

**Uso da inteligência geográfica no apoio à política de prevenção e combate a queimadas no município de Niterói, RJ, Brasil****The use of geographical intelligence in support of the policy of prevention and fire fighting in the county of Niterói, RJ, Brazil**

DOI:10.34117/bjdv6n9-474

Recebimento dos originais: 01/09/2020

Aceitação para publicação: 21/09/2020

**José Augusto Paixão Gomes**

Mestrando em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, na Área de Concentração em Gestão, Produção e Meio Ambiente, com foco em Inovação e Cidades Inteligentes.

Universidade Federal Fluminense - UFF.

Rua Passos da Pátria, 156, Campus da Praia Vermelha, São Domingos, Cep. 24210-240, Niterói, (RJ), Brasil.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1412-8502>

E-mail: joseaugustogomes@id.uff.br

**Walber Paschoal da Silva**

Doutorado em Engenharia de Transportes pela COPPE/UFRJ

Professor do Departamento de Desenho Técnico

Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense – UFF

Rua Passos da Pátria, 156 Bloco D sala 563 C, Campus da Praia Vermelha, São Domingos, Cep. 24210-240, Niterói, (RJ), Brasil.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6000-4458>

E-mail: walberpaschoal@id.uff.br

**Gertrudes Silva Nogueira**

Mestre em Geologia

Especialista em Meio Ambiente

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Rua Jornalista Rogério Coelho Neto, s/n, Sala 3 UGP/BID – Centro, Cep. 24020-011 Niterói, (RJ), Brasil.

E-mail: gsnogueira22@gmail.com

**Orlando Celso Longo**

Doutorado em Engenharia de Transportes

Professor do Departamento do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Universidade Federal Fluminense - UFF.

Rua Passos da Pátria, 156, Campus da Praia Vermelha, São Domingos, Cep. 24210-240, Niterói, (RJ), Brasil.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0323-473>

E-mail: orlandolongo@id.uff.br.

**RESUMO**

A ocorrência de incêndios na vegetação relaciona-se diretamente com dois tipos de fatores: os de caráter permanente (material combustível, tipo de floresta e topografia) e os de caráter variável (condições climáticas, como por exemplo, a umidade relativa do ar e a temperatura). As características de uso e ocupação do solo associadas às condições climáticas (estação chuvosa no verão e estação mais seca no inverno combinado com períodos de estiagem de várias semanas, no verão, no qual a insolação é muito alta e a umidade atmosférica decresce acentuadamente) contribuem para o aumento do número de focos de incêndios e da extensão das áreas queimadas. Dentre as estratégias para tornar o município modelo de Cidade Resiliente, sobressaem os investimentos em planejamentos e obras de proteção e prevenção aos riscos geotécnicos, bem como em conservação e recuperação de ecossistemas com este mesmo objetivo, ou seja, ação preventiva contra os processos erosivos e de riscos geotécnicos que podem resultar em deslizamentos de encostas. No caso de Niterói, o principal fator de perda de florestas e outros ecossistemas naturais é o fogo. Assim, o presente artigo apresenta as ações desenvolvidas, com o auxílio de geotecnologias, visando a prevenção e o combate aos incêndios florestais.

**Palavras-chave:** Incêndios florestais, mapeamento de queimadas, cidades resilientes, geoprocessamento.

**ABSTRACT**

The occurrence of fires in the vegetation is directly related to two types of factors: permanent ones (combustible material, forest type and topography) and those of variable character (climatic conditions, such as relative air humidity and temperature). The characteristics of use and occupation of the ground associated with the climatic conditions (rainy season in the summer and drier season in the winter combined with periods of drought during several weeks, in the summer, in which the insolation is very high and the atmospheric humidity decreases significantly) contribute for the increase of the number of occurrence of fires and of the extension of the burnt areas. Among the strategies to turn the city into a model of Resilient City stand out the investments in planning and works of protection and prevention of geotechnical risks as well as in conservation and recovery of ecosystems with this same objective, that is, preventive action against erosion and geotechnical risks which can result in slope slides. And in the case of Niterói, the main factor of loss of forests and other natural ecosystems is the FIRE! Therefore, the current article presents the actions developed, with the help of Geologic technologies, aiming at the prevention and combat of forest

