

Monitoramento de Risco de Incêndios no Parque Nacional da Tijuca e nas Áreas onde se Situam as Linhas de Transmissão

V. R. Carapiá, UFRJ, R. M. Silva, UFRJ, G. B. França, UFRJ, L. Landau UFRJ e A R. Torres, UFRJ, L.F.P.G. Maia, UFRJ.

RESUMO

Incêndios florestais provocam impactos ambientais e econômicos a vários setores da sociedade, podendo ser considerados de importância fundamental na preservação do meio ambiente. Modelos de Risco de Incêndio, que possuam capacidade de prognosticar condições de susceptibilidade de queima são uma componente importante em um sistema de prevenção e mitigação em tempo real do risco de incêndios florestais. Neste trabalho apresenta-se a metodologia para a geração de índices de risco de incêndio diários. O conjunto de dados utilizado é obtido de estações instaladas em diferentes pontos na floresta da Tijuca no Município do Rio de Janeiro, abrangendo áreas com ecossistemas diferentes. O índice de risco de incêndio é obtido através de parâmetros meteorológicos, características do combustível e do estado e tipo da vegetação. Gráficos da distribuição de algumas variáveis são apresentados ao final, na tentativa de uma análise qualitativa de suas variações para o combustível escolhido para os diferentes ecossistemas.

Palavras-chave—incêndios florestais, índice de risco, modelos de combustível, risco de incêndio.

I. INTRODUÇÃO

Incêndios em florestas causam problemas ambientais que afetam tanto países desenvolvidos como subdesenvolvidos. Além de causas naturais, como os raios, um dos mais frequentes causadores de incêndios em florestas são o uso inadequado de recursos naturais, como, por exemplo, o desmatamento desordenado e as queimadas provocadas pelo homem.

Somente nas últimas três décadas passou-se a ter consciência dos impactos que inúmeros processos produtivos impõem ao meio ambiente, e de como a qualidade de vida e a própria sobrevivência do homem estão associadas a eles. Ainda neste período, muitos mecanismos de prevenção e controle de incêndio em florestas foram desenvolvidos. As primeiras iniciativas nesse sentido procuraram determinar a taxa de risco ou as condições meteorológicas que contribuem para a ocorrência e a persistência de incêndios florestais. Entretanto, uma maior compreensão dos processos físicos envolvidos é necessária para que mecanismos de prevenção mais eficazes possam ser criados.

O fenômeno físico de incêndios em florestas possui

uma grande quantidade de elementos que interagem entre si de forma complexa. Estes elementos fazem parte de três sistemas: o combustível, o clima e as condições físicas do ambiente. Embora as pesquisas nesta área não sejam recentes, a complexidade dos processos físicos envolvidos tem sido uma grande barreira para um entendimento mais completo do assunto.

Com o aumento das queimadas e a destruição das florestas por focos de incêndio nos últimos vinte anos, os modelos de prognósticos das condições de susceptibilidade de queima contribuíram muito para a tomada de decisões emergenciais de prevenção, controle e combate a incêndios.

II. METODOLOGIA

O modelo utilizado neste trabalho baseia-se em informações obtidas através do monitoramento local, que inclui medidas *in situ*, realizadas automaticamente por plataformas de coleta de dados, do estado da vegetação e de parâmetros meteorológicos, além destas também são usados valores prognosticados de parâmetros meteorológicos obtidos com modelos numéricos de previsão do tempo.

Esta metodologia foi implantada e está sendo testada na área do Parque Nacional da Floresta da Tijuca, financiado pela LIGHT – Serviços de Eletricidade S. A, através do projeto P&D n° 11 com o objetivo de implementar um método para dar suporte a um sistema de prevenção e mitigação em tempo real do risco de incêndio florestal.

Com a finalidade de testar a metodologia, selecionou-se o Parque Nacional da Floresta da Tijuca, localizada no Município do Rio de Janeiro. A floresta da Tijuca é considerada a segunda maior reserva urbana do mundo com cerca de 3.300ha. O clima local pode ser caracterizado como Tropical de Altitude, cuja temperatura média mensal está entre 15°C e 30°C (média ao redor de 21°C), sendo que a precipitação média é de cerca de 2500mm/ano [1].

