possibilitando dessa forma, mapear o risco potencial de incêndios dessa região em função da sensibilidade dos fatores analisados em relação ao fogo (MACEDO & SARDINHA, 1987; SALAS & CHUVIECO, 1994; SOUZA et al., 1996; SMITH, 1999). A detecção de locais de maior risco pode ser viabilizada com uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG) que, segundo Martinez & Aguilera (1995), é um eficiente componente no controle de incêndios por fornecer respostas imediatas que otimizam os resultados de ações e decisões.

No Brasil, a estiagem prolongada, a vegetação seca e a baixa umidade relativa do ar fizeram com que o número de incêndios florestais aumentasse em 2007, que foi considerado “o ano do fogo”, de acordo com o PREVFOGO/IBAMA (2008). No estado do Rio de Janeiro, a Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) e o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), que na época denominava-se Instituto Estadual de Florestas (IEF-RJ), decretaram em outubro de 2007, alerta máximo contra as queimadas e incêndios que se alastravam no estado devido à prolongada estiagem. Segundo o Fundo Mundial para a Natureza (WWF), em 2007 foi batido o recorde de desastres naturais extremos, e os incêndios nas florestas lançaram milhões de toneladas de carbono na atmosfera, criando assim perigosos efeitos, suscetíveis a acelerar o aquecimento do planeta. E, de acordo com o ocorrido e com o anunciado, é muito provável que o ano de 2010 ultrapasse esse recorde.

Por isso, estudos sobre o impacto do fogo em florestas tropicais tornam-se cada vez mais importantes à medida que os efeitos provocados pelos incêndios passam a ter repercussões globais negativas, particularmente sobre a atmosfera e o estoque de biodiversidade (WHITMORE, 1990; COCHRANE, 2003). Os incêndios degradam vários tipos de formações vegetais e são os maiores responsáveis pela destruição de habitats naturais, levando a extinção de várias espécies.

A caracterização criteriosa das atividades de uso e ocupação da terra pelo homem, relacionando-se com o potencial de produção de fontes de fogo é fator fundamental para o zoneamento de risco de incêndios (BATISTA, 2000). O uso do fogo é geralmente feito com pouco ou nenhum controle e sem orientação técnica adequada, apesar das restrições legais. Devido a esse fato, o fogo frequentemente alcança os remanescentes florestais, principalmente nos anos de seca prolongada (RODRIGUES, 2008).

As informações dos lugares potenciais e como o fogo vai se propagar são obtidas através da análise criteriosa das possíveis fontes de ignição e das condições favoráveis. No Brasil, os planos de prevenção de incêndios são encontrados apenas em algumas unidades de conservação ou para florestas plantadas de algumas empresas privadas, ficando o restante de florestas e coberturas vegetais vulneráveis ao fogo.

O uso do solo é uma variável de extrema importância e representatividade, mas segundo Pezzopane et al. (2001), a determinação das épocas de maior risco de ocorrência de incêndios é feita através de índices de previsão que se baseiam, principalmente, em dados meteorológicos coletados em estações ou postos de observação. Para a construção de um mapa de risco de incêndios essas variáveis podem ser facilmente integradas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

O mapa de risco de incêndio permite uma análise rápida da situação de risco para tomada de decisão em relação à prevenção e combate a incêndios (DALCUMUNE & SANTOS, 2005). Esses mapas fornecem informações a projetos de prevenção de incêndios, como a definição das áreas de maior risco que necessitam de mais fiscalização, como também da restrição do acesso a estes locais nos períodos críticos de risco de incêndio.

Com as informações obtidas pelos mapas de risco, algumas medidas preventivas podem ser tomadas, principalmente na época de maior ocorrência de incêndio, como: maior vigilância nas áreas de risco; acesso restrito aos locais de risco, quando possível; construção de aceiros; e reorganização das atividades realizadas nas proximidades. Os mapas de riscos de incêndios auxiliam também no planejamento de combate, como por exemplo, na alocação de recursos em pontos estratégicos.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um mapa de risco de incêndios florestais para o *campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ facilitando o planejamento e as estratégias de prevenção e combate a incêndios.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico de Ocupação e Supressão da Vegetação do Município de Seropédica – RJ

O estado do Rio de Janeiro encontra-se totalmente inserido dentro do bioma da Mata Atlântica e antes da colonização apresentava em seu território, aproximadamente 98% de cobertura florestal. Segundo Capitano (2008), a vegetação original era constituída por Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, com destaques para as matas paludosa e de várzea, típicas de terras úmidas.

De acordo com Lima & Santos (1998), após meados do século XVII, iniciou-se a ocupação progressiva da baixada fluminense, baseados nos aldeamentos junto aos templos construídos sob as ordens dos missionários jesuítas. A ocupação da região onde hoje se encontra Seropédica ocorreu a partir da antiga fazenda Santa Cruz até as baixadas dos rios Itaguaí e Guandu. As atividades econômicas que começavam a se desenvolver eram a pecuária na baixada e a agricultura, principalmente a canavieira, nas margens dos rios, devido aos solos aluvionares ricos. Sendo assim, a floresta foi cedendo espaço à planície campestre, na qual a extração de madeira e lenha era utilizada para o consumo local.

Expulsos os jesuítas, em 1759, a região passou por período de decadência, até que em fins do século XVIII, foram intensificadas as lavouras de cana, mandioca e a criação de gado (LIMA & SANTOS, 1998). A abolição da escravatura, a vinda da mão de obra de outros países e as técnicas utilizadas no plantio de café no estado de São Paulo levou à falência as fazendas cafeeiras do interior do Rio de Janeiro, como consequência houve o deslocamento da rota de transporte e escoamento, como também o abandono de vastas áreas.

Ao longo do século XX, a ocupação desordenada do território resultou na total alteração do ambiente natural, mesmo em áreas onde ainda havia remanescentes florestais. A erosão, resultado da supressão da vegetação original, gerou o empobrecimento do solo, acarretando o assoreamento da rede hidrográfica e alagamentos em grandes áreas.

Atualmente a paisagem predominante é a dos pastos extensivos, onde o fogo é utilizado para a sua renovação, nos períodos de estiagem. Áreas de agricultura e plantios de *Eucalyptus sp.*, também são encontrados. Estima-se que o município tem menos de 5% da sua área com cobertura florestal, localizadas em pontos de difícil acesso, sendo essencial a proteção desses remanescentes. Como agravante, a reduzida área florestal do município continua a sofrer diminuições por causa dos incêndios e das invasões com pastos e bananais (MAGNANINI & NEHAB, 1980).

De acordo com Informações socioeconômicas de Seropédica (Sebrae-RJ, 2009), para manutenção da qualidade do meio ambiente deste município seria necessário reflorestar 0,64%, de acordo com seu território (283,794 km²), resultando em aproximadamente 170 hectares. Ainda segundo a estimativa do IBGE, para o ano de 2009, Seropédica teria uma população de aproximadamente 78.919 habitantes.

Seropédica está localizada em uma extensa planície conhecida como Baixada de Sepetiba, que apresenta um relevo suave e quase plano com algumas ondulações de topo. Tem como municípios limítrofes: Itaguaí, Paracambi, Japeri, Queimados e Nova Iguaçu, e é banhada pelo Rio Guandu e pelo Rio das Lajes. O clima da região é típico de regiões tropicais, chuvoso no verão e seco no inverno, segundo classificação de KÖPPEN (1938). O período caracterizado como estação seca compreende os meses de junho, julho e agosto (MATTOS et al., 1991). Segundo os dados obtidos por Santos (1999):

- A precipitação total média anual da região está em torno de 1.212 mm;

- A temperatura máxima média anual é de 29,1 °C;
- A umidade relativa média anual é de 73%, variando $\pm 3\%$ entre os meses;
- A velocidade média anual dos ventos é de 2,5 m/s, não existindo uma diferença mensal significativa.

2.2 *Campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ

Em 1910, com o Decreto nº 8319, de 20 de outubro, assinado pelo Presidente da República Nilo Peçanha, nasce a Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária (ESAMV), primeira experiência de cursos de ensino superior de áreas agrárias na região (RURAL SEMANAL, 2008). De acordo com o acervo da UFRRJ, a sede foi instalada, em 1911, no palácio do Duque de Saxe, onde hoje está o CEFET/MEC, no Maracanã, Rio de Janeiro. Em 1938, foi criado o Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas (CNEPA), unindo a Escola Nacional de Agronomia (ENA), o Instituto de Química Agrícola, o Instituto de Experimentação Agrícola e o Instituto de Ecologia Agrícola. Somente em 1940 foi incorporado a Escola Nacional de Veterinária (ENV). Em 1943 o CNEPA é reorganizado e é criada a Universidade Rural.

Após funcionar em diversas sedes, como no Casarão da Família Breves em Pinheiral, no Horto Botânico em Niterói e na Avenida Pasteur na Praia Vermelha, Rio de Janeiro, em 1948, é transferida e passa a ocupar a atual sede no município de Seropédica, no Km 7 da rodovia BR-465, em um terreno de aproximadamente 3.000 hectares, passando a ser a primeira cidade universitária fora das grandes cidades. Segundo Capitano (2008), o *campus* da UFRRJ representa 11% do território de Seropédica (Figura 1).

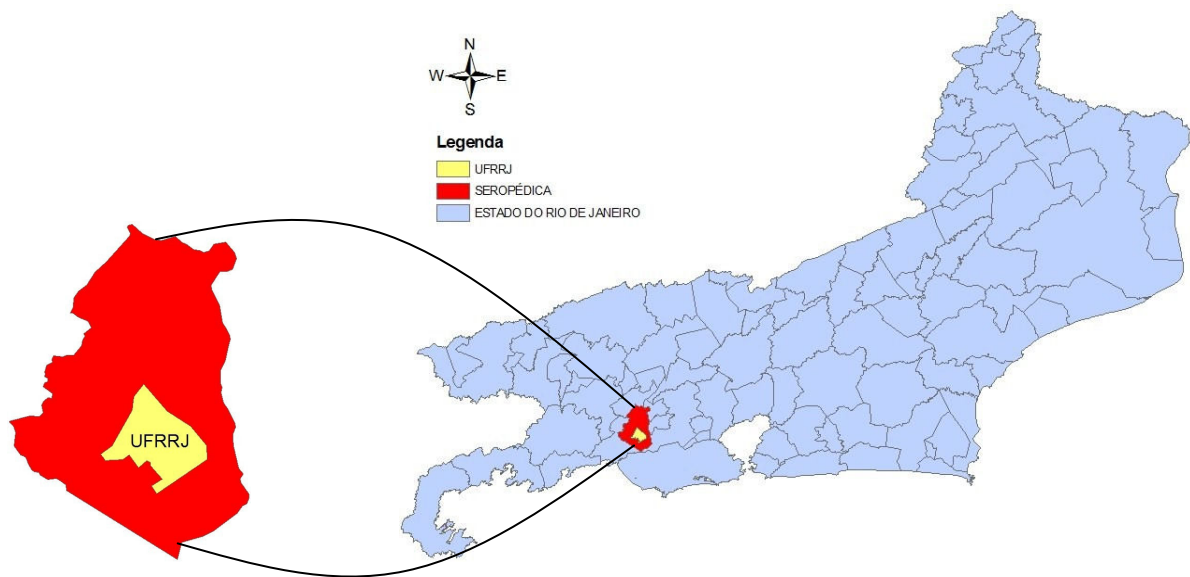


Figura 1. Localização do *campus* da UFRRJ
Fonte: CAPITANO (2008)

Segundo o Rural Semanal (2008), em 1963 a Universidade Rural passou a denominar-se Universidade Rural do Brasil, contando com a Escola Nacional de Agronomia, a Escola Nacional de Veterinária, as Escolas de Engenharia Florestal, Educação Técnica e Educação Familiar, além dos cursos técnicos de nível médio dos Colégios Técnicos de Economia Doméstica e Agrícola “Ildefonso Simões Lopes”. Apenas em 1965 ela deixa de ser denominada Universidade Rural do Brasil e passa a ser Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

O *campus* principal da UFRRJ está localizado em uma vasta área do município de Seropédica, recentemente independente do município de Itaguaí (lei Nº 2.446, 1995). Em seu raio de abrangência a Universidade Rural integra diversas regiões como a Baixada Fluminense, a Costa Verde, a zona oeste do Rio de Janeiro e área que conduz ao Vale do Paraíba. Circulam por dia, no *campus*, aproximadamente, 12.000 alunos de graduação e cerca de 1.000 funcionários, totalizando 13.000 pessoas.

Atualmente a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro compreende além do *campus* de Seropédica, o *campus* de Nova Iguaçu e também o *campus* de Três Rios.

2.3 Fogo

O fogo é o fenômeno físico resultante da combinação do oxigênio, com um material combustível, sob uma fonte de energia (SOARES, 1982). Esse processo é denominado de combustão, e os agentes que a compõem formam o triângulo do fogo (Figura 2).

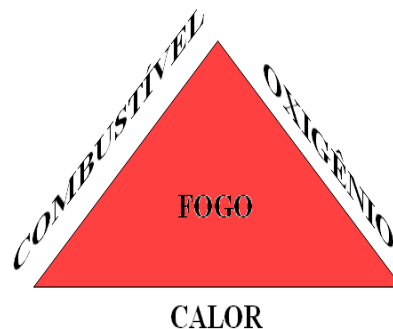


Figura 2. Triângulo do fogo

Em um incêndio florestal ou um incêndio sobre qualquer cobertura vegetal, o fogo libera, sob forma de calor, a energia sintetizada e armazenada na fotossíntese. Sendo assim, o fogo atua como decompositor, em um processo inverso ao da fotossíntese.

Fotossíntese:



Combustão:



Em um determinado local, a ignição e a propagação do fogo dependem da probabilidade de haver uma fonte de fogo e de condições favoráveis para a sua propagação. Portanto, na combustão ocorrem reações em cadeia, que interagem com o triângulo do fogo e mantém a propagação, quando esta ocorre em situação favorável. Devido a isso está sendo proposto um novo modelo, substituindo o triângulo pelo tetraedro do fogo (Figura 3).

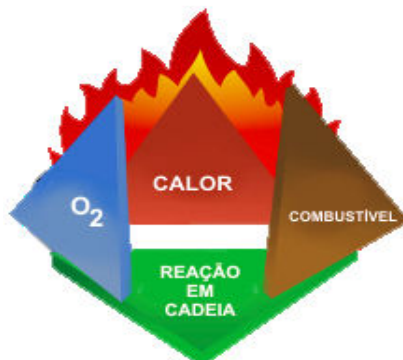


Figura 3. Tetraedro do fogo
Fonte: areaseg.com (2010)

As causas dos incêndios são classificadas em: naturais e antrópicas. Dentro das causas antrópicas estão: a queima para limpeza do terreno, os fumantes, os incendiários, as estradas de ferro, as operações florestais, os fogos campestres, as práticas de cultos religiosos, entre outros. A maioria dos incêndios ocorre devido às causas humanas, sendo a queima para limpeza e os incendiários as principais práticas.

As condições climáticas também influenciam no risco de incêndios, entre elas, de acordo com Soares (1982), estão:

- Precipitação (PPT): a quantidade e a distribuição de chuvas afeta a umidade do material combustível e também temperatura do ar;
- Umidade relativa do ar (UR): definida como a relação entre a quantidade de vapor d'água contido num certo volume de ar (pressão real de vapor d'água) e a quantidade que este mesmo volume conteria se estivesse saturado (pressão máxima de vapor d'água). A interação do teor de umidade relativa com a temperatura do ar atmosférico determina a capacidade de secagem do material combustível. A UR age diretamente nas características de inflamabilidade do material combustível e na propagação do fogo e tanto pode facilitar, quanto pode dificultar o início e a propagação dos incêndios florestais;
- Temperatura do ar (T): a temperatura do ar atmosférico tem influência indireta no aparecimento e na propagação do fogo, porque afeta a umidade relativa, que está intimamente ligada ao grau de inflamabilidade do combustível e ao comportamento do fogo. Deve-se levar em consideração a constituição do material combustível, o seu grau de secagem e a ação dos ventos;
- Vento (V): é o movimento do ar das áreas de alta pressão para as de baixa pressão. O vento é sempre o principal fator na taxa de combustão, uma vez que afeta a taxa de suprimento de oxigênio durante a queima do combustível. O vento impele as chamas, conduzindo o calor para as partículas adjacentes de combustível, acelera o grau de propagação, facilitando o desenvolvimento de incêndios de copas. Ventos fortes podem aumentar a disseminação do incêndio, jogando fagulhas e pedaços de madeira em chamas, transformando os fogos em incêndios perigosos e de difícil controle;

- Insolação e irradiação solar (IS): a exposição do combustível ao sol provoca a evaporação, apressando o seu grau de secagem. A IS depende da hora do dia, inclinação dos raios solares, latitude, grau de nebulosidade e densidade de folhagem no povoamento;

- Evaporação: tem influência direta no material combustível, modificando aspectos de secagem, o que pode trazer perigo de incêndio. Quanto mais rápida for a evaporação, maior será o risco de ocorrência de incêndios.