**Keywords:** forest fires, fire mapping, resilient cities, geoprocessing.

**1 INTRODUÇÃO**

Os incêndios são uma das principais fontes de danos aos ecossistemas florestais, e têm importância ecológica fundamental devido à sua influência sobre a poluição atmosférica e sobre às mudanças climáticas, as quais têm impactos diretos e indiretos sobre os habitats e os ecossistemas (SOUZA et al., 2014). Dentre as causas mais comuns de incêndios florestais, ou seja, incêndios criminosos, focos de incêndios causados por cigarro, prática de pequenas fogueiras, queimas para limpeza, prática de cultos religiosos, queda de raios e quedas de balão, apenas a queda de raios não é de responsabilidade humana. 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 para detecção; falta de acessos adequados etc.

Os incêndios florestais geram problemas em diversas escalas. Localmente, promovem a degradação da vegetação, impactos sobre a biodiversidade, infertilidade e desertificação do solo, aparecimento de processos erosivos; prejuízos financeiros e até mesmo perda de vidas. Regionalmente, entre outros, sua fumaça gera problemas para a saúde humana e afeta os meios de transporte. Em escala global, promovem aumento nas emissões de carbono para a atmosfera, podendo ter consequências para o clima planetário.

Tendo em vista os impactos que podem ser ocasionados pelos incêndios florestais, torna-se premente a rapidez e eficiência na detecção e monitoramento de focos de calor, a fim de evitar que incêndios florestais se iniciem e se alastrem com maior frequência, bem como viabilizar um combate estratégico buscando minimizar os efeitos da queima.

Nesse sentido, as Geotecnologias (Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas) podem ser utilizadas para geração de mapas estratégicos de combate, com a localização de estradas, corpos d'água, núcleos urbanos, e também na obtenção de mapas de risco de incêndios, ou seja, mapas que mostrem regiões com maiores ou menores probabilidades de ocorrência de incêndios. Com as informações oferecidas pelos mapas de risco, medidas preventivas podem ser tomadas, como: maior vigilância nas áreas de risco; restrição do acesso aos locais de risco; construção de aceiros preventivos e reorganização das atividades realizadas nas proximidades. Os mapas de risco de incêndios auxiliam também no planejamento de combate, por exemplo na alocação de recursos em pontos estratégicos.

Assim, o objetivo deste trabalho foi apresentar as ações desenvolvidas, com o auxílio de geotecnologias, pela Prefeitura Municipal de Niterói (PMN) visando a prevenção e combate aos incêndios florestais no território municipal.

## **2 MATERIAL E MÉTODO**

Considerando os critérios de classificação de pesquisa quanto aos fins e quanto aos meios tem-se uma pesquisa descritiva, bibliográfica/documental e participante. O desenvolvimento do presente artigo teve como base documentos internos da Prefeitura Municipal de Niterói, mas especificamente, os Termos de Referência visando a aquisição de imagens, mapeamento e disponibilização de ambiente na internet para apoio à prevenção e combate aos incêndios florestais em Niterói, e respectivos produtos. Também foram usadas como base, entrevistas com os colaboradores dos principais órgãos envolvidos, a saber: a Secretaria Municipal de Defesa Civil e Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Sustentabilidade. Baseou-se, ainda, na consulta

de material bibliográfico disponível referente ao tema central, ou seja, geotecnologias e combate e prevenção de incêndios florestais.

## 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Niterói localiza-se na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (RMRJ), na orla oriental da baía de Guanabara e faz divisa com os municípios de São Gonçalo e Maricá, conforme ilustrado no mapa da Figura 1. Após sucessivas leis estaduais, elaboradas com base nas atribuições conferidas aos estados pela Constituição Federal de 1988, os limites da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) passaram a ser definidos pela Lei Complementar 158, de dezembro de 2013, incluindo 21 municípios que juntos, segundo contagem populacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2017, perfazem um total de 12,4 milhões de habitantes, ou seja, 74% da população do Estado do Rio de Janeiro. O município mais populoso é o Rio de Janeiro, que concentra 53% da população da Região Metropolitana, seguidos por São Gonçalo (8%), Duque de Caxias (7%), Nova Iguaçu (7%) e Niterói (4%).

**Figura 1** - Localização do município de Niterói (ilustração)



**Fonte:** FGV Projetos (2015), adaptado pelo autor.

Localizado no bioma Mata Atlântica, especificamente na porção leste da Baía de Guanabara, Niterói se espalha por entre maciços costeiros que formam as serras do Malheiro, do Calaboca e da Tiririca (Figura 2).