Em outubro de 2002, a UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) e a LIGHT (LIGHT Serviços de Eletricidade S.A.) realizaram a instalação de duas plataformas de coleta de dados (PCDs), utilizando as torres de transmissão da LIGHT como suporte para os sensores. As torres escolhi-

das foram a 56-TSU-JP localizada no Horto e a 02-Ramal Jardim Botânico localizada no Sumaré (figuras 1 e 2). A definição da localização para a instalação das PCDs foi baseada no mapeamento da potencialidade de queimadas e incêndios no Parque Nacional da Tijuca e nas áreas onde situam a linhas de transmissão da LIGHT [2]. Este mapeamento baseou-se no cruzamento de informações como: insolação, convexidade das encostas, regime de precipitação, vegetação e regime dos ventos.

Em cada torre foram instalados os seguintes conjuntos de instrumentos: anemômetro, painel solar, pluviômetro, sensor de temperatura do ar e umidade relativa, sensor de temperatura e umidade do combustível e a plataforma de coleta de dados (bateria, transmissor ARGOS/SCD, *datalogger* (SCD-2)).

As PCDs são compostas por um dispositivo automático que transmite ao Satélite Brasileiro de Coleta de Dados (SCD-2) as informações armazenadas no *datalogger*. As informações são transmitidas pelo satélite para o Centro de Missão de Coleta de Dados (CMCD), no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em Cachoeira Paulista (SP), onde os dados são processados e enviados ao centro de processamento na UFRJ.



FIGURA1. Torre 156-TSU-JP localizada no Horto.



FIGURA2. Torre 02-Ramal Jardim Botânico localizado no Sumaré

A fase seguinte deste trabalho foi à implementação do sistema de transmissão dos dados.

O LAMMA (Laboratório de Modelagem de Processos Marinhos e Atmosféricos) através de seu sítio na Internet, disponibiliza diariamente informações para dois pontos situados na Floresta da Tijuca, Horto e Sumaré. São informações de valores de índices de queimada (BI – burning index), temperatura do ar (Temp), umidade relativa (RH), direção do vento (Dir), velocidade do vento (Wspd), umidade do combustível (FSM) e temperatura do combustível (FST) para o dia corrente e previsões para 24 horas e 48 horas, sendo em quatro horários, 00, 06, 12 e 18 horas local (GMT-3).

O procedimento implementado foi concebido idealizando a atualização destes valores de maneira automática e sem intervenção manual. Na programação do procedimento foram utilizados recursos das linguagens C, Fortran, Perl e Bourne Again Shell Script. No diagrama apresentado na Figura 3 pode ser visto o fluxo de operação utilizado.

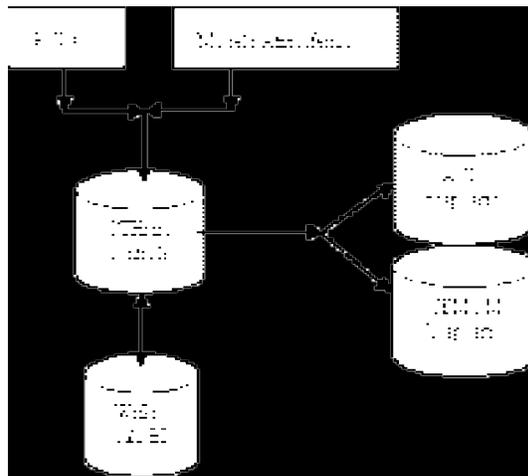


FIGURA 3. Diagrama do fluxo de operação.

A máquina ACD localizada no Núcleo de Computação Eletrônica (NCE), é responsável pelo provimento dos serviços de hospedagem ao sítio, e a máquina CEMOM serve de espelho a este sítio. A máquina CTHIDRO tem como função, a aquisição dos dados das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) e dos resultados do modelo Eta, executado pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, que serão utilizados para o cálculo e a previsão do índice, respectivamente. Após aquisição dos dados é feito um processamento das informações e são criados dois arquivos, um para cada estação, já filtrados, contendo apenas as informações necessárias para que o software WeatherPro3 [3] calcule o BI. Gerados estes arquivos a CTHIDRO aguarda até que a máquina WxPro conecte-se a ela (em hora pré-determinada, 12:40hs) e transfira estes arquivos. A máquina WxPro, após transferência dos arquivos, calcula o índice, gera o código HTML correspondente aos apontadores do sítio “ver dados”, gera o arquivo contendo os valores dos índices para as localidades das PCDs (*prev_queimada.txt*) e transfere estes arquivos para a CTHIDRO. Ao receber este arquivo a CTHIDRO faz o processamento extraindo o valor máximo para cada dia e para cada estação e logo depois atualiza os apontadores gráficos e as páginas do sítio para os valores obtidos.