E ainda cita outros fatores:

- Topografia: a velocidade de propagação de um incêndio florestal varia grandemente com a declividade do sítio. A tendência natural das chamas, em se elevar, facilita a propagação do fogo atingindo material combustível localizado em maior elevação, o que torna mais rápido, o desenvolvimento dos incêndios no sentido da inclinação, “morro acima”. A velocidade de propagação destes incêndios florestais é diretamente proporcional à declividade do terreno;

- Altitude: certos fatores atmosféricos que têm influência direta ou indireta na propagação de incêndios florestais são variáveis que dependem da altitude. Assim, a altitude pode influenciar a propagação dos incêndios florestais atuando em diferentes variáveis, como temperatura, umidade, ponto de orvalho etc.;

- Espécie vegetal: o material combustível que forma a floresta tem grande influência não só no aparecimento do fogo, dando início ao sinistro, mas também em relação à propagação do incêndio.

Quando um pequeno foco não é controlado imediatamente, o incêndio é estabelecido e seu combate é dificultado por vários fatores, como: tamanho do fragmento; falta de recursos próprios de combate; demora na detecção; falta de acessos adequados, entre outros. A ação do fogo sobre qualquer tipo de vegetação atinge não só a cobertura vegetal, mas também as características do solo, a fauna e a atmosfera, podendo ser altamente destrutiva quando se trata de incêndios florestais (OLIVEIRA et al., 2004).

2.4 SIG e Mapeamento de Risco de Incêndios

De acordo com Alves (1990), Sistemas de Informações Geográficas são sistemas destinados ao tratamento de dados referenciados espacialmente. Estes sistemas manipulam dados de diversas fontes, como mapas, imagens, cadastros entre outros, permitindo recuperar e combinar informações e efetuar os mais diversos tipos de análise sobre os dados. De uma forma mais ampla, esses sistemas consistem num ambiente de armazenamento, tratamento e análise de dados, aplicação de modelos e processamento de séries temporais, onde é possível visualizar cenários passados, atuais e simular cenários futuros (CALDAS, 2006). A tecnologia de sensoriamento remoto permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre sem entrar em contato direto com os objetos ou fenômenos. Permitindo sobrepor e gerar diversos tipos de dados a partir da imagem orbital e gerar novas informações (CENTENO, 2003).

Assim, o SIG pode ser considerado hoje uma técnica indispensável no mapeamento de risco de incêndios, ou seja, a sua utilização viabiliza a aplicação prática do mapeamento de risco. Para atender ao dinamismo existente na paisagem, principalmente em termos de uso da terra, as alterações são facilmente introduzidas nas análises por meio de um banco de dados relacional estruturado para o trabalho (FERRAZ & VETTORAZZI, 1997).

O risco de incêndio é obtido através da probabilidade de ocorrência de incêndios em uma determinada área, em um determinado intervalo de tempo. Segundo, Vettorazzi & Ferraz (1998), o risco de incêndios pode ser entendido como o risco potencial de início e propagação

de incêndios florestais, podendo ser avaliado através dos diversos índices de risco, propostos por vários autores, levando-se em conta principalmente fatores meteorológicos como pluviosidade, umidade relativa, temperatura do ar, entre outros.

O risco de incêndios pode ainda ser abordado por meio de seu mapeamento, que tem como objetivo a identificação de áreas com riscos diferenciados em uma determinada região de trabalho, usando fatores inerentes à região, como uso da terra, relevo, características das florestas, dados meteorológicos locais, etc. (VETTORAZZI & FERRAZ, 1998). A análise da distribuição dos dados em uma área é realizada de forma eficiente através de um SIG.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área de Estudo

Foi utilizada imagem do satélite Ikonos II fornecida pelo laboratório de geoprocessamento do Instituto de Florestas da UFRRJ – GEOFLORA. Os dados vetoriais do *campus* foram obtidos através da monografia de Capitano (2008). Todos os dados estão no formato *shapefile*, próprio do pacote ArcGIS. Toda a base de dados processada está definida com *Datum* D WGS 1984 - UTM - ZONA 23S, na escala 1:3.000.

O *campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro está localizado no município de Seropédica, no estado do Rio de Janeiro, entre os paralelos 22°49' S e 22°45' S e 43°39' W e 43°43' W (Figura 4).

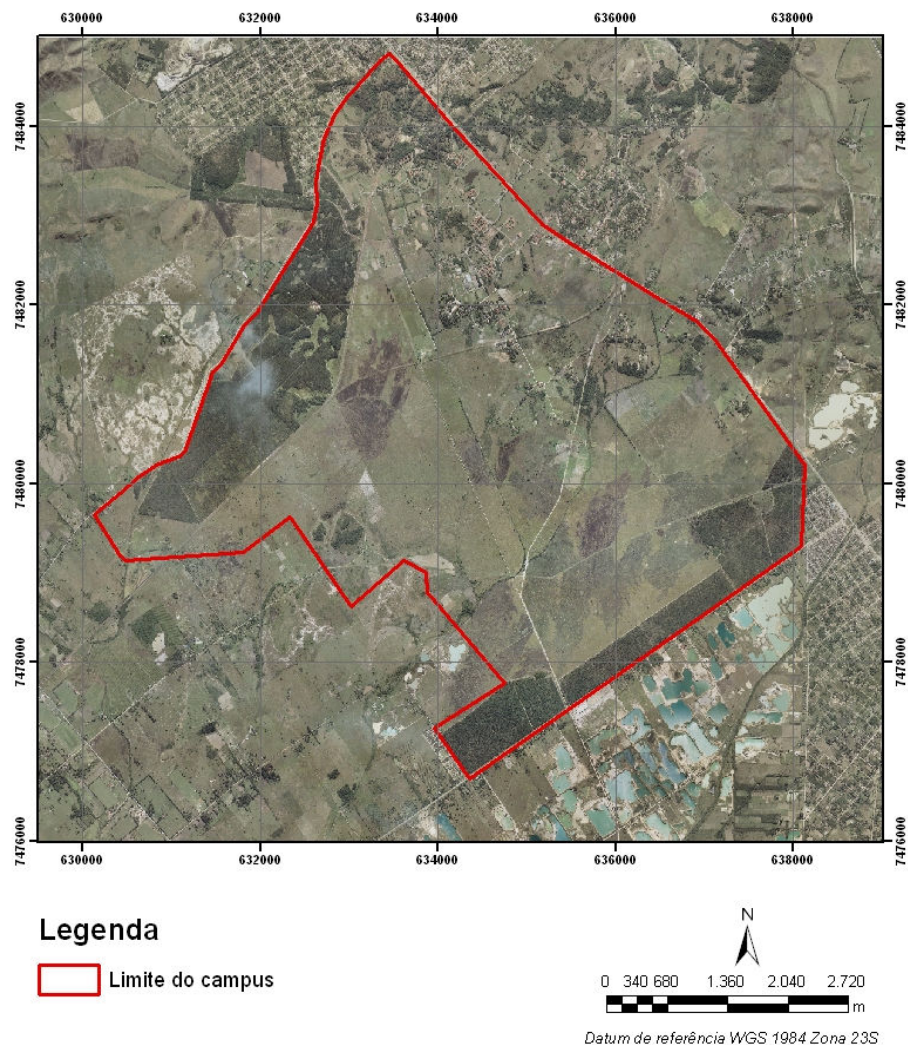


Figura 4. Limite do *campus* da UFRRJ

A delimitação da área urbana ao redor do *campus* foi obtida a partir da interpretação visual, sendo fixada uma escala de 1:3.000. O sistema viário compreende as ruas, as rodovias e a ferrovia, do interior e do entorno do *campus*, de acordo com a Figura 5.

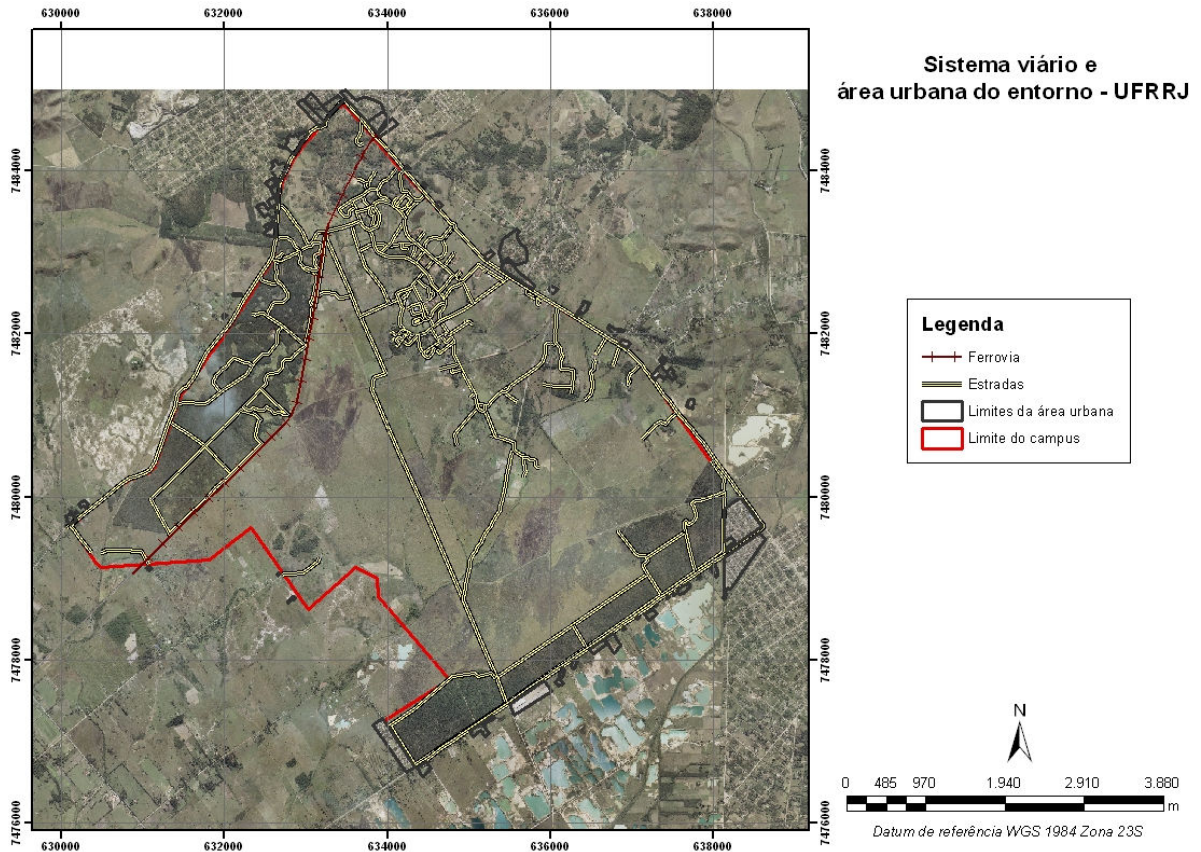


Figura 5. Distribuição do sistema viário e da área urbana do entorno do *campus* – UFRRJ

A delimitação dos diferentes usos do solo permitiu obter uma visão geral das principais atividades realizadas no *campus* (Figura 6). E a partir dela pode-se caracterizar e classificar as diferentes fontes de material combustível.

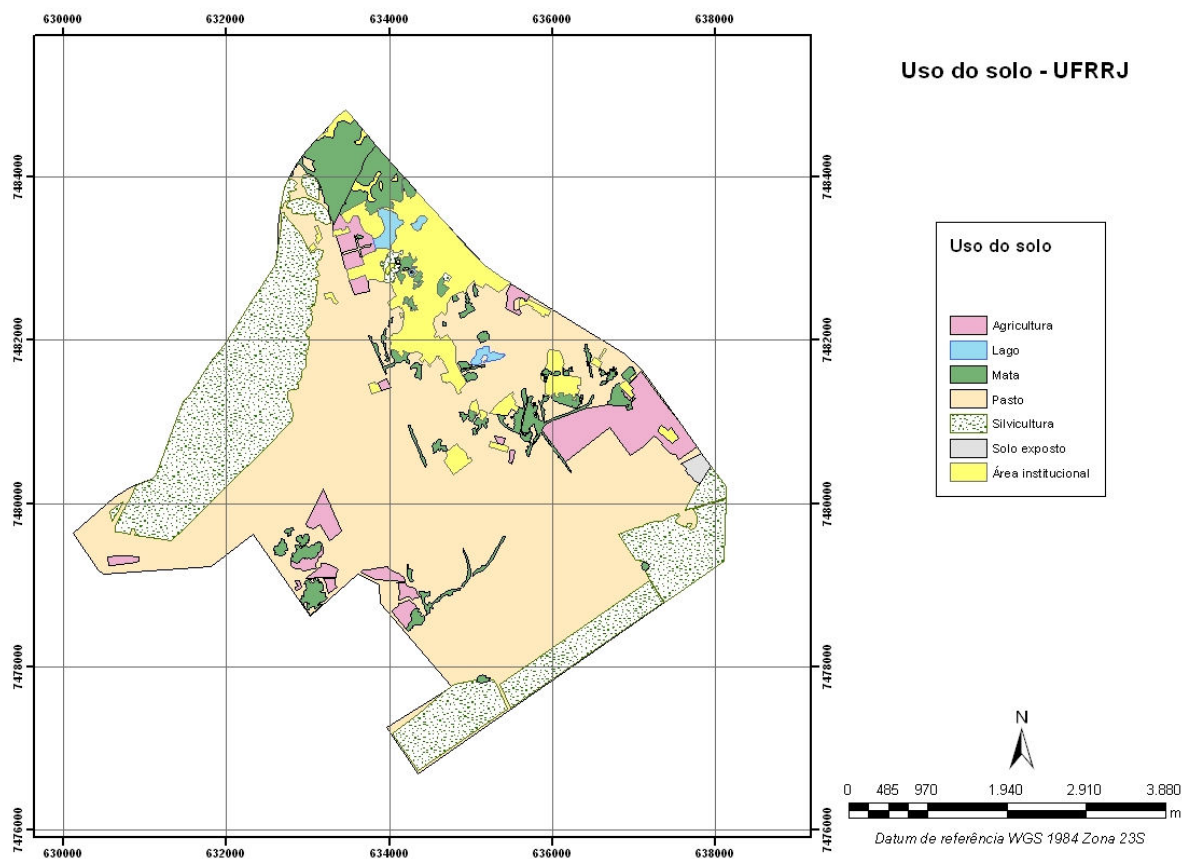


Figura 6. Mapa de uso do solo – UFRRJ.

Na Tabela 1 estão os usos do solo, suas respectivas áreas e representatividade da área total do *campus*. O uso predominante do solo é o pasto de braquiária (*Brachiaria decumbens*), com 1.744,21 ha, correspondendo a 58,80% da área total do *campus*. Em seguida, o reflorestamento, cuja maior parte corresponde a plantios de *Eucalyptus sp.*, com 636,57 ha, correspondente a 21,46%. A área institucional, que compreende todos os prédios, construções e demais instalações, abrangem cerca de 222,26 ha, correspondendo a 7,49%.

Tabela 1. Representatividade dos usos do solo - UFRRJ.

USO	ÁREA (ha)	(%)
Pasto	1744,21	58,80
Reflorestamento	636,57	21,46
Área Institucional	222,26	7,49
Mata	182,20	6,14
Agricultura	157,30	5,30
Corpo d'água	16,54	0,56
Solo exposto	7,33	0,25
UFRRJ	2966,40	100,00

3.2 Variáveis Consideradas

Na elaboração dos mapas de riscos foram consideradas três variáveis da área do *campus*: o uso do solo, o sistema viário e a área urbana do entorno. Cada variável indica um risco de incêndio iminente. O uso do solo está associado à vulnerabilidade da cobertura vegetal ao fogo. A influência da área urbana e do sistema viário indica uma maior probabilidade de ignição.

Também foram utilizados dados meteorológicos que foram obtidos da Estação Experimental de Itaguaí/Pesagro, na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com coordenadas 22°45'S, 43°41'W e Altitude de 33m, no período que compreende uma série histórica entre os anos de 1987 a 2007. Foram utilizadas a soma da precipitação recolhida em cada mês, a média da umidade relativa do ar e a média da temperatura do ar para cada mês (Figuras 7, 8 e 9, respectivamente). Essas características climáticas foram escolhidas, pois são as que mais influenciam na umidade do material combustível e, sendo assim, na probabilidade de ignição.