**Figura 2** - Relevo na cidade de Niterói (Modelo Digital de Terreno – MDT) com a localização dos principais morros e maciços



**Fonte:** FGV Projetos (2015).

No contexto da paisagem natural de Niterói - com relevo acidentado onde a ocupação urbana se dá ora em vales suspensos, ora em baixadas litorâneas, sempre cercadas de morros e encostas com variados graus de suscetibilidade à erosão e movimentos de massa – a vegetação natural tem papel preponderante na manutenção de níveis aceitáveis de segurança e conforto térmico da população, além de constituir parte da expressiva beleza da paisagem do Município.

Segundo a Lei Federal nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006 (Lei da Mata Atlântica), o município de Niterói em sua cobertura vegetal original tinha 97% da sua área recoberta pelo bioma. Segundo os dados apresentados no relatório que avaliou os municípios, no período de 2012-2013, Niterói tem como remanescentes florestais 24%, dos 97% originais, equivalendo a uma área de 3.068 hectares ou 30,68 km<sup>2</sup>. Em relação à área total do município equivale a 22,9%. O que mantém grande parte dessa cobertura vegetal são as unidades de conservação e áreas que foram identificadas como especial interesse ambiental (Figura 3), pelo Programa Niterói Mais Verde (PMN, 2014).

Estas áreas de vegetação ainda conservadas constituem um importante fator de mitigação de riscos geológicos-geotécnicos, promovendo ainda o incremento da recarga de aquíferos do Município, a redução do escoamento superficial das águas de chuva e conservando expressiva biodiversidade do Bioma Mata Atlântica. Pelo exposto, a perda de florestas e vegetação em recuperação é fato grave e demanda ação enérgica e tempestiva para combate aos fatores de ameaça, sendo o fogo, no momento, o maior deles.

**Figura 3** - Áreas protegidas do município de Niterói

**Fonte:** FGV Projetos (2015).

A ação, no entanto, deve ser pautada em firme planejamento, sobre dados atuais, para correto dimensionamento dos recursos a serem empregados e correto gerenciamento das ações, tanto em campo quanto no âmbito da colaboração dos órgãos envolvidos.

As ações de combate aos incêndios e subsequente recuperação podem ser bastante custosas, especialmente em equipamento e pessoal, de modo que o planejamento eficiente das operações deverá resultar em significativa economia de dinheiro público.

## 2.2 ANTECEDENTES

As características climáticas do Estado do Rio de Janeiro incluem uma distribuição de chuvas mais concentrada no verão e um período relativamente mais seco no inverno, todavia, não sendo raro os períodos de estiagem de várias semanas, no verão. Nestes períodos a insolação é muito alta e a umidade atmosférica decresce acentuadamente, sobretudo nas horas mais quentes do dia, tornando a biomassa da vegetação natural e de áreas antropizadas altamente suscetível ao fogo. Compreender o comportamento da chuva auxilia diretamente no diagnóstico da gênese desses eventos extremos, como também serve de instrumento na previsão e prevenção dos desastres (BARBIERI et al., 2008).

No verão de 2014, especialmente nos três primeiros meses do ano, condições especialmente severas de baixa umidade, alta insolação e falta de chuvas, por muitos dias seguidos levou a um estado crítico de ressecamento da vegetação. Nesse contexto, áreas extensas dominadas por gramíneas invasoras (capim colonião principalmente), áreas associadas a solos muito rasos e afloramentos rochosos e a própria serapilheira das áreas florestadas atingiram níveis de inflamabilidade tais que a ocorrência de incêndios na vegetação da cidade alcançou nível excepcional, motivando ação enérgica do governo municipal na busca de soluções tanto para o combate nos momentos de crise, quanto na prevenção do risco.