III. MODELAGEM E AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO

A determinação do índice de risco de incêndio, ou perigo de incêndio, constitui uma tentativa de quantificar a probabilidade de um fogo ocorrer e se propagar quando existe uma fonte de ignição. Índices relacionados com as

condições de umidade dos combustíveis podem, no entanto, serem usados para a modelagem da propagação do fogo, dado que, o estado da vegetação afetado por estes indicadores é um elemento crucial no comportamento do fogo. De maneira ideal, estes índices devem ser representados por um único número, e devem ser avaliados diariamente com base em dados observados.

Um índice de risco de incêndio tem por objetivo a quantificar as alterações na inflamabilidade dos combustíveis florestais, considerando parâmetros contínuos, como o estado da vegetação e o clima.

O modelo utilizado neste trabalho para quantificar alterações na inflamabilidade dos combustíveis florestais é o Modelo Americano de Índice de Risco de Incêndio Florestal (US National Fire Danger Rating System - NFDRS) [4]. Este modelo tem como parâmetro de entrada dados de altitude, latitude, declividade e tipo de combustível para representar o ecossistema onde está localizada a estação meteorológica, além dos dados atmosféricos provenientes da própria.

Como parâmetro de saída do modelo podemos obter a componente de propagação do fogo, a componente de liberação de energia, a componente de ignição e o índice de queima.

Através dos registros de temperatura do ar, direção e velocidade do vento, umidade relativa do ar, estado hídrico da vegetação e precipitação de uma região é possível prever se um determinado período é susceptível ou não a ocorrência de incêndio, e o prognóstico destes índices possibilita um melhor planejamento e ajuda na tomada de decisões.

O índice utilizado é o índice de queima (IQ), que é um número que relaciona a quantidade potencial dos esforços necessários para conter uma queimada simples de um tipo particular de combustível dentro de uma área de ação. O NFDRS usa uma versão modificada da equação para o comprimento da chama de Bryam – baseada no Componente de propagação (SC) e na Energia Disponível (ERC) que indica o grau de severidade do incêndio.

Este índice é classificado em níveis de risco de incêndio (baixo, médio, alto e extremo). Os níveis de risco são a base para a determinação do planejamento e a estratégia que será adotada para a prevenção, combate e o controle.

Isto permite estimar a probabilidade de um incêndio ocorrer baseado em uma combinação de fatores ambientais escolhidos como entrada.

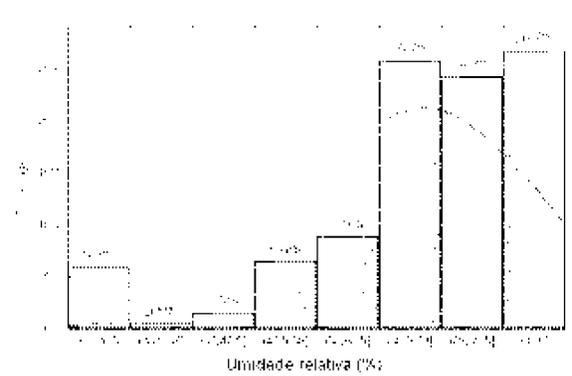
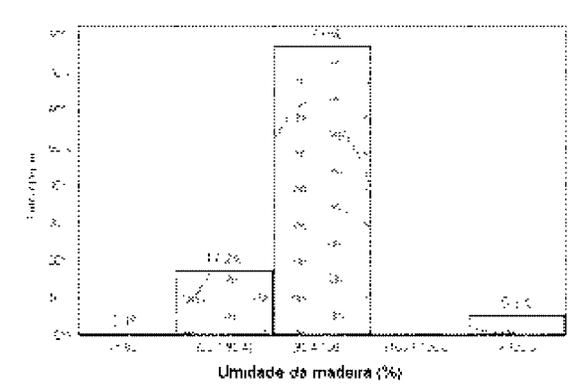
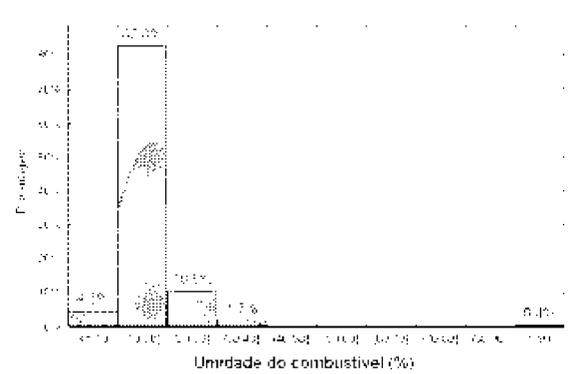
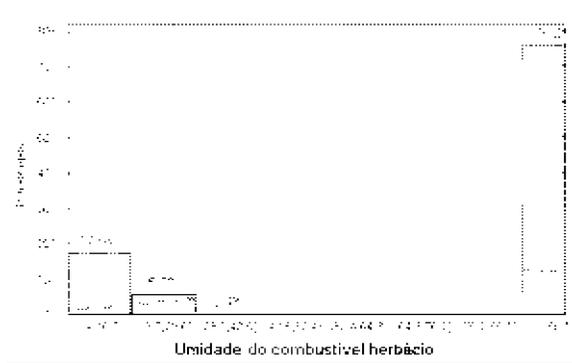
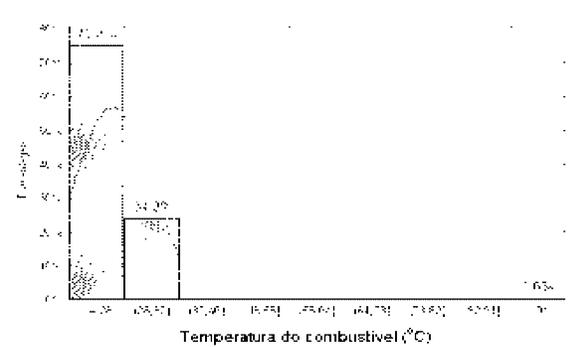