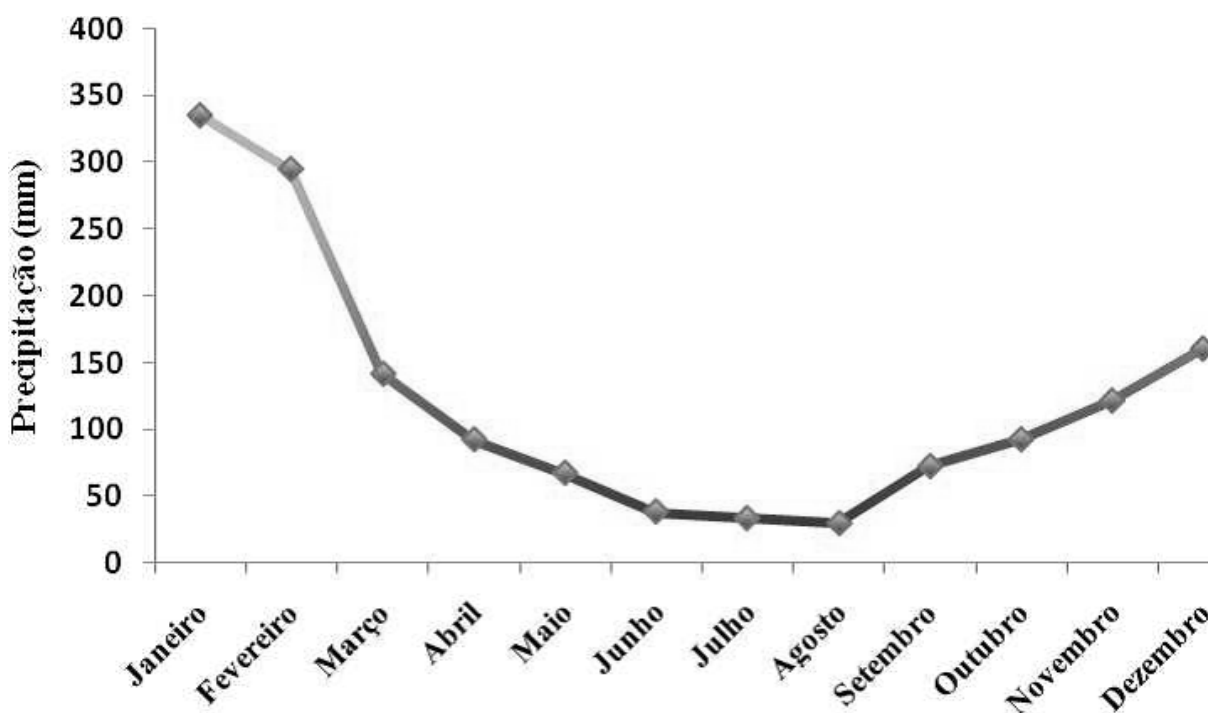


Figura 7. Série histórica no período 1987-2007 de precipitação para a região de Seropédica, RJ. SILVA (2008).

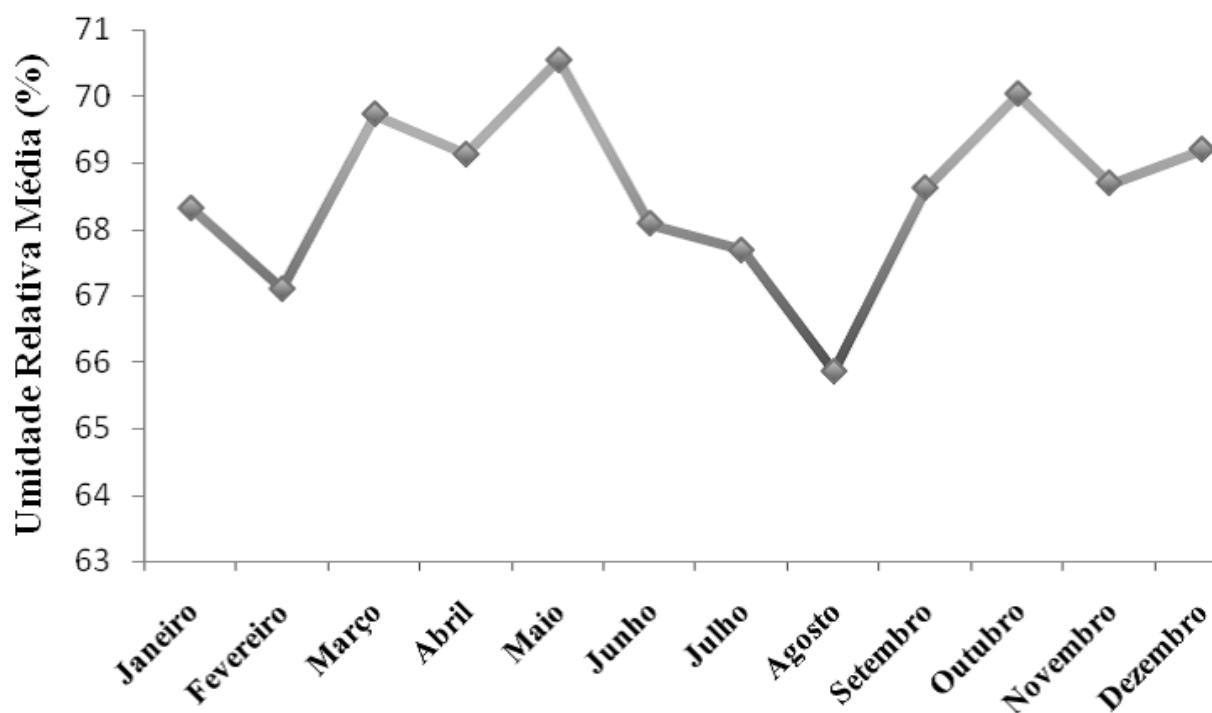


Figura 8. Seção histórica no período 1987-2007 da umidade relativa do ar para a região de Seropédica, RJ. SILVA (2008).

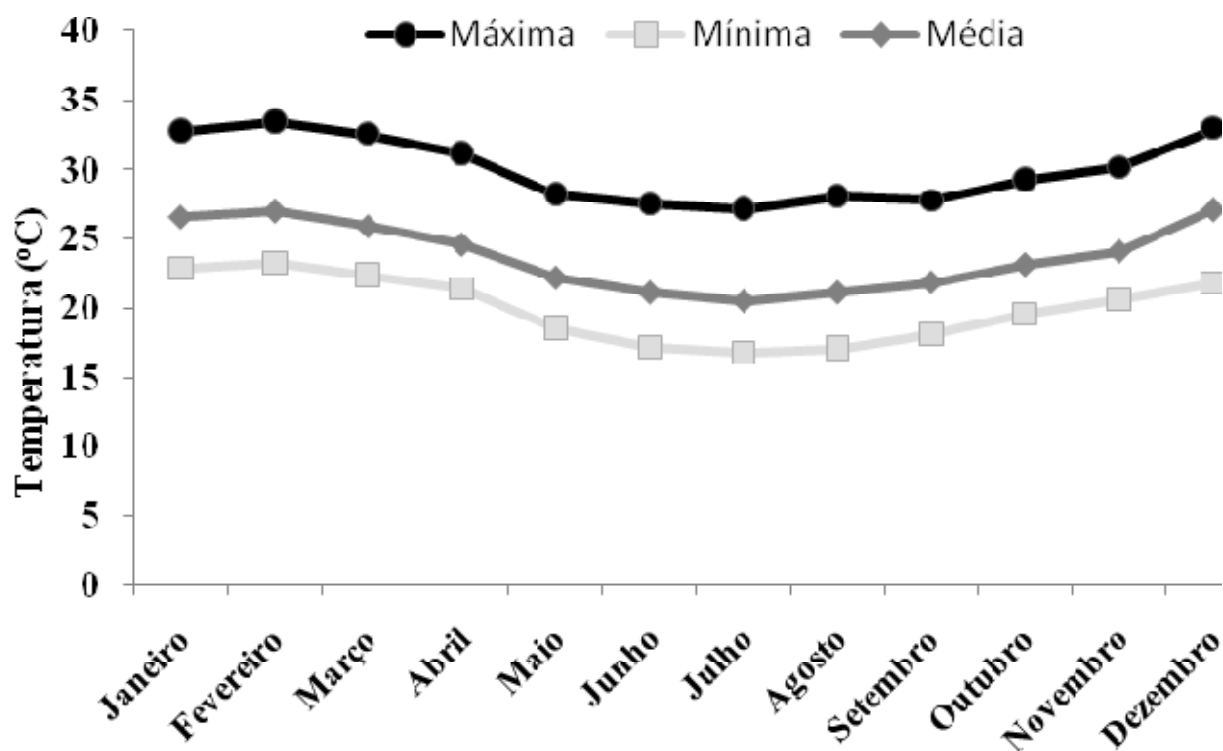


Figura 9. Seção histórica no período 1987-2007 das Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias para a região de Seropédica, RJ. SILVA (2008).

3.3 Classes de Risco de Incêndio

A partir da delimitação do uso do solo foi realizada a classificação do risco de incêndios e seus respectivos coeficientes, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2. Classificação do uso do solo, adaptada de DALCUMUNE & SANTOS (2005), FREIRE et al. (2002) e OLIVEIRA et al. (2004).

COBERTURA DO SOLO	RISCO	COEFICIENTES
Corpo d'água	Nulo	0
Área Institucional / Solo exposto	Baixo	1
Agricultura	Moderado	2
Mata (Remanescentes)	Alto	3
Pasto / Reflorestamento	Muito alto	4

Como cada tipo de cobertura do solo influencia na probabilidade de risco de incêndio, de acordo com a classificação acima, foi construído um mapa que demonstra esses diferentes riscos (ANEXO 1).

A influência da distância da área urbana e do sistema viário foram classificadas em classes (Tabelas 3 e 4, respectivamente) na qual a menor distância indica um risco muito alto de incêndios e a maior distância nenhum risco. As distâncias, em relação a essas variáveis, foram obtidas através da ferramenta Distância Euclidiana, do ArcGIS 10.0. Como o sistema viário e a área urbana do entorno influenciam na probabilidade de ignição e, sendo assim, na ocorrência de incêndios, os ANEXOS 2 e 3 demonstram as áreas de influência dessas variáveis, de acordo com as classes estabelecidas.

Tabela 3. Classificação da influência da distância da área urbana, adaptada de FREIRE et al. (2002).

CLASSES (m)	RISCO	COEFICIENTES
Acima de 160	Nulo	0
120 - 160	Baixo	1
80 - 120	Moderado	2
40 - 80	Alto	3
0 - 40	Muito Alto	4

Tabela 4. Classificação da influência da distância do sistema viário, adaptada de FREIRE et al. (2002) e SALAS & CHUVIECO (1994).

CLASSES (m)	RISCO	COEFICIENTES
Acima de 40	Nulo	0
20 - 40	Baixo	1
10 - 20	Moderado	2
5 - 10	Alto	3
0 - 5	Muito Alto	4

A precipitação, a umidade relativa do ar e a temperatura do ar foram classificados de acordo com as Tabelas 5, 6 e 7.

Tabela 5. Classificação da precipitação, adaptada de OLIVEIRA et al. (2004).

PRECIPITAÇÃO (mm)	RISCO	COEFICIENTES
Acima de 300	Nulo	0
300 - 200	Baixo	1
200 - 100	Moderado	2
100 - 50	Alto	3
Abaixo de 50	Muito Alto	4

Tabela 6. Classificação da umidade relativa do ar (média por mês), adaptada de SOARES (1982).

UR (%)	RISCO	COEFICIENTES
Acima de 70	Nulo	0
70 - 68	Baixo	1
68 - 67	Moderado	2
67 - 65	Alto	3
Abaixo de 65	Muito Alto	4

Tabela 7. Classificação da temperatura do ar (média por mês), adaptada de OLIVEIRA et al. (2004).

TEMPERATURA (°C)	RISCO	COEFICIENTES
Abaixo de 20	Nulo	0
20 - 25	Baixo	1
25 - 30	Moderado	2
30 - 35	Alto	3
Acima de 35	Muito Alto	4

A classificação dos riscos de incêndios foi construída a partir do somatório dos maiores índices de todas as variáveis, sendo divididas em cinco classes, de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8. Risco de Incêndios para o *campus* da UFRRJ.

CLASSES	RISCO
0	Nulo
1 - 5	Baixo
5 - 10	Moderado
10 - 15	Alto
Acima de 15	Muito Alto

3.4 Integração dos temas

Foi construído para cada uma das variáveis, um mapa de risco de incêndios preliminar, a partir da obtenção dos coeficientes e classificação do nível de risco de incêndios para cada uma das variáveis. Estes mapas foram integrados gerando os Mapas de Riscos de Incêndios Florestais para o *campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como representado pelo fluxograma (Figura 4).

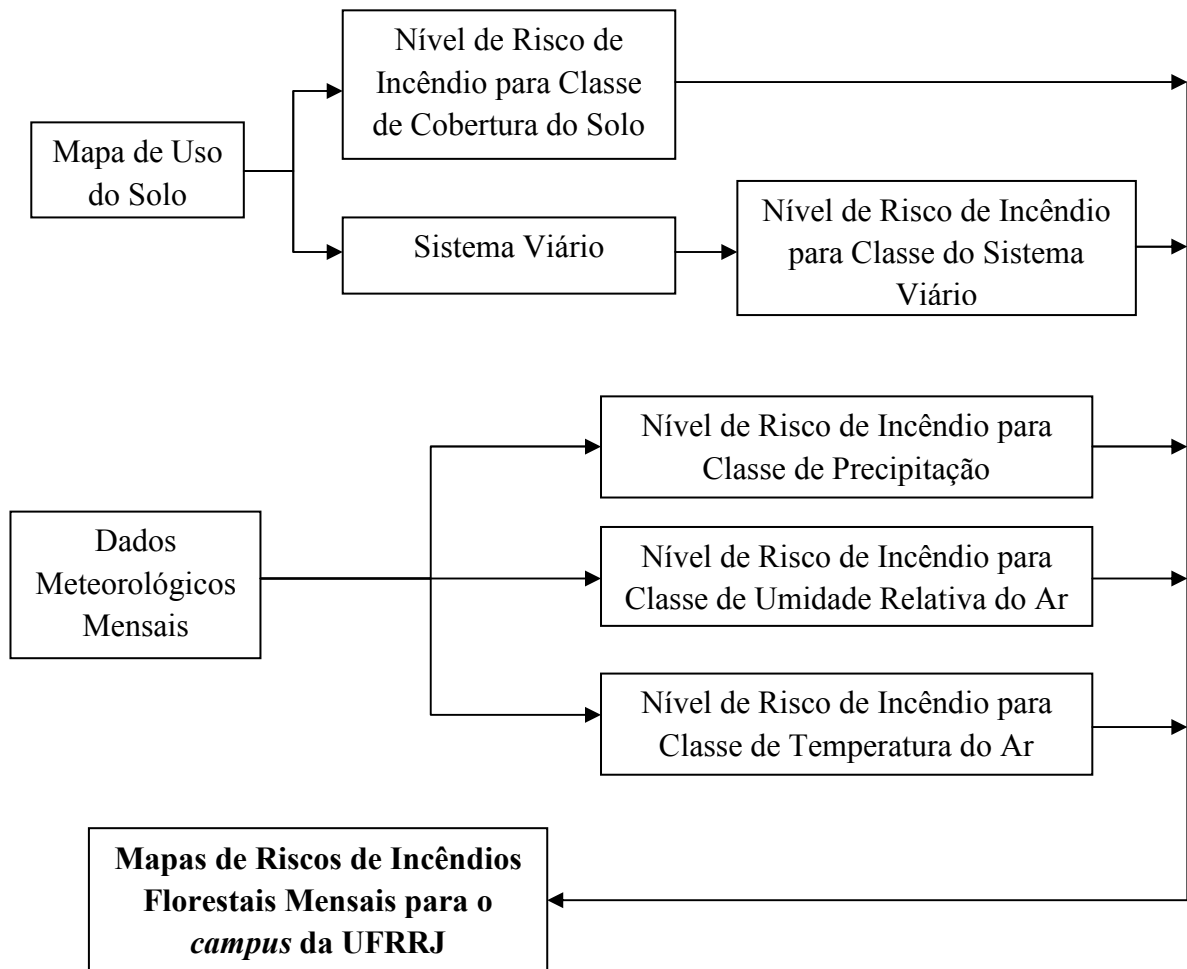


Figura 10. Fluxograma com as principais etapas desenvolvidas na elaboração dos Mapas de riscos de incêndios florestais para a UFRRJ, adaptado de DALCUMUNE & SANTOS (2002).

A álgebra de mapas foi realizada no ArcGIS 10.0, onde foram somados os coeficientes de risco de cada variável, através da ferramenta Overlay >> Weighted Sum, gerando mapas temporais com as classes de variação pré-estabelecidas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Algumas variáveis comumente utilizadas na elaboração de mapa de risco de incêndio foram analisadas e excluídas do processo por não oferecerem informações representativas. A declividade e a exposição do terreno são duas variáveis importantes e que geram informações essenciais à construção do mapa de risco, mas como o *campus* da UFRRJ apresenta apenas algumas áreas de leve declividade, essas variáveis não foram utilizadas, pois não gerariam resultados significativos. Também pelo fato de estar locada em um terreno bastante plano, as diferenças entre as altitudes não são significativas e, portanto não foram inseridas no processamento do trabalho. No município de Seropédica, de acordo com Fonseca (2002), a velocidade média anual dos ventos é de 2,5 m/s, não existindo uma diferença mensal significativa. Ainda segundo Fonseca, o vento norte predomina nos meses de janeiro e fevereiro; o sul, em abril e de agosto a novembro; o noroeste, de maio a junho; e o sudoeste, de outubro a março. Portanto, os ventos foram eliminados do processo, pois não apresentam grande representatividade para esta área.