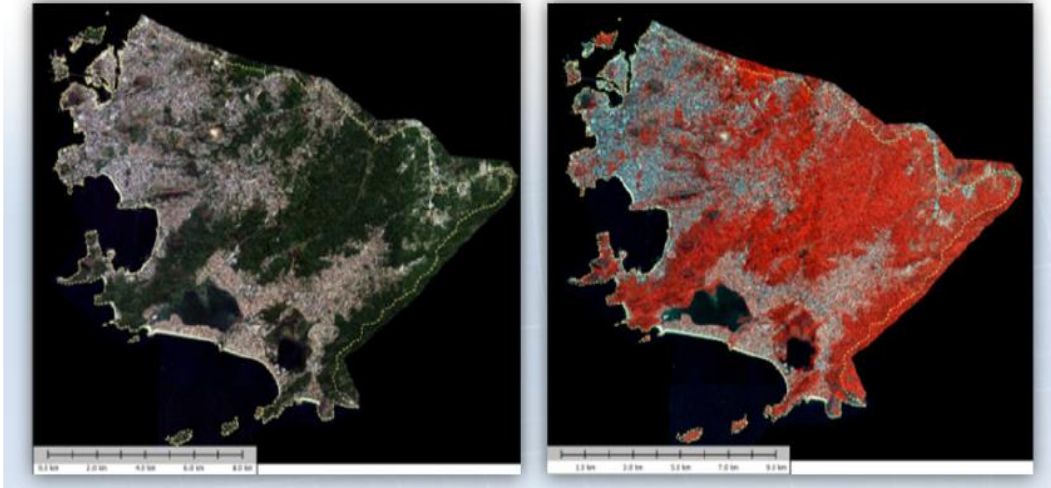
Desta forma, a Prefeitura procedeu a contratação e implantação em caráter de urgência do imageamento do município por satélites de alta resolução, o mapeamento dos focos de incêndio e áreas afetadas pelo fogo e a disponibilização de mapas na Internet, com mecanismo de interação através de dispositivos móveis e redes sociais com a finalidade de estabelecer uma plataforma de colaboração para ação imediata e troca de informações entre a PMN, cidadãos e agências de governo estaduais e federais (INEA e IBAMA/Prevfogo, entre elas).

Entre 2014 e 2015 as condições meteorológicas foram menos severas que as do início de 2014, mas continuaram ocorrendo períodos de alto risco e eventos de incêndio significativos, danificando vegetação ainda não afetada assim como áreas em processo de regeneração. Assim sendo, de forma a aprimorar a capacidade de gestão da Prefeitura Municipal de Niterói, procedeu-se, em 2019, a uma nova contratação objetivando o imageamento do município por satélites de alta resolução; o mapeamento dos focos de incêndio e áreas afetadas pelo fogo e a comparação qualitativa e quantitativa do cenário em 2019 com a situação constatada no mapeamento de 2014.

### 2.3 MAPEAMENTO E ANÁLISE DOS INCÊNDIOS NA VEGETAÇÃO 2014 E 2019

O mapeamento dos focos de incêndio ativos e das áreas afetadas por incêndios recentes resultou do tratamento e análise de imagens alta resolução espacial (pixel com 0,5 m) e com resolução espectral de 4 bandas multiespectrais e uma banda pancromática (0,7 m de resolução), tendo sido utilizado um jogo de cenas do satélite WorldView-2 datadas de março de 2014 (12 e 15/03) e fevereiro de 2014 (02/02). Em 2019 utilizou-se a mesma resolução espacial e espectral e um conjunto de cenas do satélite WorldView-2 datadas de fevereiro e março de 2019.

O tratamento das imagens constou das seguintes operações: (i) remontagem das cenas adquiridas; (ii) composição dos arquivos de bandas separadas em um só arquivo (arquivo múltiplas bandas); (iii) ortorretificação das cenas utilizando os RPCs (rational polynomial coefficients) originais do satélite (efemérides), um modelo digital de superfície (INPE/Topodata, derivado do NASA/SRTM, no caso) e pontos de controle extraídos das bases cartográficas fornecidas pela PMN; (iv) mosaicagem das cenas para compor a área de interesse; (v) balanceamento de resposta radiométrica e realce das imagens para equalização e realce de cores; (vi) geração de arquivos de imagens com as composições em “cores naturais” (vermelho, verde e azul nos canais de cor RGB) e em “infravermelho” (banda infravermelho próxima dos satélites no canal R, substituindo as bandas vermelho visível ou azul visível), mais adequado para distinguir e mapear tipologias de vegetação (Figura 4).