FIGURA 4: Distribuição das variáveis do conjunto de dados da Estação localizada no Horto

As Figuras 4 e 5 representam a distribuição de algumas variáveis relevantes na determinação do índice de queimada. Este conjunto de dados mostra a variabilidade entre as duas áreas e permite cobrir um amplo espectro das características do comportamento do fogo nos dois ecossistemas.

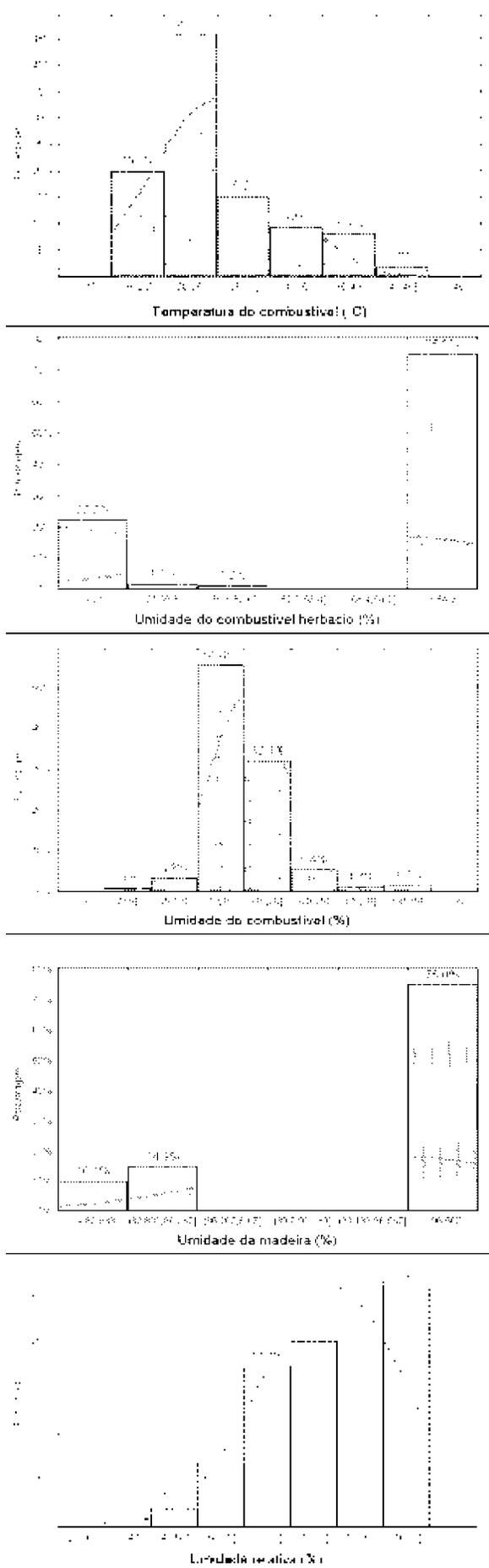


FIGURA 5: Distribuição das variáveis do conjunto de dados da Estação localizada no Sumaré