Como as condições meteorológicas apresentam flutuações de acordo com o mês e com a estação do ano, na construção dos mapas de riscos de incêndios, foram utilizadas a soma da precipitação recolhida em todo mês e as médias mensais da umidade relativa do ar e da temperatura do ar, entre os anos de 1987 e 2007. Essas médias permitiram obter certa homogeneidade na construção dos mapas de riscos e podem ser substituídas por dados climáticos diários, nas épocas de maior risco de incêndios, gerando Mapas de Risco Dinâmicos, de acordo com a situação meteorológica.

Os mapas de riscos de incêndios florestais mensais construídos através da integração dos mapas temáticos de uso do solo, da influência do sistema viário e da área urbana e os dados meteorológicos permitiram obter uma visão global dos principais fatores que influenciam na probabilidade de ocorrência de incêndios. A visão integrada torna-se importante pela dificuldade em se identificar regiões de risco pela análise isolada de cada fator.

De acordo com os índices de risco de incêndio encontrados nos mapas, o mês de janeiro (Figura 11 e ANEXO 4) apresentou, em função da área do *campus*, 9,26% de risco baixo, 87,17% de risco moderado e 3,01% de risco alto. Devido à ocorrência da alta pluviosidade, este mês não apresentou risco de incêndio muito alto.

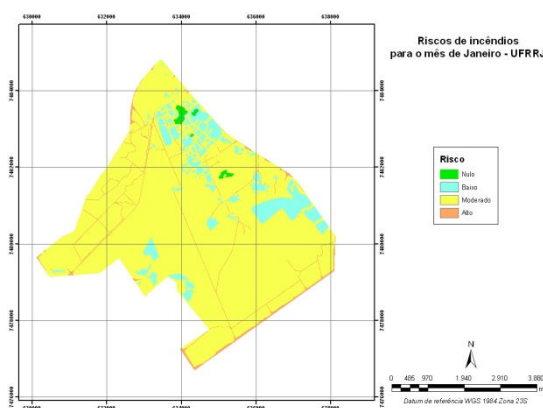


Figura 11. Riscos de incêndios para o mês de Janeiro.

Os meses de fevereiro, março, setembro e outubro (Figura 12 e ANEXO 5, 6, 12 e 13, respectivamente) por suas características climáticas similares apresentaram 0,06% de risco baixo, 89,95% de risco moderado, 9,15% de risco alto e 0,3% de risco muito alto.

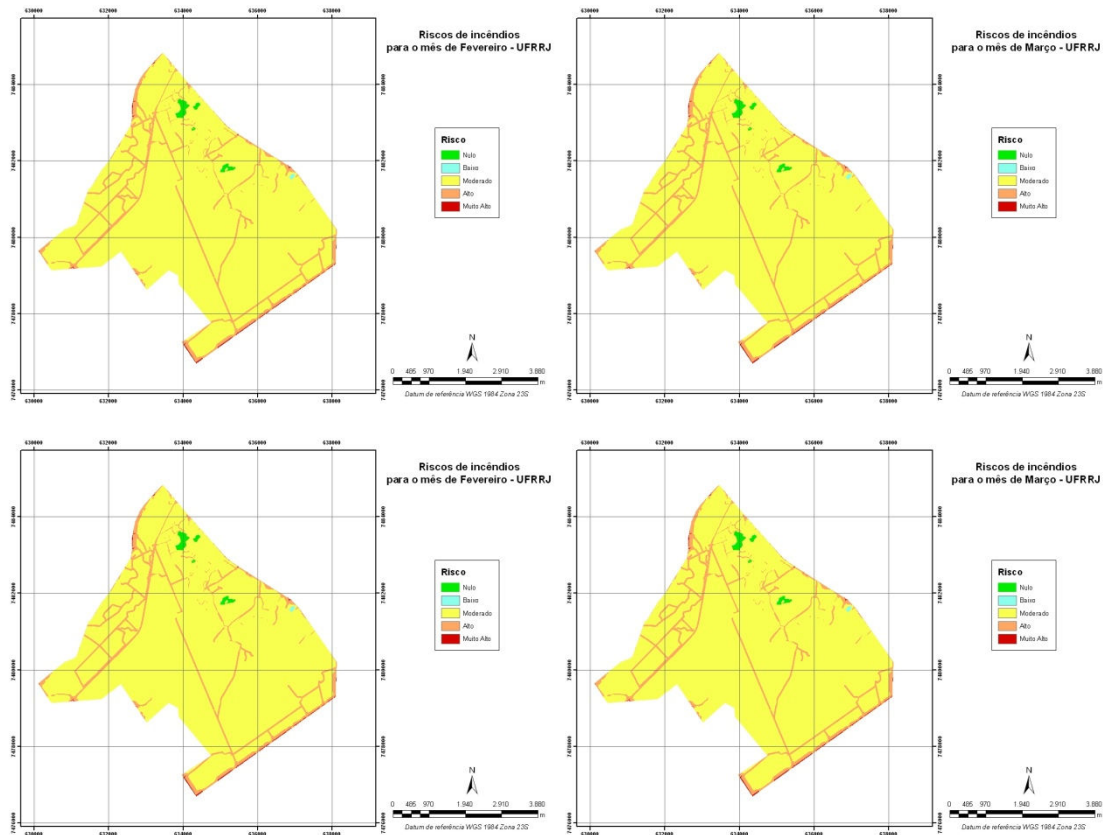


Figura 12. Riscos de incêndios para o mês de Fevereiro, Março, Setembro e Outubro.

Os meses de abril e junho (Figura 13 e ANEXO 7 e 9, respectivamente) apresentaram 82,14% de risco moderado, 16,76% de risco alto e 0,54% de risco muito alto. Não apresentaram risco de incêndio baixo.

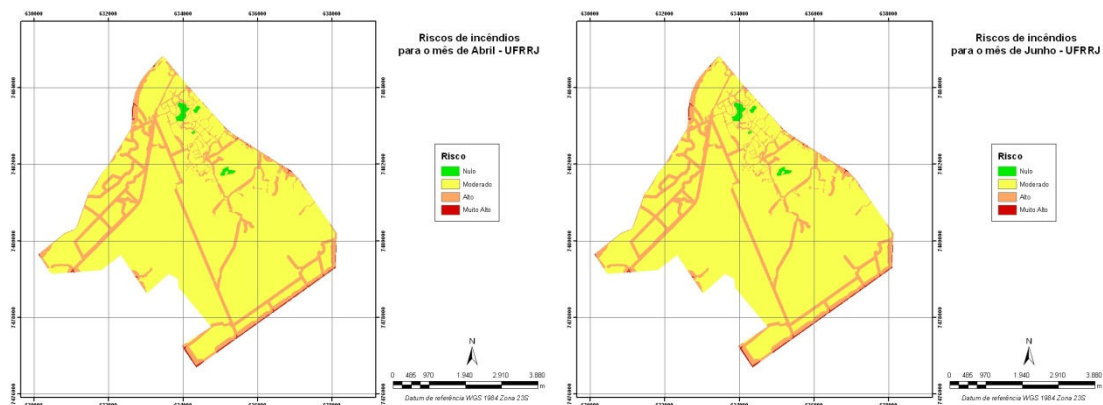


Figura 13. Riscos de incêndios para o mês de Abril e Junho.

Os meses de maio, novembro e dezembro (Figura 14 e ANEXO 13,14 e 15, respectivamente), também devido às características meteorológicas similares, apresentaram 2,99% de risco baixo, 91,07% de risco moderado, 5,28% de risco alto e 0,11% de risco muito alto.

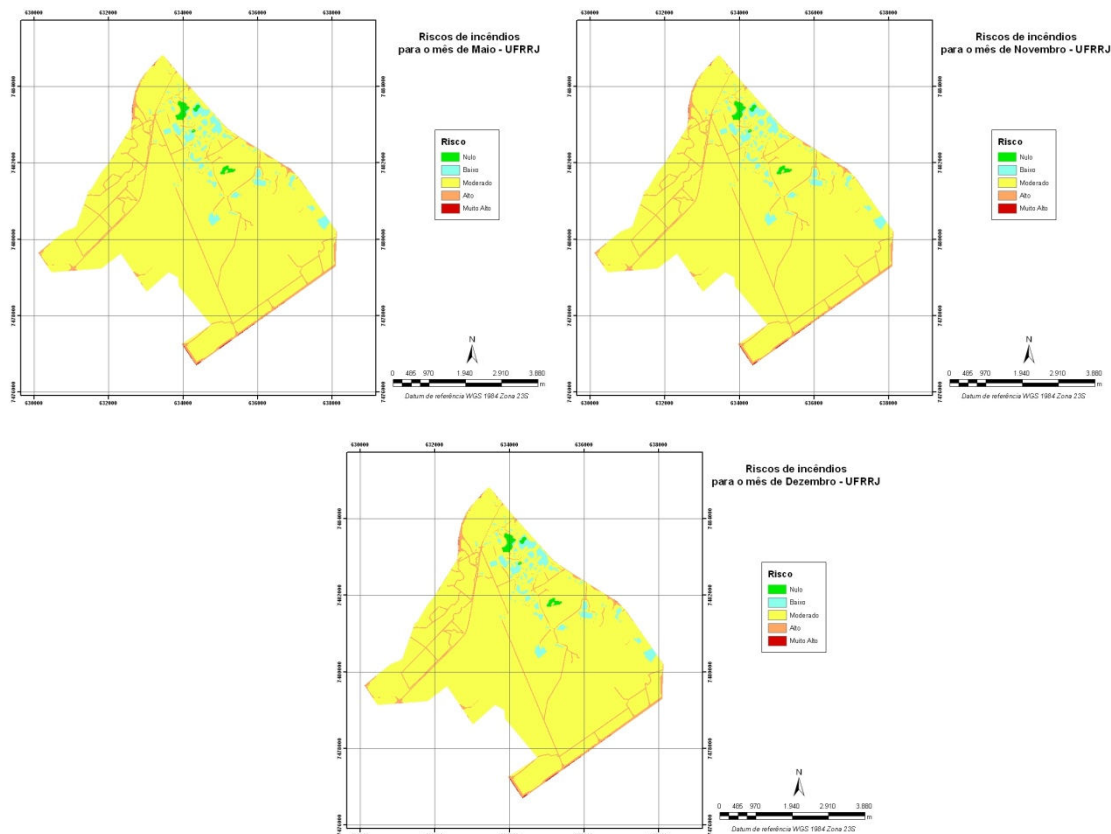


Figura 14. Riscos de incêndios para o mês de Maio, Novembro e Dezembro.

O mês de julho (Figura 15 e ANEXO 10) apresentou 15,90 % de risco moderado, 83,68% de risco alto e 0,85% de risco muito alto. E também não apresentou risco de incêndio baixo.

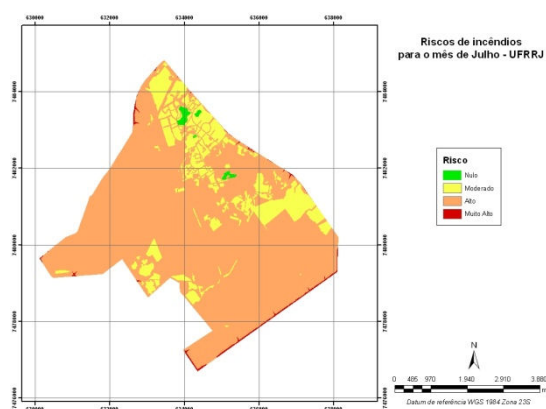


Figura 15. Riscos de incêndios para o mês de Julho.

O mês de agosto (Figura 16 e ANEXO 11) além de não apresentar risco de incêndio baixo, foi o que apresentou maior probabilidade de ocorrência de incêndios, apresentando 9,82% de risco moderado, 86,61% de risco alto e 3,01% de risco muito alto. Isto se deve principalmente a dois fatores, como o menor índice de umidade do ar, devido à menor precipitação, e a temperatura que volta a se elevar após os meses de junho e julho onde as temperaturas são mais baixas.

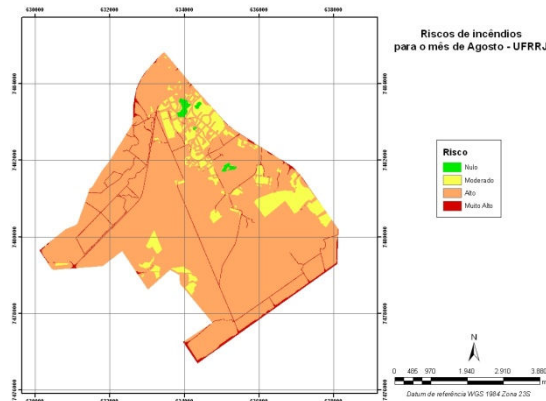


Figura 16. Riscos de incêndios para o mês de Agosto.

O resultado encontrado pode ser comparado ao de Fonseca (2002), no qual o mês que apresentou mais dias com risco muito alto de incêndios florestais, foi o mês de agosto.

Na Tabela 9 está a classificação do risco de incêndio para cada mês e a representatividade da área total do *campus* da UFRRJ.

Tabela 9. Representatividade da área de risco de incêndios para cada mês (%).

RISCO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Nulo	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Baixo	9,26	0,06	0,06	0	2,99	0
Moderado	87,17	89,95	89,95	82,14	91,07	82,14
Alto	3,01	9,15	9,15	16,76	5,28	16,76
Muito alto	0	0,30	0,30	0,54	0,11	0,54
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 9. (cont.) Representatividade da área de risco de incêndios para cada mês (%).

RISCO	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Nulo	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Baixo	0	0	0,06	0,06	2,99	2,99
Moderado	15,90	9,82	89,95	89,95	91,07	91,07
Alto	82,68	86,61	9,15	9,15	5,28	5,28
Muito alto	0,85	3,01	0,30	0,30	0,11	0,11
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

A Figura 17 apresenta a variação dos riscos de incêndios entre os meses do ano. O risco moderado é o mais frequente, apresentando-se em mais de noventa por cento da área do *campus*, exceto no mês de janeiro, devido às áreas com tamanhos representativos, classificadas como risco baixo. Os meses de abril, junho, julho e agosto também foram exceção, por apresentarem grandes áreas com risco alto e muito alto. Todos os meses apresentaram 0,56% de risco nulo, o qual compreende a área dos corpos d'água.

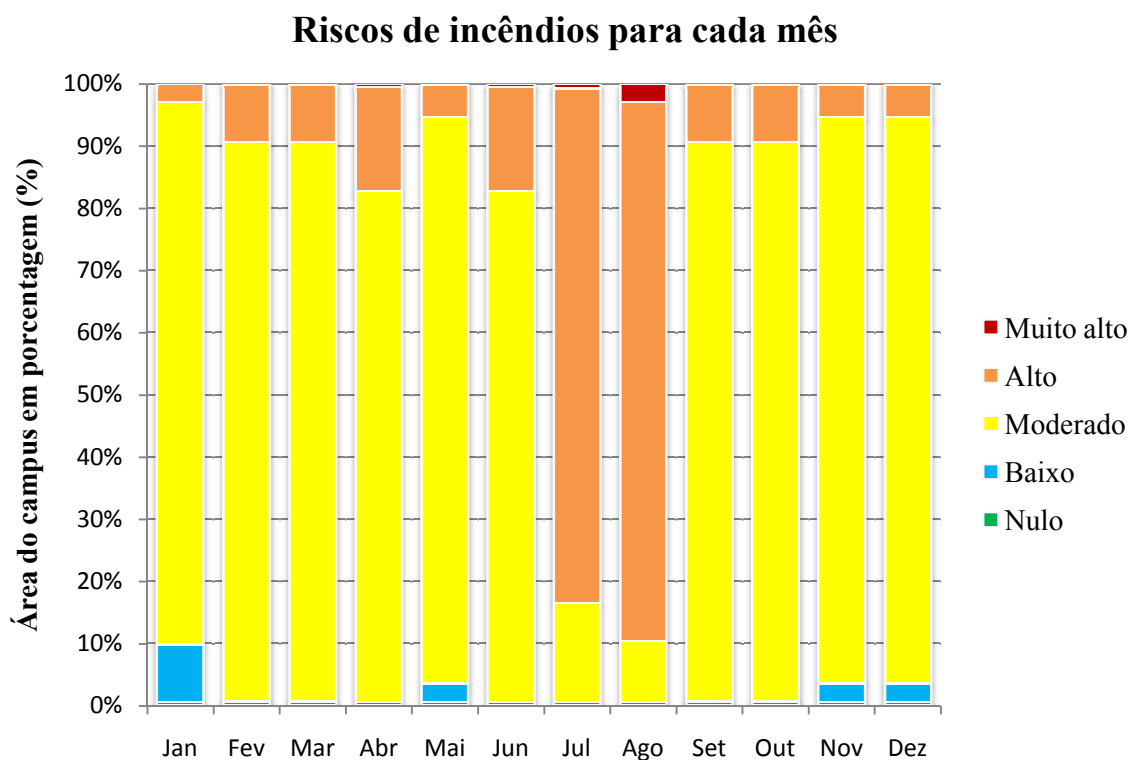


Figura 17. Variação mensal dos riscos de incêndios, de acordo com a área do *campus* da UFRRJ.