**Figura 4** - Mosaicos em “cores naturais” e “infravermelho” com 0,5 m de resolução recobrendo o território municipal

**Fonte:** Novaterra Soluções em Geoinformação (2014).

A área a ser mapeada foi recoberta por uma grade arbitrada com células de 2x2 km, para facilitar o esquadramento das imagens para localização de áreas afetadas por incêndios ou focos ativos no momento da captura das imagens. Para apoio à interpretação dos eventos de incêndio na vegetação, foram utilizadas as seguintes camadas de informação: mosaico de alta resolução 2014 – composição RGB (RGB 321); mosaico de alta resolução 2014 – composição Infravermelho (RGB 423); mosaico de alta resolução 2012 - composição RGB (RGB 321) e MDT (modelo digital de terreno) do projeto Topodata/INPE. Tais camadas foram utilizadas em ambiente de sistema de informações geográficas (GlobalMapper e QGIS e ArcGIS Desktop).

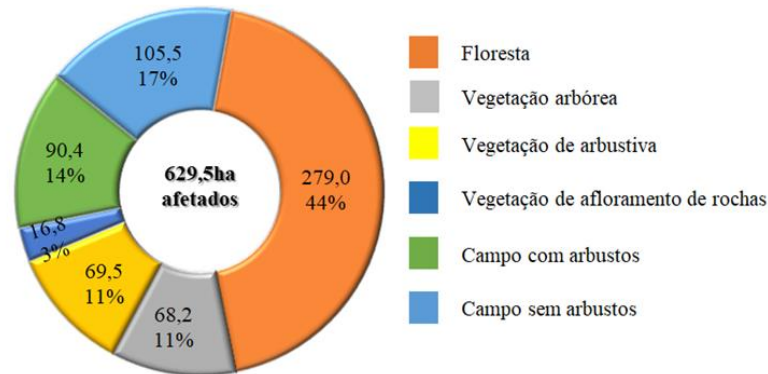
As imagens de 2012 (satélite - WorldView-2, processadas da mesma forma) tiveram a finalidade de fornecer informação sobre a vegetação antes do evento do incêndio em cada área afetada, auxiliando na interpretação dos eventos. O mapeamento foi executado em duas etapas, sendo a primeira etapa para a delimitação dos polígonos afetados, segundo o tipo de vegetação afetada e a segunda etapa para o preenchimento dos atributos de cada polígono. A mesma metodologia foi utilizada no mapeamento dos eventos de incêndios no período de janeiro a março de 2019.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados do mapeamento de eventos de incêndio na vegetação, para os meses de janeiro a março de 2014, e para os meses de janeiro a março de 2019 são mostrados nas Figuras 6 e 7. Com um total de 820 polígonos de danos à vegetação, sendo 110 polígonos ressecamento, 710 polígonos com incêndio evidente.

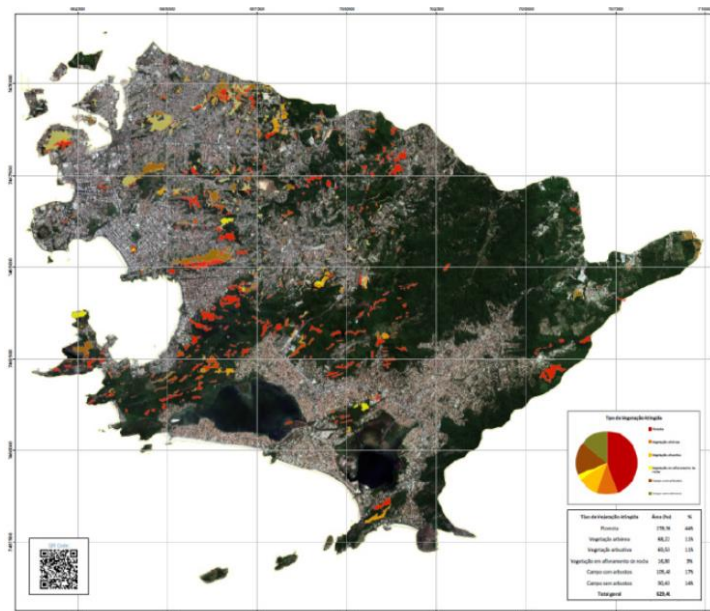


Figura 6 - Quadro de síntese de danos à vegetação



Fonte: Novaterra Soluções em Geoinformação (2014).

Figura 7 - Mapa das áreas afetadas por incêndios e ressecamento crítico, por tipo de vegetação, 2014



Fonte: Novaterra Soluções em Geoinformação (2014).