IV. RESULTADOS

A fim de verificar o comportamento dos índices de queimada nas duas áreas foi feita a distribuição das ocorrências dos níveis de risco através da sua escala de perigo, usando dados de dois meses. Os resultados estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1
Percentual dos dias para cada nível de risco

Índice de Queimada (IQ)Sumaré	DIAS	
	Nº	%
Baixo	169	68.7
Médio	24	9.8
Alto	48	19.5
Extremo	5	2.0

TABELA 2
Percentual dos dias para cada nível de risco

Índice de Queimada (IQ)Horto	DIAS	
	Nº	%
Baixo	187	75.1
Médio	18	7.2
Alto	1	0.4
Extremo	0	0

Os dados das Tabelas 1 e 2 mostram as diferenças na distribuição dos índices nas duas áreas. Estes dados apresentam a maior susceptibilidade na área localizada no Sumaré, o que confirma as informações obtidas por meio do mapeamento da potencialidade de ocorrência de incêndio.

Os resultados apresentados na Figura 6 mostram a variação dos índices de queima da estação Horto e da estação Sumaré no período de março a maio.

Os dados, conforme as Figuras 4 e 5 representam de forma clara a diferença dos ecossistemas presentes, permitindo concluir que o modelo prevê o grau de risco de incêndio.

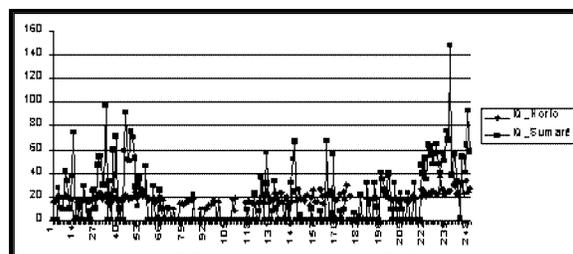


FIGURA 6. Distribuição do índice de queima.

V. CONSIDERAÇÕES

Este projeto estabeleceu um sistema de estimativa de índice de queimada para a Floresta da Tijuca considerando o ecossistema presente. Neste sentido, é importante mencionar que os estudos pretéritos realizados para local, quanto aos aspectos de relevo (distribuição da encostas), distribuição do regime de precipitação, disposição da vegetação, insolação e ocorrência de incêndio (antropogênico ou não), foram importantes na otimização dos recursos para aquisição das PCDs e na determinação dos locais de instalação para melhor representatividade dos ecossistemas da floresta.

É importante salientar que o trabalho encontra-se em desenvolvimento e que ainda é necessário comparar o desempenho do modelo utilizado com outros modelos de determinação de índices de risco. Além disso, é necessário também o estudo do desempenho na previsão do risco de incêndio nas diferentes épocas do ano.

Com a realização deste projeto procura-se desenvolver um instrumento de suporte à decisão, para dar apoio a trabalhos de planejamento florestal, gestão do risco de incêndio, informação sobre o comportamento de incêndios florestais e apoio à decisão estratégica durante incêndios com utilização de base de dados em tempo real através da Internet.

VI. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as contribuições de S. G. Carvalho, G. V. Resende e ao suporte técnico da LIGHT na instalação dos sensores nas torres da LIGHT. Agradecemos também o suporte fornecido pelos laboratórios LAMCE/COPPE LAMMA e LEPA/Departamento de meteorologia/IGEO/CCMN durante a elaboração deste trabalho.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. M. Silva Matos, L. C. Herdy, F. L. P. Nogueira, and R. Moura, "A ecologia do fogo na floresta da Tijuca, Rio de Janeiro (RJ),"Universidade do Rio de Janeiro, UNI-RIO, Relatório Técnico.
- [2] M. C. Fernandes, R. O. Rosas, and A. L. Coelho Netto, "Potencialidade de ocorrência de Queimadas no Maciço da Tijuca/RJ: Uma abordagem utilizando geoprocessamento", in *Proc. 1998 IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*.
- [3] WeatherPro3 – *User's Guide Remsoft*
- [4] R.E. BURGAN, 1984, "1988 revisions to the 1978 National Fire Danger Rating System." USDA Forest Service, Research Paper SE-273. Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, North Carolina.
- [5] V.R. Carapiá, "Modelagem Computacional de Propagação de Incêndio em Florestas". Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2001.