Para melhor representação da variação do risco baixo e muito alto entre os meses em que os mesmos ocorrem, foi elaborado um gráfico (Figura 18). Nele fica claro a ausência do risco baixo nos meses de abril, junho, julho e agosto, como também a ausência do risco muito alto no mês de janeiro.

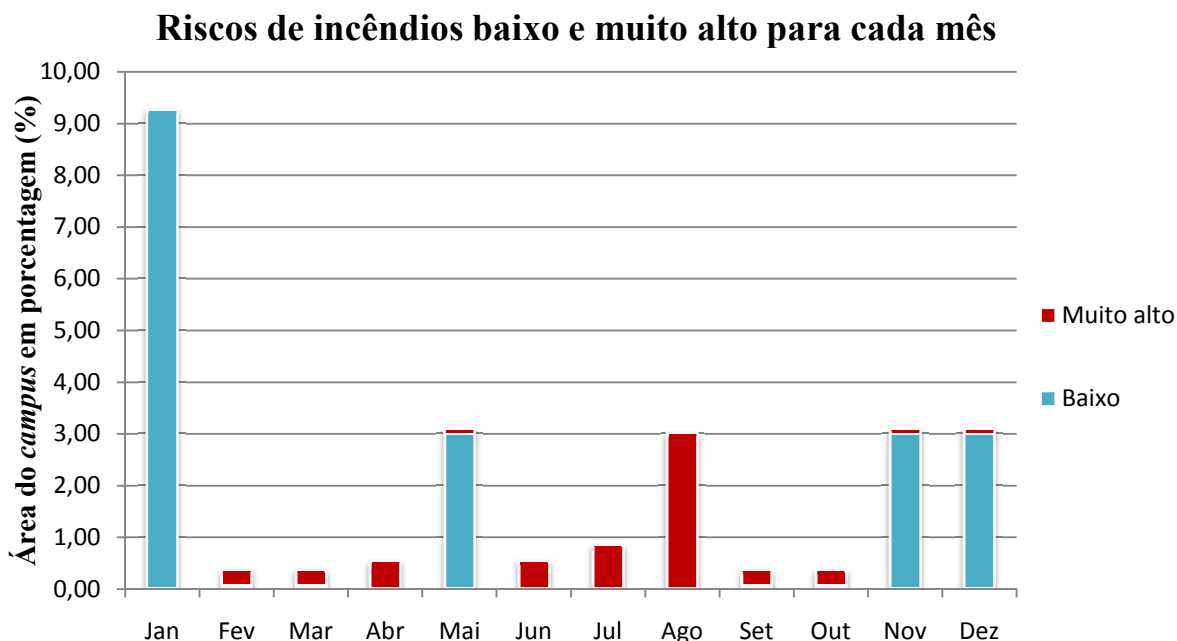


Figura 18. Riscos de incêndios baixo e muito alto para cada mês, de acordo com a área do *campus* da UFRRJ.

Estes resultados estão diretamente relacionados às condições climáticas, pois são as únicas que variam e afetam diretamente as condições do material combustível. Essa variação coincide com os altos coeficientes do uso do solo encontrados nos pastos, correspondendo a 58,80% do *campus*, seguido de 21,46% do reflorestamento, como também os altos coeficientes da influência do sistema viário e da área urbana, resultando em áreas com riscos de incêndios muito alto.

De acordo com os resultados obtidos por Mattos et al. (1991), o período caracterizado como estação seca compreende os meses de junho, julho e agosto. Esse período coincidiu com os meses que apresentaram os maiores riscos de ocorrência de incêndios, por ser uma época em que a baixa pluviosidade leva a uma menor umidade relativa do ar e do material combustível.

Fonseca (2002), também descreveu que o período crítico de risco de incêndios florestais no município de Seropédica é de abril a agosto. Mas, de acordo com o encontrado neste trabalho o mês de maio, quando comparado aos meses de abril, junho, julho e agosto, por apresentar uma alta umidade relativa do ar, o excluiu do denominado como período crítico de risco de incêndios.

A metodologia usada por Dalcumune & Santos (2005), como também no trabalho desenvolvido por Pezzopone et al. (2001), como ainda o trabalho realizado por Oliveira et al. (2004), envolvem a construção de apenas um mapa de risco para todo o ano. Como há variação climática entre os meses do ano, a metodologia utilizada no presente trabalho define melhor o risco de incêndio, pois envolveu a elaboração de um mapa para cada mês, evidenciando as variações meteorológicas. Logo, o mapa de risco de incêndio quando construído para cada mês, demonstra com maior eficiência a probabilidade de ocorrência de incêndios.

Apesar de a metodologia aplicada ter sido, de forma geral, satisfatória, alguns problemas foram identificados ao longo do desenvolvimento do trabalho, que comprometeram a obtenção de um resultado mais preciso. Entre eles a falta da separação entre os pastos manejados dos não manejados, acarretando uma visão ampla e generalizada, na qual os pastos não manejados, ou sujos, por estarem abandonados e em estágio avançado de degradação, apresentariam maior risco de incêndio. Já os pastos manejados que, frequentemente são roçados, como exemplo os gramados da universidade, teriam um menor risco. Este problema levou a um erro de extensão e probabilidade de ocorrência de incêndios.

Importante destacar que as causas mais comuns de incêndios no *campus* da UFRRJ são a queima para a limpeza, realizada pelos próprios funcionários e moradores do *campus*, como também os incendiários, devido à proximidade com as rodovias. Outra causa de incêndio a ser levada em consideração, é a presença da estrada férrea nos limites do *campus*, essa via atua direta e indiretamente para a ignição do material combustível, como por exemplo, as fagulhas desprendidas pelas locomotivas ou através de materiais acesos atirados por passageiros ou maquinistas.

Sendo assim, os Mapas de Riscos de Incêndios Florestais para o *campus* da UFRRJ servirão de ferramenta para posteriores trabalhos que tratem da prevenção e do combate de incêndios tanto para o *campus*, quanto à comprovação de uma fácil execução para toda a extensão do município Seropédica que, devido ao uso do solo, apresenta alta incidência de incêndios, que se intensificam nos períodos de seca.

5. CONCLUSÃO

- A metodologia apresentada neste trabalho mostrou-se eficiente para representar o risco de incêndios florestais no *campus* da UFRRJ. E os resultados encontrados permitiram concluir que, a partir de mapas temáticos de uso do solo, do sistema viário e da área urbana, integrados aos dados climáticos, foi possível determinar o risco mensal de ocorrência de incêndios no *campus* da UFRRJ.
- Os riscos de incêndios estão diretamente relacionados às variações das condições meteorológicas que afetam a umidade do material combustível, e conseqüentemente, na probabilidade de ocorrência de incêndios.
- De acordo com o levantamento, o mês de agosto foi o que apresentou maior risco de incêndio, com 9,82% de risco moderado, 87,17% de risco alto e 3,01% de risco muito alto.
- Os Mapas de Riscos de Incêndios Florestais para o *campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro devem ser atualizados periodicamente em função das alterações das variáveis utilizadas, principalmente o uso do solo, que podem modificar os índices de risco ao longo do tempo. Entre as alterações ambientais, pode-se citar: alterações da cobertura vegetal (desmatamento e reflorestamento) e condições climáticas estacionais (“veranicos”, El Niño ou La Niña).

6. RECOMENDAÇÕES FINAIS

- Como a maioria dos incêndios ocorre devido às causas antrópicas, sendo a queima para limpeza e os incendiários as de maior frequência, uma medida a ser adotada seria a integração entre a UFRRJ e os moradores do *campus* e do entorno pela educação ambiental, a fim de unir forças para a diminuição da ocorrência dos incêndios. Poderiam ser promovidas palestras para os funcionários, moradores e pessoas responsáveis pela limpeza dos terrenos, onde fossem destacados os malefícios causados pelo fogo, resultando em prejuízos tanto a própria população, como a flora e fauna do *campus*. Como forma de armazenamento da matéria orgânica, resultante da limpeza do terreno, poderia ser incentivada a utilização de composteiras artesanais, gerando adubo orgânico aos jardins e às hortas dos próprios moradores, sendo oferecido acompanhamento técnico da instituição para a realização destas atividades.
- Também poderiam ser tomadas medidas de auxílio à prevenção e ao combate, como construção e manutenção dos aceiros, reorganização das práticas de manejo (corte, desbaste e limpeza) e a instalação de Brigadas de Combate a Incêndios em lugares estratégicos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, D. S. Sistemas de informação geográfica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, São Paulo, 1990. **Anais...** São Paulo: Edusp, 1990. p. 66-78.

AREASEG – Segurança do trabalho e ergonomia. Tetraedro do fogo. Disponível em: <<http://www.areaseg.com/fogo/>> Acesso em: 4 de setembro de 2010.

BATISTA, A. C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. **Revista Floresta**, Curitiba PR, 30 (1/2): 45-54, jun/dez 2000.

CALDAS, P.F. **Geoprocessamento aplicado na delimitação de Áreas de Preservação Permanente em Jaraguá do Sul – SC**. UFRRJ, Seropédica, Rio de Janeiro, 2007.

CAPITANO, R. C. **Proposta de Delimitação da Reserva Legal e Implantação de Área de Servidão Florestal no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. Seropédica: UFRRJ, 2008. 39p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná – PR, 210 p. 2003.

COCHRANE, M. A. **Fire science for rainforests**. Nature 42: 913-919. 2003.

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.

FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A. Avaliação de riscos de incêndios florestais através de um SIG: proposta de um sistema automatizado para monitoramento. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 5, Piracicaba, 1997. **Anais...** São Paulo: Edusp, 1997. v. 1, p. 573.

FONSECA, F. A. **Estudo de índices de risco de incêndios na Floresta Nacional Mário Xavier, em Seropédica, RJ**. Seropédica: UFRRJ, 2002. 53p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2002.

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.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Área territorial oficial. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/area.php?nome=serop%E9dica&codigo=&submit.x=8&submit.y=12>> Acesso em: 28 de agosto de 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa da população 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em: 24 de abril de 2010.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente, antigo IEF-RJ. Índice de risco de incêndio. <<http://www.inea.rj.gov.br/incendios/conteudo.asp>>. Acesso em: 3 de fevereiro de 2008.

Informações Socioeconômicas do Município de Seropédica, Sebrae/RJ, 19 p. Disponível em: <<http://www.sebraerj.com.br/main.asp?View={0C096E9F-C349-43EE-B0A1-8CA3C7AA507D}>> Acesso em: 7 de setembro de 2010.

KÖPPEN, W. **Das geographische system der klimate**. Handbuch de klimatologie, Bortraeger, Berlim. 1938.

LIMA, J. P. C.; SANTOS, L. A. F. Floresta Nacional Mário Xavier uma proposta de planejamento e de gestão ambiental – Justificativa. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, Vol. 5(1): 216-218, jan./dez. 1998.

MACEDO, F. W.; SARDINHA, A. M. Fogos Florestais. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, v.2, 1987, 430p.

MAGNANINI, A. & NEHAB, M. A. F. **Diagnóstico da Situação Florestal no Município de Itaguaí**. Rio de Janeiro: FEEMA. 1980. 48p.

MARTINEZ, J. O.; AGUILERA, R. Aplicaciones de tecnologia SIG y GPS para el manejo del fuego. In: PROGNOSIS Y GESTION EN CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES, Santiago de Chile. **Anais...** Santiago de Chile, 1995. Proyecto FONDEF FI – 13, p. 95-101.

MATTOS, C. C. L. V.; SILVA, M. A. R.; NOGUEIRA, I. B.; BATISTA, I. M. **Caracterização Climática da Área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. UFRRJ: Rio de Janeiro, 1991.

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.

PEZZOPANE, J. E. M.; NETO, S. N. O.; VILELA, M. F. Risco de incêndios em função da característica do clima, relevo e cobertura do solo. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica RJ, v. 8, n.1, p.161-166, jan/dez 2001.

PHILLIPS, C.; NICKEY, B. The concept of spatial risk and its application to fire prevention. **Fire management notes**. v. 39, p. 4-19, 1978.

PREVFOGO/IBAMA – Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais/ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/prevfogo/index.php?id_menu=90>. Acesso em: 15 de junho de 2008.

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, 2008.

RURAL SEMANAL, Informativo da Universidade Rural do Rio de Janeiro. Seropédica: UFRRJ/Imprensa Universitária, ANO XV número 35/2008 - 20 a 26 de Outubro de 2008.

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

SANTOS, L. A. F. **Floresta Nacional Mário Xavier: Uma Proposta de Planejamento Ambiental. Seropédica, RJ**. Seropédica: UFRRJ, 1999. 299p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1999.

SILVA, R. B. M. **Aporte de serapilheira e quantificação de nutrientes em áreas de reabilitação, município de Seropédica, RJ**. Seropédica: UFRRJ, 2008. 57p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

SMITH, D. T. Mapping de bushfire danger of Hobart. In: Australian Bushfire Conference, Albury. **Anais...** July, 1999.

SOARES, R. V. **Prevenção e Controle de Incêndios Florestais**. Curitiba: FUPEF, 69 p. 1982.

SOUZA, C. P.; GRILO, D.; GUERREIRO, F.; MEDONÇA, J.; CARIDADE, M.; CASTRO, M. L.; ALMEIDA, P. R. **Relatório do Projecto de Cartografia de Risco de Incêndio Florestal**, CRIF, 2ª fase, 1996.

UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. História. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/portal/modulo/reitoria/index.php?view=historia>>. Acesso em: 12 de setembro de 2010.

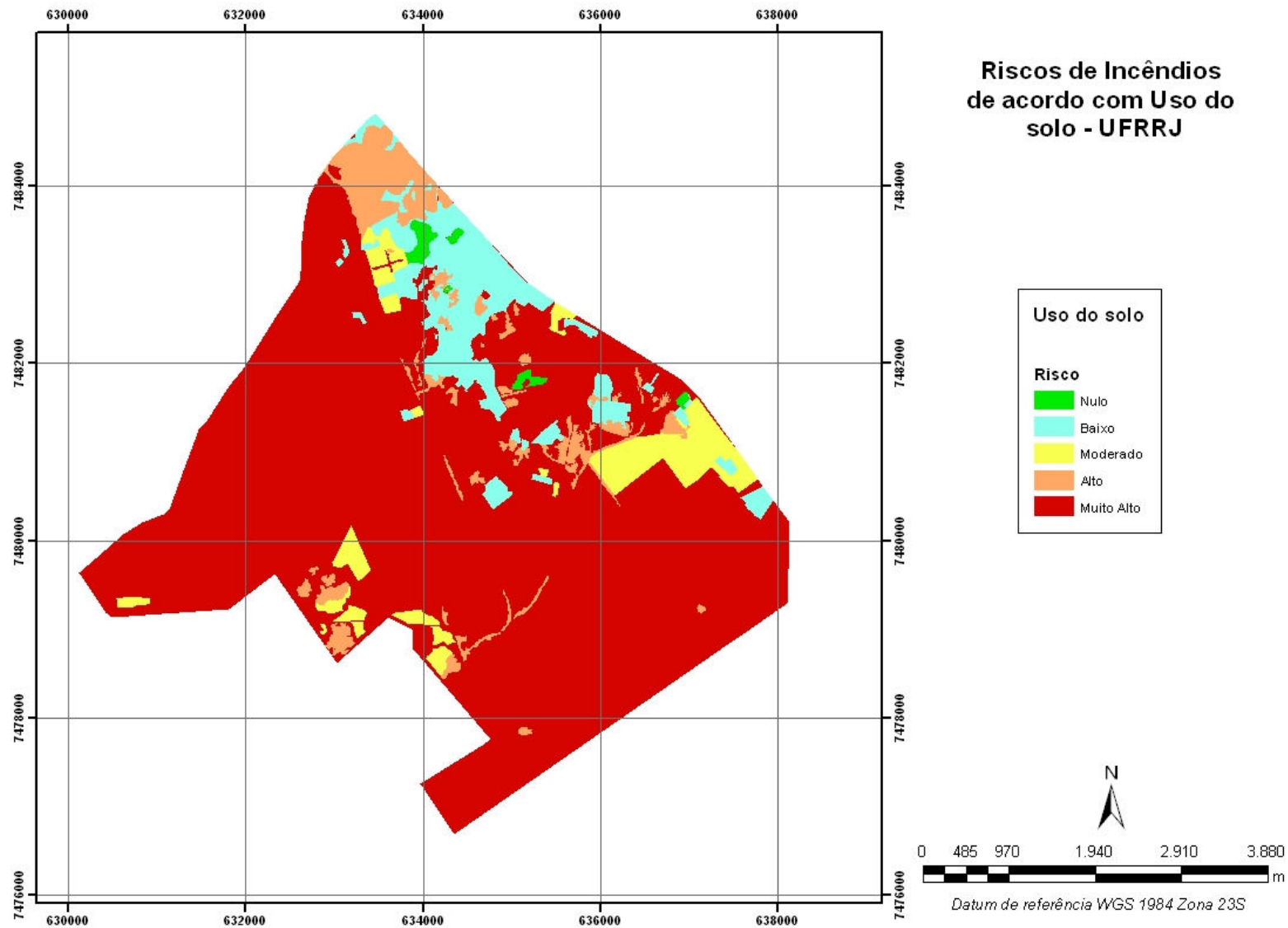
VETTORAZZI, C. A.; FERRAZ, S. F. B. **Uso de sistemas de informações geográficas aplicados à prevenção e combate a incêndios em fragmentos florestais**. Botucatu: ESALQ/USP, 1998. p. 111-115, v. 12, n. 32, série técnica IPEF, dez. 1998.