### 3.1 MAPEAMENTO DE RISCO

Os serviços contratados em 2016 incluíam, ainda, a modelagem para a definição de risco de incêndios florestais com base nos seguintes critérios: (i) tipologia da vegetação; (ii) ocorrência mapeada de incêndios; (iii) exposição das encostas ao sol e vento e (iv) proximidade de ocupação urbana e, utilizando-se a avaliação multicritério em ambiente de sistema de informações geográfico, pelo método AHP-CLP (Processo Analítico Hierárquico de Saaty, seguida de Combinação Linear Ponderada), devendo os polígonos de risco apresentar os seguintes atributos: (i) grau do risco (baixo, médio, alto); (ii) tipo de vegetação afetada; (iii) direção predominante do vento nas épocas secas do

ano; (iv) altitude média; (v) posição topográfica (topo / encosta / baixada, etc); (vi) aspecto da encosta (direção média para a qual é voltada, em azimute) e (vii) área (hectares).

### 3.2 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS NA INTERNET (SIGEO)

O sistema de informações geográficas para integração e gestão do cadastro técnico Multifinalitário (CTM) do Município, denominado SIGEO, foi a ferramenta utilizada neste trabalho. Os serviços do mapeamento de incêndios da interface estão integrados ao SIGEO, permitindo a publicação e consulta dos dados gerados no presente projeto. O acesso para consulta e entrada de informação em camadas de dados interativas é irrestrito para os usuários (acesso público). Esta interface foi primariamente construída em SIG desktop plenamente compatível com a plataforma do SIGEO e seus dados foram publicados em ambiente *ArcGIS Online*, facilitando a integração da base de dados do projeto à base de dados espacial da PMN.

O SIG contém as seguintes camadas de dados:

- Mapa-base com toponímia básica do município, vias e curvas de nível;
- Imagens de satélite de alta resolução recentes, tomadas por programação;
- Mapa de incêndios (focos ativos e áreas afetadas);
- Camada representando as ações de prevenção e combate aos incêndios, assim como ações de recuperação das áreas afetadas, com base nos dados fornecidos pela PMN sobre as campanhas de campo (áreas abrangidas e respectivos atributos qualitativos e/ou quantitativos).

O sistema publicado na Internet tem a possibilidade de entrada de dados por usuários através de:

- Uso de redes sociais (Twitter, Flickr e YouTube) – por meio do qual, divulgadas determinadas “*hashtags*” especialmente divulgadas pela PMN, seja possível observar no mapa online as notas postadas pela população e colaboradores;
- Camada editável via internet (exemplo: pontos de focos de incêndios);
- Acesso para consulta e interação via dispositivos móveis (tablete e smartphone conectados à Internet).

### 3.3 AÇÕES DE COMBATE E DE PREVENÇÃO DE RISCO

Em 2014, a Prefeitura de Niterói, através da Secretaria Municipal de Defesa Civil, criou o Programa Niterói Contra Queimadas, iniciativa pioneira de uma política pública municipal voltada para a prevenção e controle da ocorrência de incêndios em vegetação e áreas florestadas municipais. Baseado nas geotecnologias citadas na seção anterior, o Programa engloba os seguintes

componentes: plano de contingência; RAS Queimadas; NUDEC-Queimadas; centro de monitoramento e operações da Defesa Civil; ações educativas nas comunidades; ações de recuperação.

Em parceria com órgãos da administração municipal e outros órgãos parceiros, como a Defesa Civil Estadual, o Corpo de Bombeiros e o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), a Defesa Civil de Niterói desenvolveu um planejamento para resposta a situações de contingência de incêndio em vegetação. Assim como foi estabelecido no Plano de Contingência para Emergências Climáticas (Chuvas), estabelecendo uma matriz de responsabilidades, uma linha de comando, os equipamentos que poderão ser disponibilizados e outras informações relevantes

O RAS Queimadas foi resultado de um convênio assinado com o Corpo de Bombeiros para a remuneração de profissionais da corporação pelo Regime Adicional de Serviço (RAS), para um plantão permanente de 24 horas para prevenção e resposta a incêndios florestais. Estes profissionais atuam na resposta às situações de emergência de incêndio em vegetação e, quando em situação de normalidade, atuam em atividades de planejamento, prevenção e treinamento.