WHITMORE, T.C. **An introduction to tropical rain forests**. Oxford, Oxford University Press. 1990.

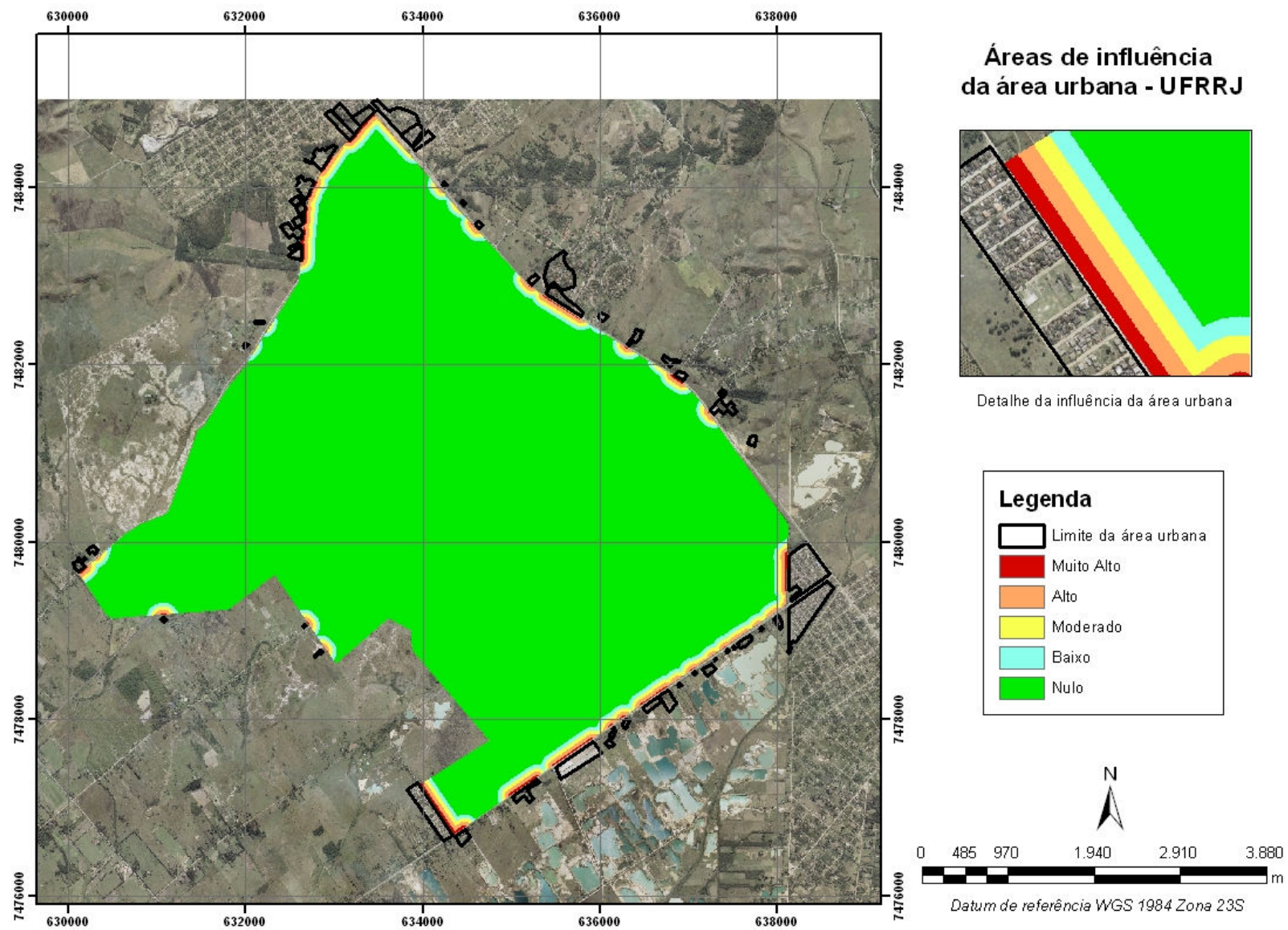
WWF BRASIL – Fundo Mundial para a Natureza. Notícias. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/informacoes/noticias_meio_ambiente_e_natureza/>. Acesso em: 3 de fevereiro de 2008.

8. ANEXOS

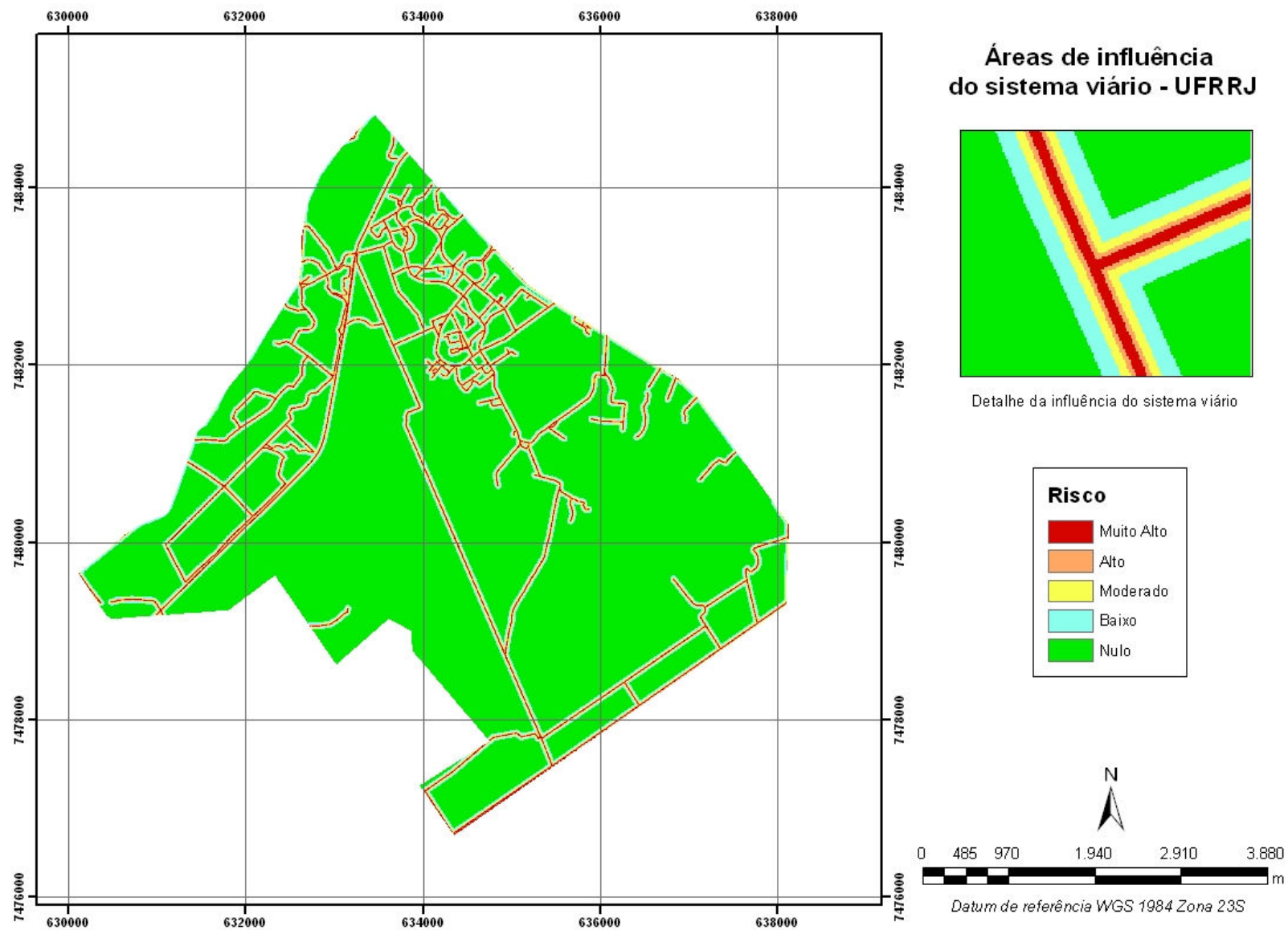
ANEXO 1. Riscos de incêndios de acordo com o uso do solo – UFRRJ.



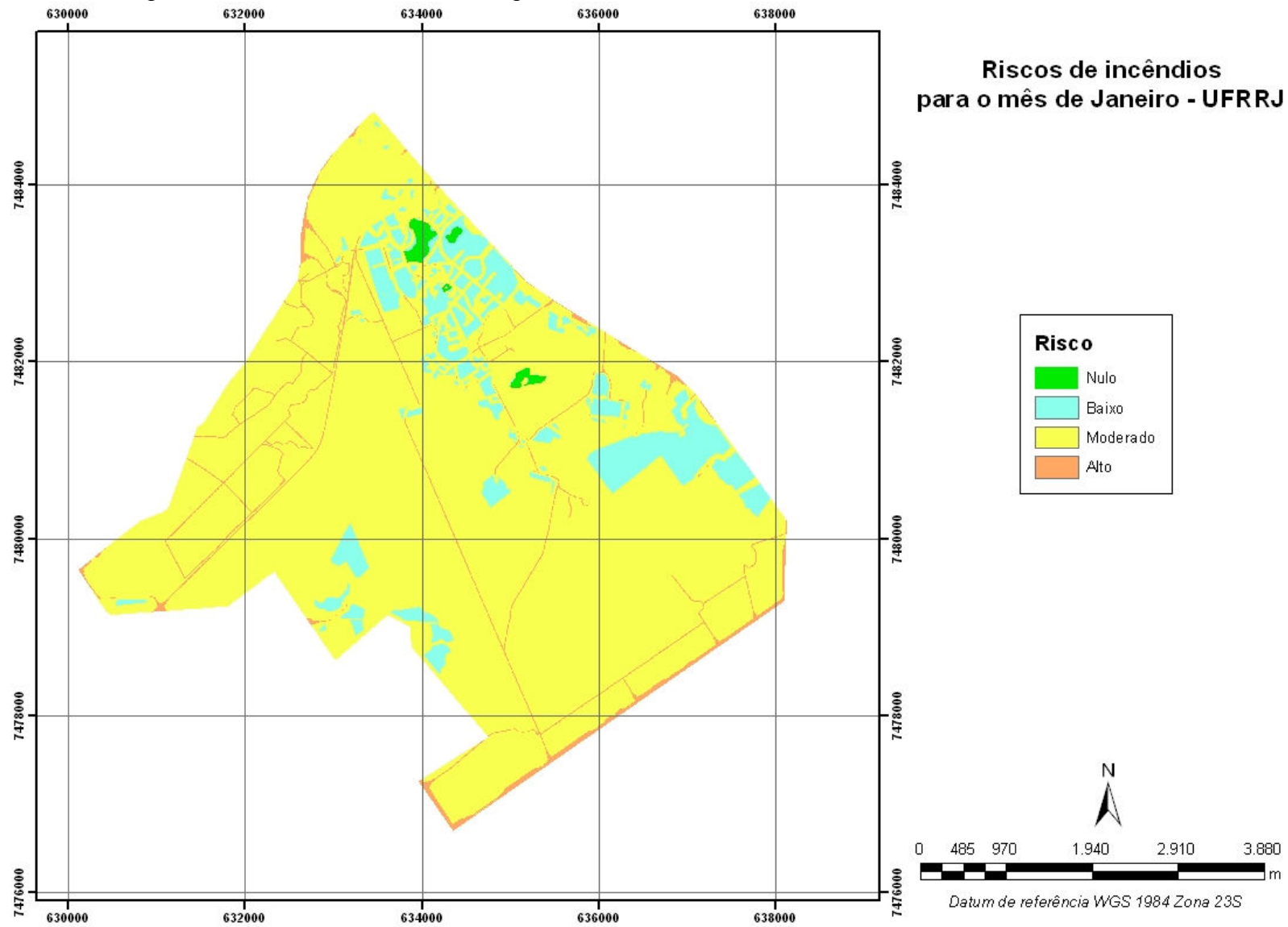
ANEXO 2. Áreas de influência da área urbana do entorno da UFRRJ.



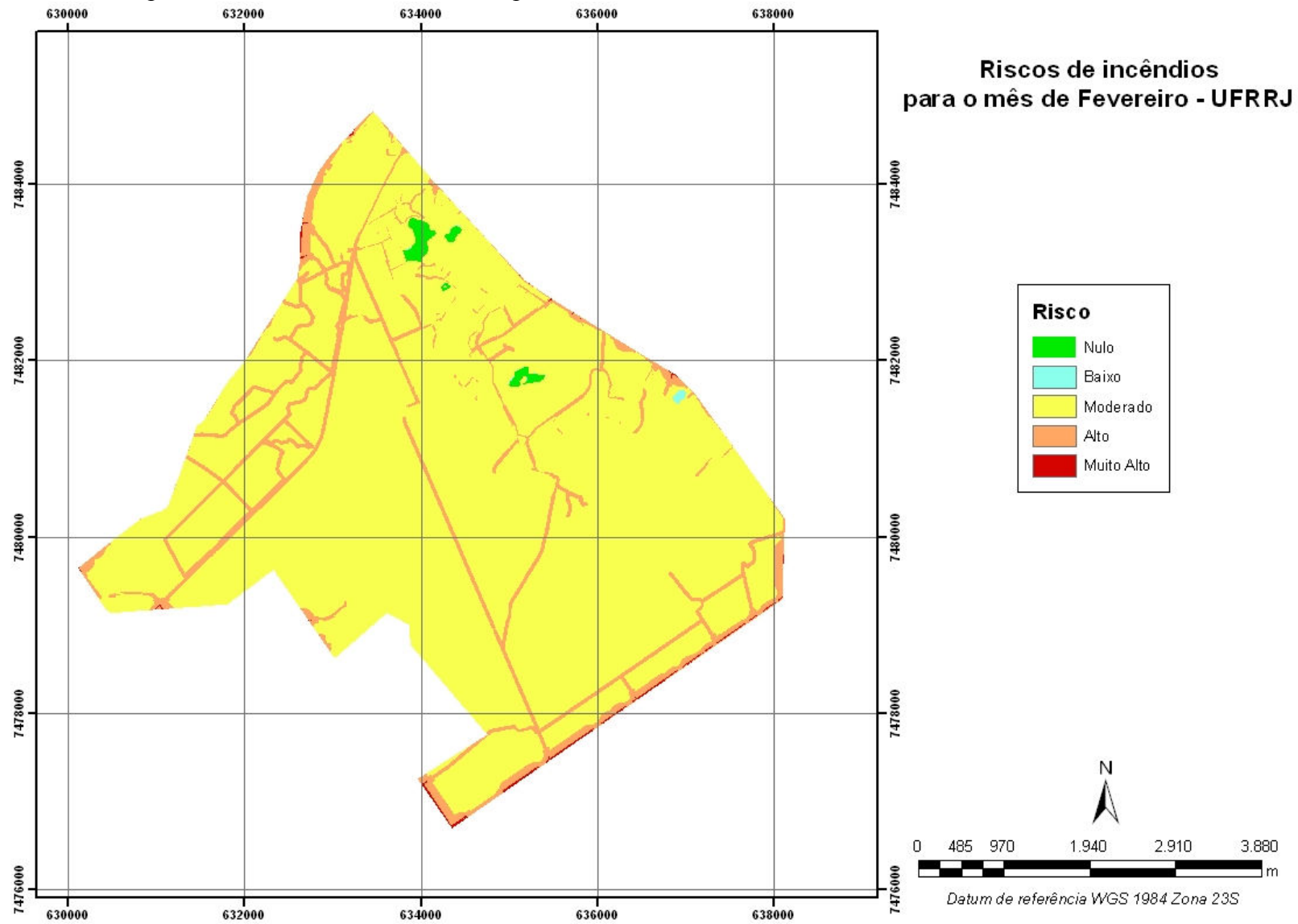
ANEXO 3. Áreas de influência do sistema viário - UFRRJ