O chamado NUDEC-Queimadas foi inspirado na experiência de implantação dos Núcleos de Defesa Civil (NUDEC), que são grupos de voluntários capacitados pela Defesa Civil municipal em diferentes comunidades. Entretanto, ao contrário das capacitações dos NUDECs convencionais, que têm o foco voltado para moradores-voluntários que residem em áreas de risco e/ou situação de vulnerabilidade aos deslizamentos de terra, o NUDEC Queimadas não tem uma especificidade quanto ao seu público-alvo. Pessoas maiores de 18 anos das mais diversas formações, profissionais ligados à saúde, educação, bem-estar social, ordem pública, voluntários ligados aos serviços de resgate, escoteiros, praticantes de esportes radicais, enfim, qualquer cidadão pode (e deve) participar do curso NUDEC Queimadas.

Os cursos de capacitação, organizados pelo setor de Minimização, Ensino e Pesquisa da Defesa Civil de Niterói, estruturados em dois módulos. O Módulo I, dentre diversos assuntos pertinentes, destacamos os seguintes temas: Noções de Defesa Civil, Ações Preventivas e Política do Voluntariado; Sistema de Meio Ambiente; Geografia de Niterói; Aspectos Nocivos das Queimadas; Meteorologia aplicada à Queimadas; Primeiros Socorros I; Atuação do Corpo de Bombeiros nas Queimadas; Aula prática em trilha de Primeiros Socorros e Rapel. No Módulo II, os voluntários-cursistas poderão colocar em prática os conhecimentos adquiridos no módulo anterior e aprenderão também: Plano de Contingência para Queimadas; Prevenção e Combate a Incêndio; Atuação da Polícia Ambiental em Situações de Queimadas; Primeiros Socorros II e Aula prática noturna em uma trilha de orientação cartográfica e utilização de bússola. Iniciado em 2015, o

NUDEC-Queimadas até meados de 2018 já havia capacitado e certificado um total de 230 voluntários.

O Centro de Monitoramento e Operações acompanha constantemente as condições meteorológicas e consequente avaliação do nível de risco para a ocorrência de incêndio em vegetação. Identificadas as condições meteorológicas propícias e as áreas com alto risco e/ou indícios de incêndio são acionadas as Rondas Preventivas nas quais os agentes da Defesa Civil, parceiros (Secretaria de Meio Ambiente, da Guarda Municipal, da Companhia de Limpeza de Niterói - CLIN, da Secretaria de Conservação e do Corpo de Bombeiros) e voluntários percorrem as regiões limítrofes entre as comunidades e a vegetação. Através de um diálogo mais informal, os munícipes são conscientizados a não atear fogo no lixo, não jogar bituca de cigarro no chão e não incendiar a vegetação que necessita de capina, dentre outros. E ainda, cada residência vizinha à área de vegetação é catalogada e georreferenciada, proporcionando monitoramento constante. Além disso, as Rondas Preventivas podem ser motivadas por comunicações feitas pelas plataformas colaborativas e telefones da Defesa Civil, solicitações dos órgãos de defesa e proteção ambiental e solicitações do Ministério Público. Ademais, através do monitoramento e avaliação do dano pelo fogo na vegetação é possível identificar os pontos mais prováveis de início de incêndios, facilitando o trabalho de identificação de responsabilidades. Também são utilizados drone (Veículo Aéreo Remotamente Pilotado) para auxiliar nos casos de queimadas na cidade.

Quanto às ações educativas nas comunidades, em complementação, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Sustentabilidade e a Secretaria de Defesa Civil, promovem, junto às comunidades, ações de educação e esclarecimento sobre os riscos das queimadas à saúde, ao meio ambiente e as implicações legais para quem causar o fogo.

Quanto às ações de recuperação, as áreas identificadas como afetadas por incêndios nos mapeamentos realizados em 2014 e 2019, constituem os principais alvos para as ações de reflorestamento do município. Iniciado em 2016, o reflorestamento no Morro da Boa Vista concentra a maior área em recuperação da cobertura florestal na cidade, com iniciativas lideradas pela Companhia de Limpeza Urbana de Niterói – CLIN, Instituto Estadual do Ambiente - INEA e pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Sustentabilidade (SMARHS) que tem direcionado para o Morro da Boa Vista uma boa parte das compensações ambientais resultantes dos procedimentos de licenciamento e fiscalização ambiental.

O Morro Boa Vista integra a Área de Proteção Ambiental (APA) da Água Escondida e tem 22 hectares ao todo. O trabalho de reflorestamento que vem sendo feito no local já revitalizou aproximadamente 42% da área degradada do morro, com estimativa de recobrimento total em 2020 (Figura 8).

**Figura 8** - Reflorestamento (antes e depois) do Morro Boa Vista, Centro

**Fonte:** Jornal Cidade de Niterói (2018)

Em complementação, a Divisão de Educação Ambiental da CLIN desenvolve ações com o intuito de evitar pontos e proliferação de fogo na encosta. São realizadas rondas periódicas por todas as vertentes da encosta, com a finalidade de vistoriar o local e detectar possíveis pontos que podem ser causadores de incêndio e desenvolvidas diversas práticas de conservação de solo, tais como: o plantio e o uso de cordões de cobertura morta, seguindo as curvas de nível do terreno, e os aceiros, onde é feita uma faixa livre de vegetação para interromper a proliferação do fogo nos corredores onde a incidência é maior.

#### **4 CONCLUSÃO**

Independentemente da variação anual das condições climáticas, Niterói vem registrando quedas nos números de focos de incêndios a partir de 2014, ano em que o município passou a usar as geotecnologias como ferramenta de apoio à gestão e planejamento de ações de combate e prevenção de incêndios florestais.

Segundo registros de focos de incêndios florestais no Município de Niterói-RJ, realizados pelo Corpo de Bombeiros-RJ, em 2014 foram registradas 820 incidências de incêndios, em 2015, 230 incidências de incêndios, em 2016, 118 incidências de incêndios, em 2017, 246 incidências de incêndios, em 2018, 52 incidência de incêndios, e em 2019 reduzindo para 44 incidências de incêndios.

Esses números apontam para as geotecnologias como ferramentas de inteligência espacial imprescindíveis para qualquer planejador que trabalhe com análises espaciais de dados, permitindo a elaboração mais criteriosa e eficiente das atividades de prevenção, detecção e combate a incêndios, contribuindo com a otimização da utilização dos recursos destinados para esses fins, bem como para a eficácia das ações empreendidas pela Prefeitura Municipal de Niterói.

**REFERÊNCIAS**

- BLOG DO AXEL GRAEL. **Niterói contra Queimadas**. Disponível em: Axelgrael.blogspot.com. Acesso: 26/11/2018.
- BRASIL. Lei Federal n. 11.428 de 23 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências**. Disponível em [www.planalto.gov.br/ccivil](http://www.planalto.gov.br/ccivil).
- CONSÓRCIO QUANTA CONSULTORIA/JAIME LERNER ARQUITETOS ASSOCIADOS. Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana do Rio de Janeiro – Tomo I: **Plano Integrado Versão Preliminar Revisada**. Rio de Janeiro, 2017.
- BARBIERI, D. W. *et al.* Anomalias de precipitação para a região sul do Brasil: **análise de consistência**. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO, 5.; SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 1., 2008, Santa Maria. **Anais... Santa Maria**: UFSM, 2008. p. 3891 - 3903.
- FGV PROJETOS. **Diagnóstico Técnico**, referente ao Projeto de Apoio à Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) do Município de Niterói. Niterói, 2015.
- GONTIJO, G. A.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, E. D. S.; JUNIOR, F. W. A Detecção de queimadas e validação de focos de calor utilizando produtos de Sensoriamento Remoto. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Curitiba/PR. Anais. São Jose dos Campos: INPE, 2011.
- GUIMARAES, P.P.; SOUZA, S. M.; FIEDLER, N. C.; SILVA, A. G. **Análise de Impacto Ambiental de um Incêndio Florestal**. Revista Agrarian Academy. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.1, n.01, 2014.
- NITERÓI. **Decreto n. 11.744 de 23 de outubro de 2014**. Cria o Programa Niterói Mais Verde (Parque Municipal de Niterói - PARNIT, e o Sistema Municipal de Áreas de Proteção Ambiental - SIMAPA) e dá outras providências. Disponível em <https://leismunicipais.com.br>.
- NOVATERRA SOLUÇÕES EM GEOINFORMAÇÃO. Mapeamento e análise dos incêndios na vegetação no Município de Niterói no verão 2013/2014. **Resultados e diretrizes de análise**. Niterói, 2014.
- VERGARA, Sylvia C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 3.ed. Rio de Janeiro: **Atlas**, 2000.