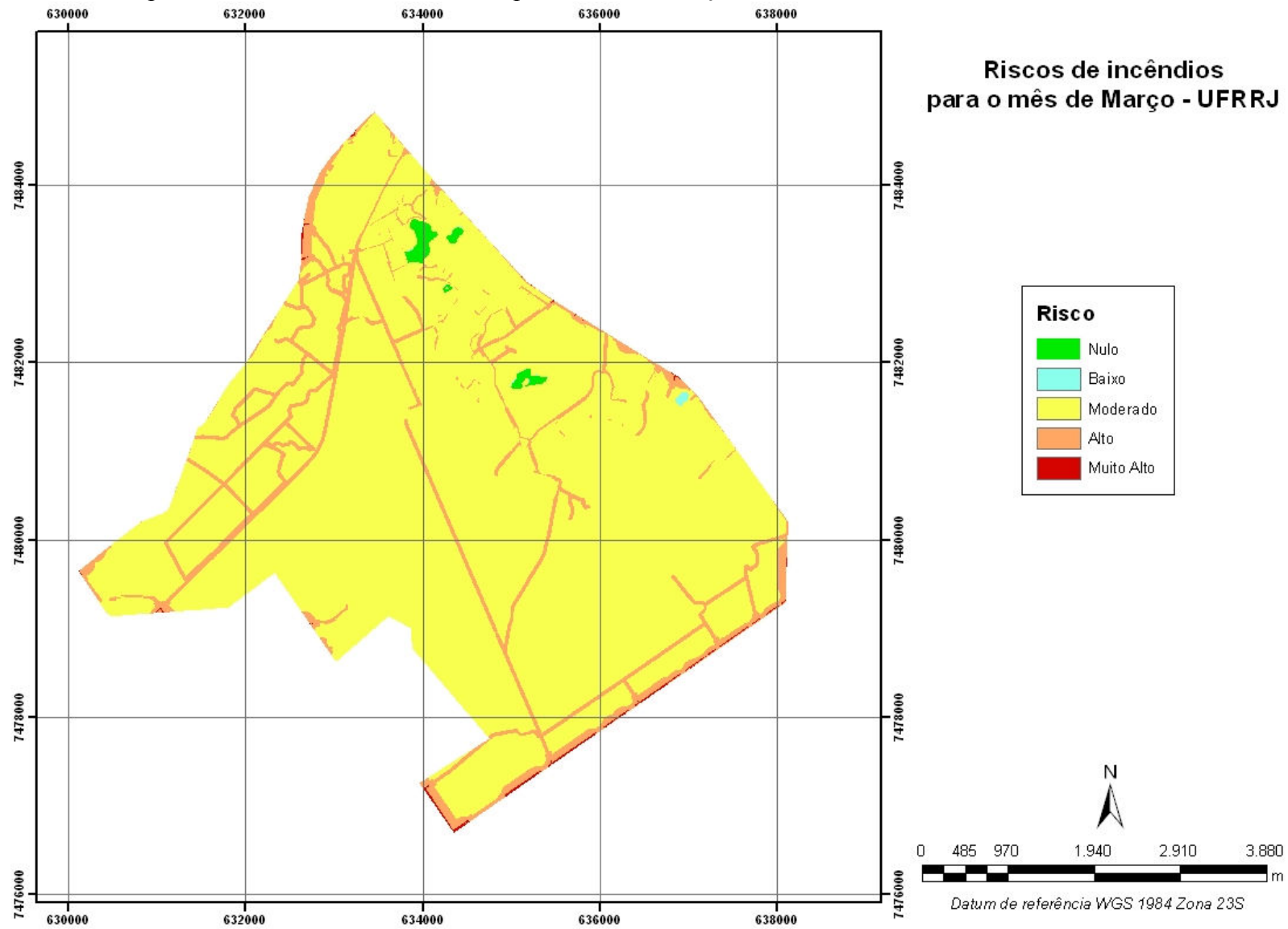
ANEXO 4. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Janeiro - UFRRJ



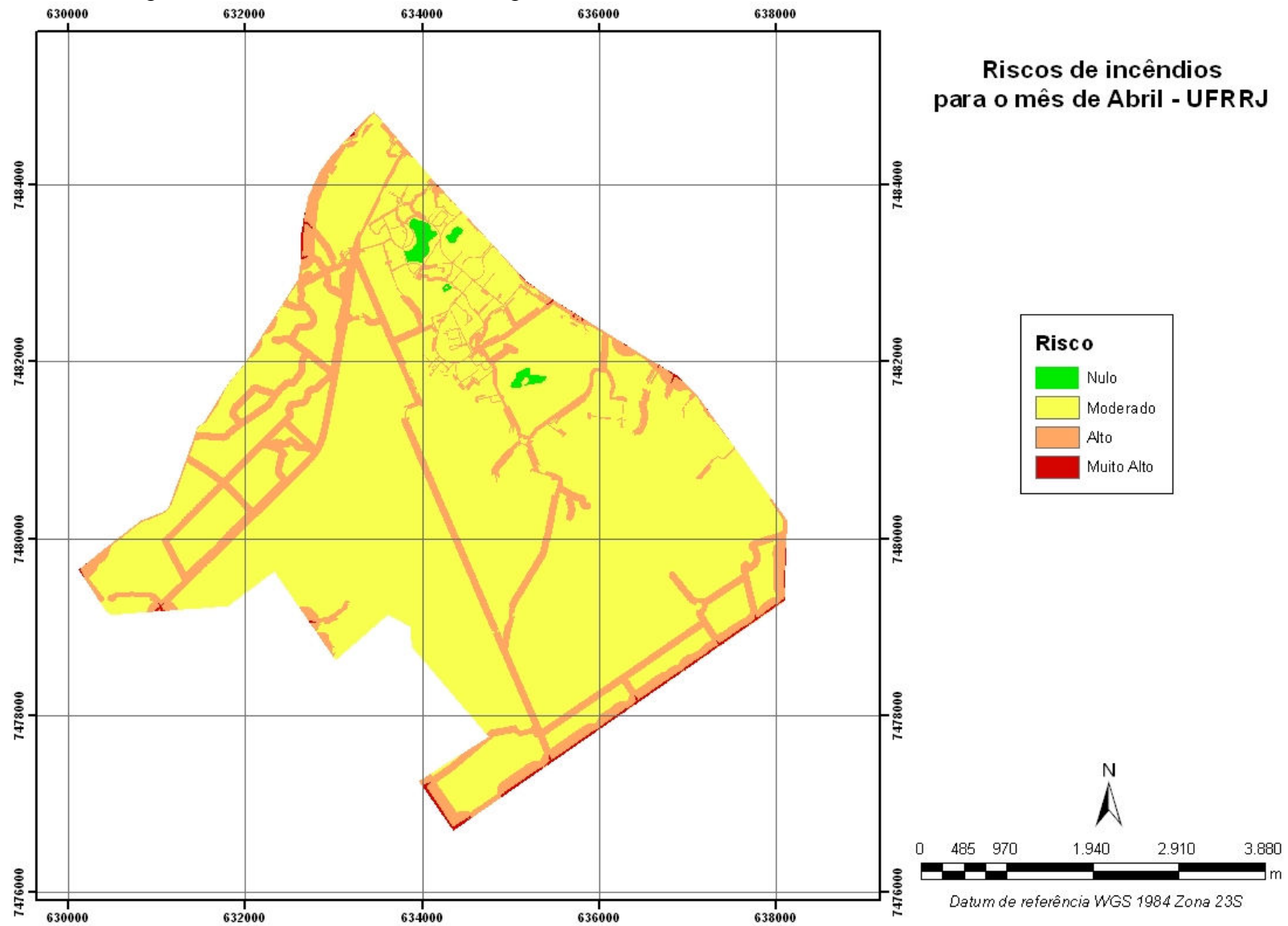
ANEXO 5. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Fevereiro - UFRRJ



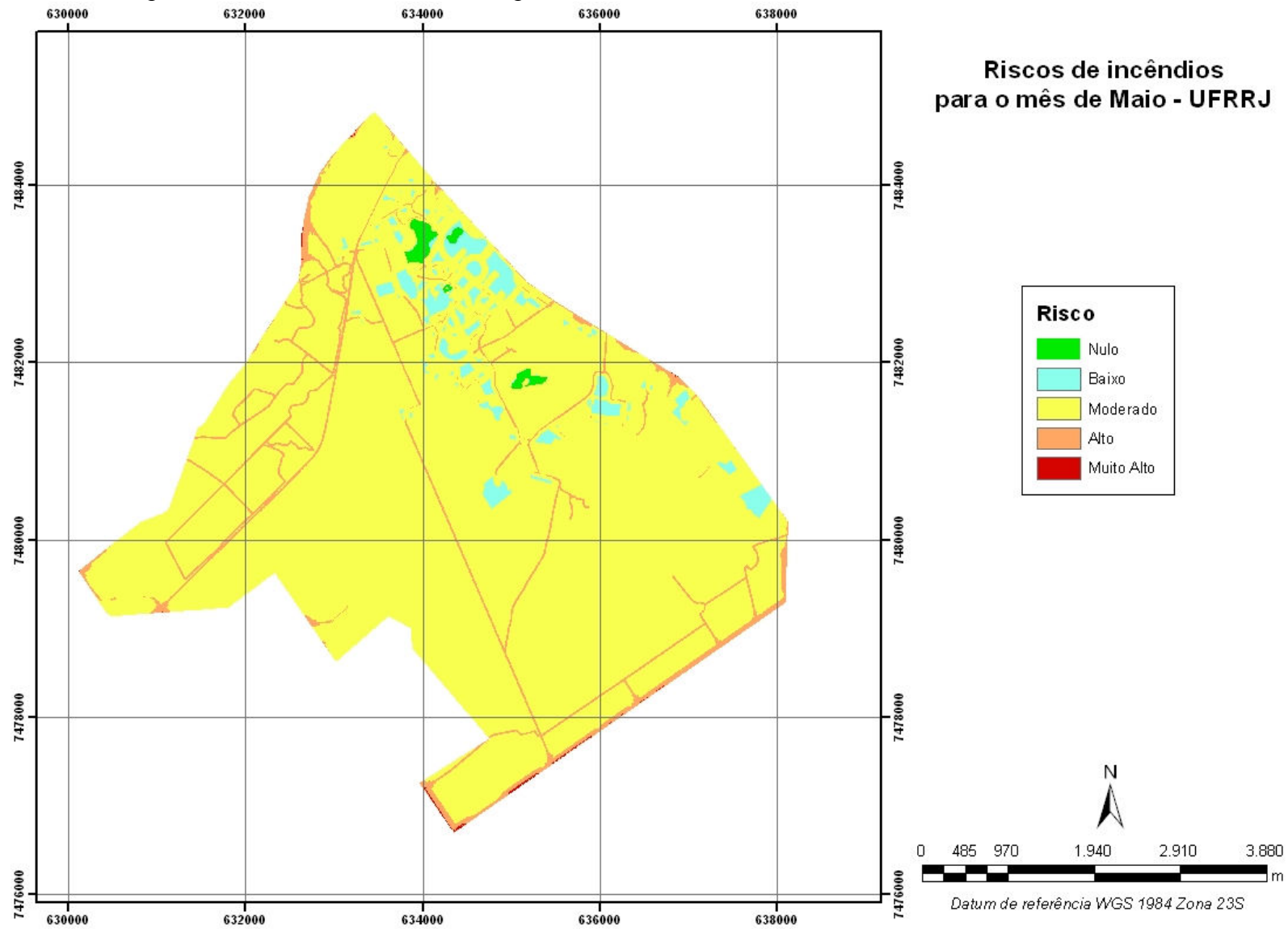
ANEXO 6. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Março - UFRRJ



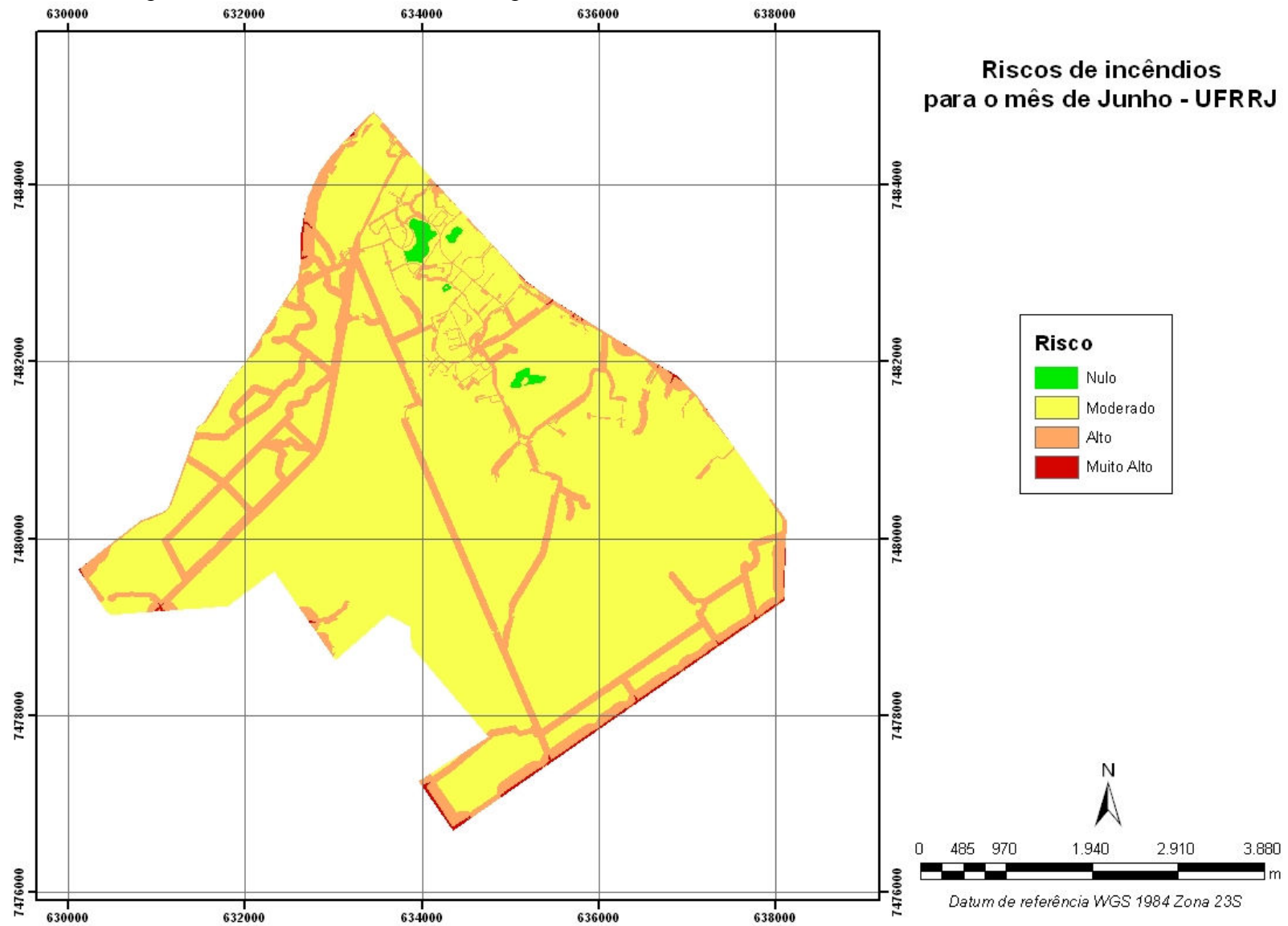
ANEXO 7. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Abril - UFRRJ



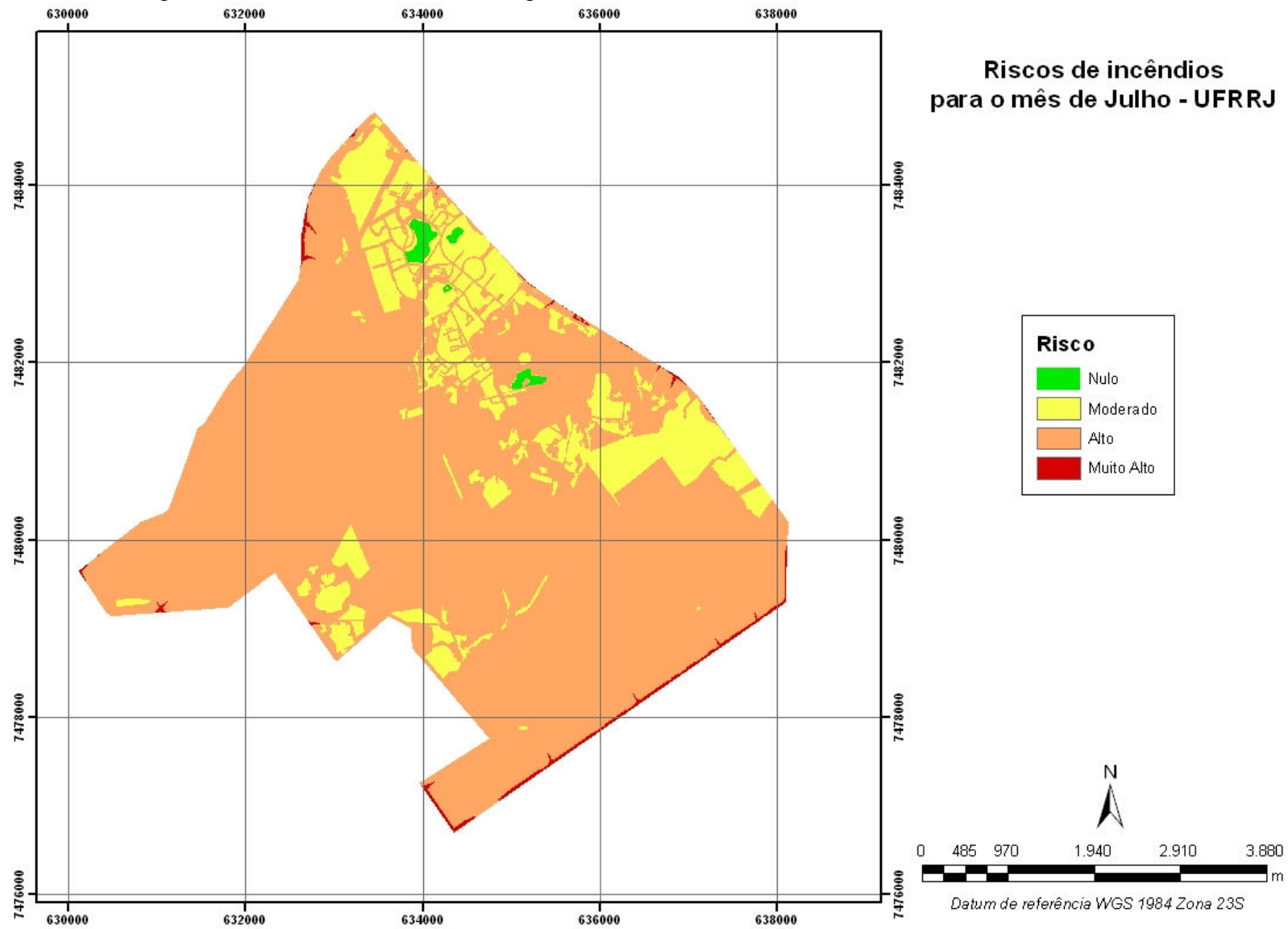
ANEXO 8. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Maio - UFRRJ



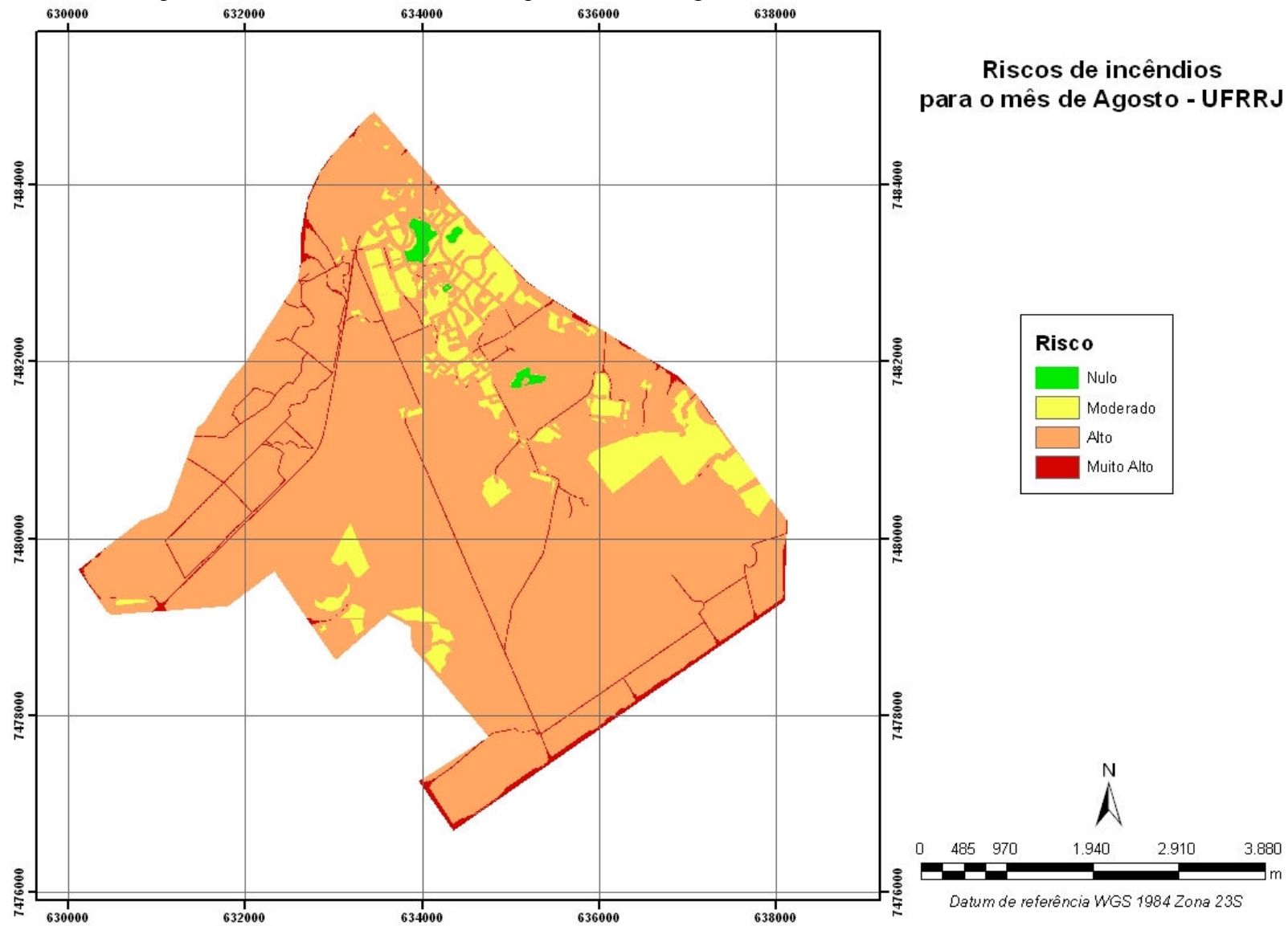
ANEXO 9. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Junho - UFRRJ



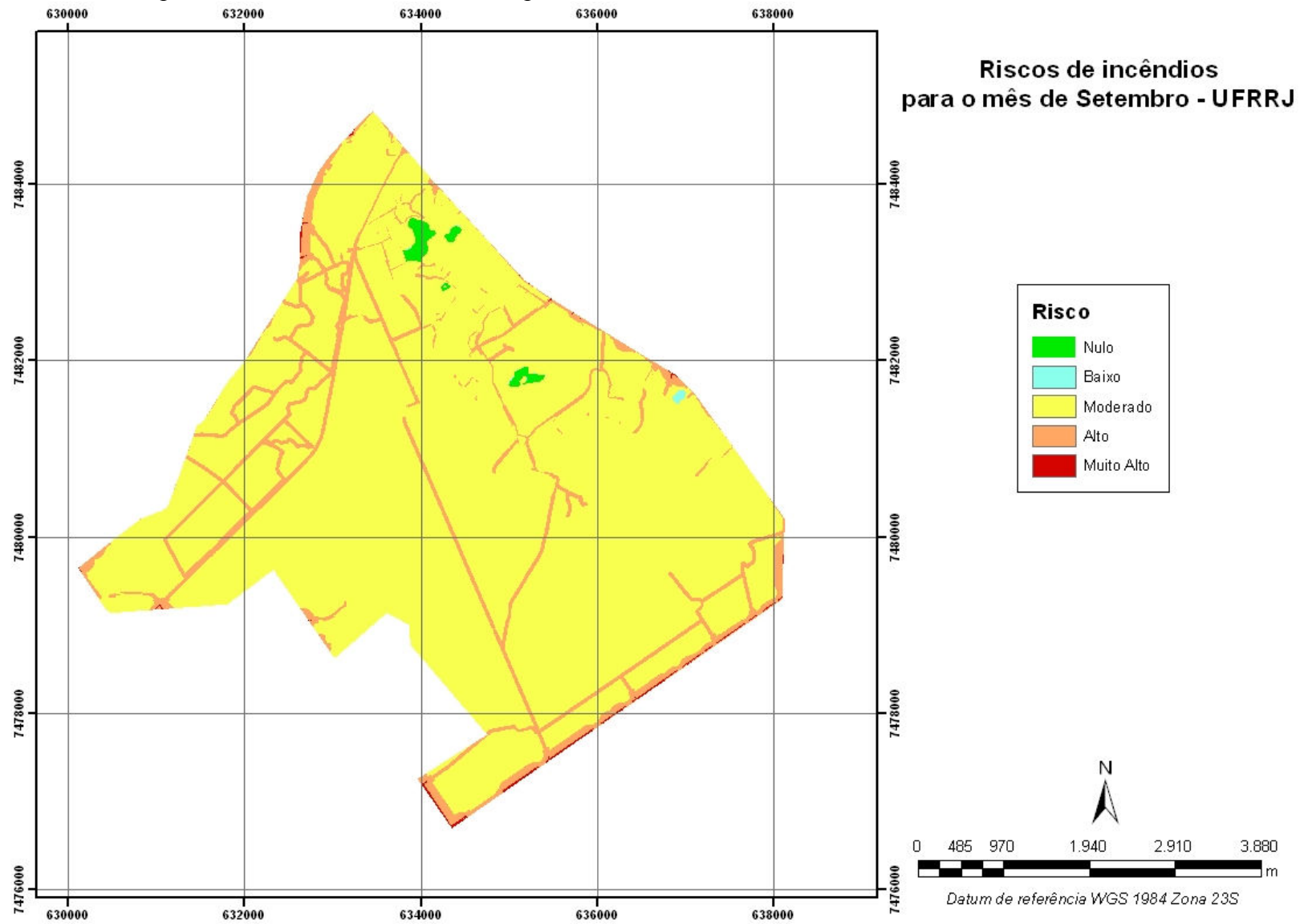
ANEXO 10. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Julho - UFRRJ



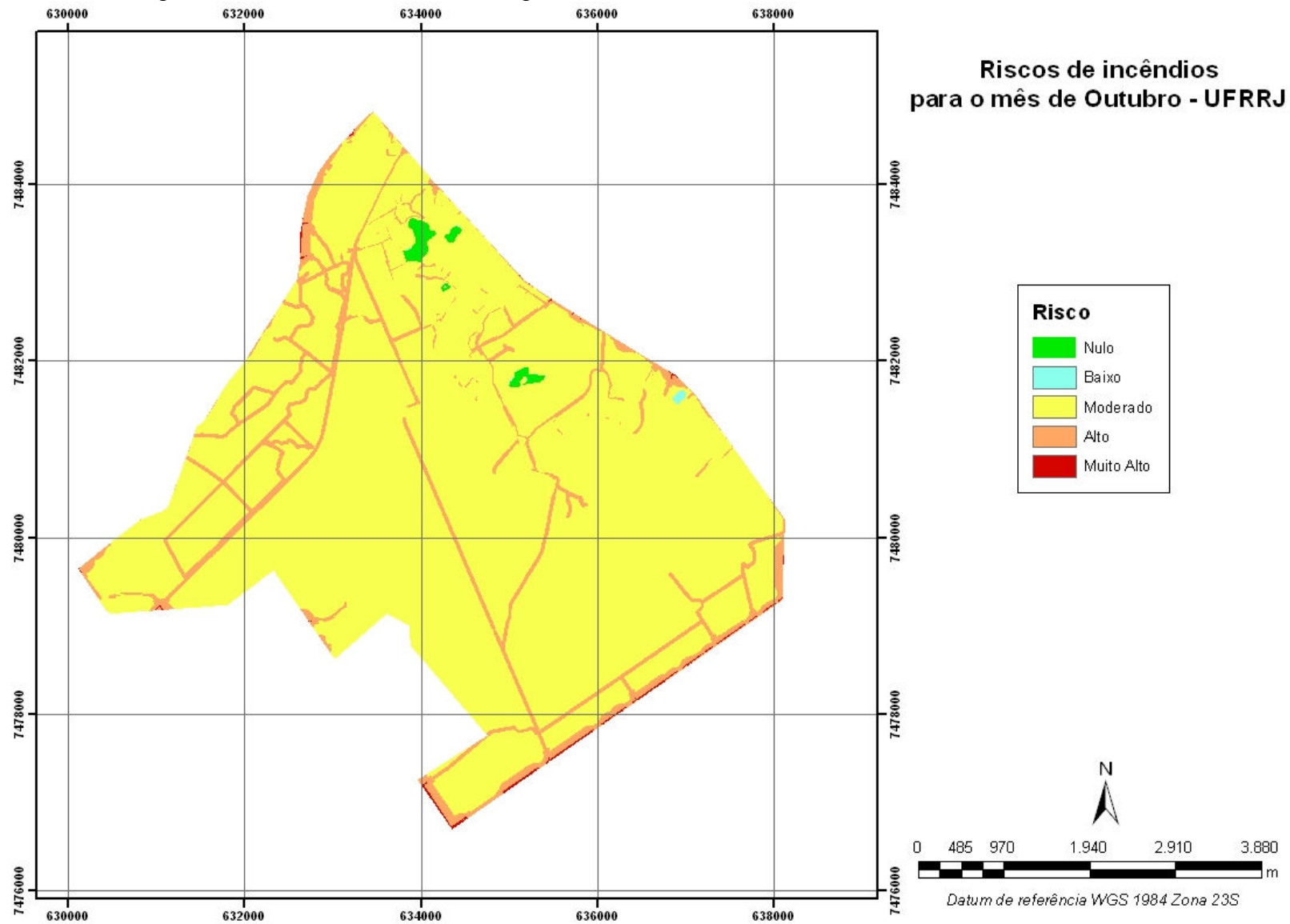
ANEXO 11. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Agosto - UFRRJ



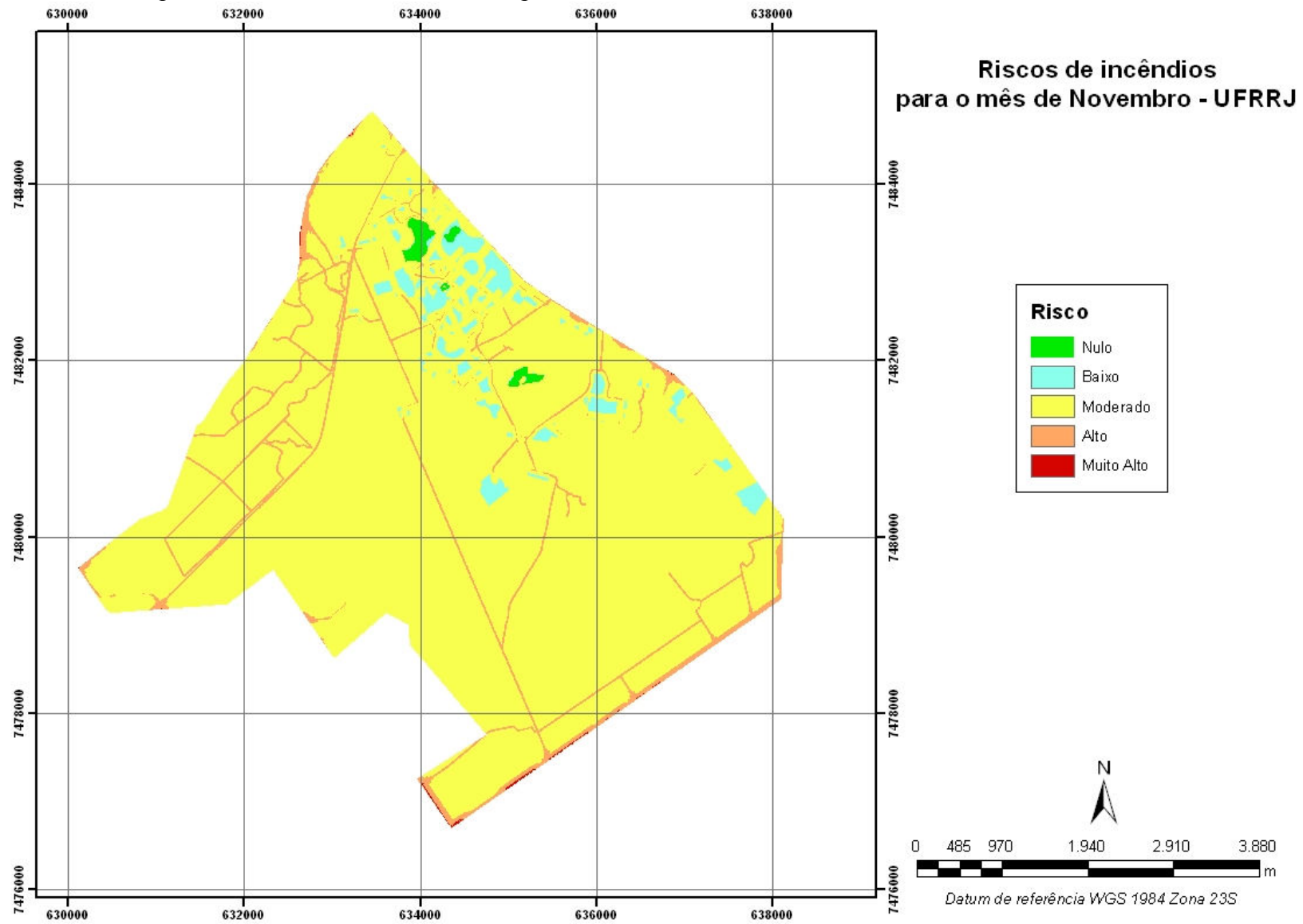
ANEXO 12. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Setembro - UFRRJ



ANEXO 13. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Outubro - UFRRJ



ANEXO 14. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Novembro – UFRRJ



ANEXO 15. Mapa de riscos de incêndios florestais para o mês de Dezembro - UFRRJ

