

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA
DIRETORIA DE ENSINO
CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR
CENTRO DE FORMAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO DE PRAÇAS**

Carlos Augusto Lopes Letti

Mapas de zoneamento de risco de incêndios florestais: uma alternativa para o planejamento e controle em Santa Catarina

LETTI , Carlos Augusto Lopes. **Mapas de zoneamento de risco de incêndios florestais**: uma alternativa para o planejamento e controle em Santa Catarina. Curso de Formação de Soldados. Biblioteca CEBM/SC, Florianópolis, 2012. Disponível em: <Endereço>. Acesso em: data.

**Florianópolis
Abril 2012**

MAPAS DE ZONEAMENTO DE RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS: UMA ALTERNATIVA PARA O PLANEJAMENTO E CONTROLE EM SANTA CATARINA

Carlos Augusto Lopes LETTI¹

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo a elaboração de um mapa de zoneamento de riscos de incêndios florestais para o Estado de Santa Catarina; com o auxílio do Sistema de Informações Geográficas (SIG), foram produzidos mapas de riscos referentes aos focos de incêndios entre 1998 e 2011. Existem dois tipos de zoneamento de riscos de incêndios: o complexo e detalhista e o fácil e simplista, o segundo foi utilizado no referente artigo e será mais bem explicado na metodologia. Com o auxílio de imagens de satélites observadas na página do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), foi possível fazer mapas de focos de incêndios, que era o principal objetivo. Para tratamento dessas imagens, foi utilizado um programa chamado ArkGis. Baseado em uma revisão bibliográfica, os resultados trouxeram uma análise bem próxima dos incêndios ocorridos atualmente, sendo que o risco maior de incêndios ocorreu no meio do Estado, entre as cidades de Lages e Otacílio Costa; já no meio oeste, estão envolvidas as cidades de Joaçaba e Caçador; por fim, no extremo oeste há focos próximos a Irati e Campo Erê. Estes resultados, futuramente, poderão auxiliar os Bombeiros nos estudos de técnicas para a prevenção contra incêndios.

Palavras-chave: Incêndios florestais. Prevenção. Zoneamento de risco de incêndios.

1 INTRODUÇÃO

Incêndios florestais no Brasil e no mundo são notícias veiculadas frequentemente na mídia, destacando-se o impacto negativo no meio ambiente e os prejuízos econômicos causados à sociedade. Estas ocorrências alertam para a urgente necessidade da adoção de mecanismos que possam colaborar para a redução no número de incêndios e nos danos por eles causados, de modo a facilitar a prevenção e o controle por parte dos corpos de bombeiros militares.

¹ Aluno Soldado do CEBM. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Graduado em Engenharia Florestal. E-mail: kako_lopes@hotmail.com

Deste modo, o presente artigo visa descrever um roteiro a ser seguido no desenvolvimento de um mapa de zoneamento de risco de incêndios florestais, fundamentado por meio de uma pesquisa bibliográfica.

Este tipo de mapa é um instrumento cada vez mais utilizado no planejamento dos recursos adequados à prevenção e controle dos incêndios florestais; daí a importância deste estudo, o qual contribui para demonstrar a viabilidade e importância destes mapas de risco no que diz respeito ao planejamento e controle dos incêndios florestais, diminuindo os riscos e os danos advindos desse tipo de calamidade.

No referencial teórico são abordados o fogo, fontes e fatores de propagação (como material combustível, condições climáticas, topografia e tipo de cobertura vegetal), além de fatores de risco, incêndios florestais (incluindo métodos de prevenção e causas), mapas de risco e o Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Para a efetivação deste artigo, foram utilizadas imagens de satélites de focos de incêndios para o Estado de Santa Catarina, visualizadas na página do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Por meio de programas computacionais Arcgis e do Sistema de Informações Geográficas (SIG), estas imagens georreferenciadas foram trabalhadas formando um mapa de focos de risco de incêndios em território catarinense.

O mapa de zoneamento de risco de incêndios florestais é de grande importância para a realização de uma prevenção bem feita, pois este mapa nos trará os exatos lugares de maior ocorrência de incêndios, sendo assim os órgãos competentes assim como os Bombeiros Militares poderão fazer uma prevenção com maior atenção para estas áreas de risco.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Fogo

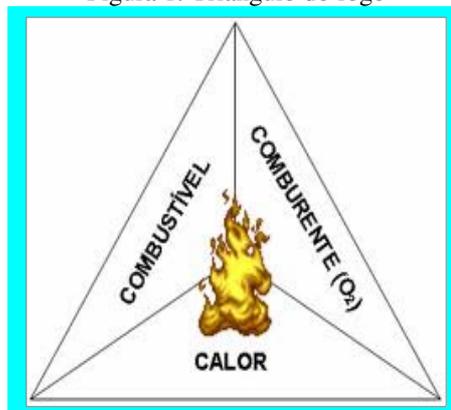
O fogo e o homem são companheiros desde os tempos das cavernas: antes de saber como produzi-lo, o homem o reverenciava como algo sobrenatural, com medo e respeito; depois, tornou-se fonte de calor para que o homem se aquecesse e pudesse cozinhar seus alimentos e fabricar utensílios, dentre outras utilidades. Tornou-se, também, inimigo, ao fugir do controle e causar imensos prejuízos, como mortes e perdas de bens. “Por isso sempre foi um mistério e um inimigo difícil de se lidar.” (BARCELOS, 2001, p. 12).

O domínio do fogo permitiu um grande avanço no conhecimento: cocção dos alimentos, fabricação de vasos e potes de cerâmica ou objetos de vidro, forja do aço, fogo de artifício, etc. por outro lado, sempre houve perdas de vidas e de propriedades devido a incêndios. (CARLO apud SEITO, 2008, p. 1).

Antes desconhecido e misterioso, agora se sabe que fogo é a reação resultante da mistura de oxigênio e de um material combustível, gerando luz e calor. “O fogo é um fenômeno puramente químico: constitui uma reação de oxidação, a qual é alimentada por substâncias químicas simples ou compostas, encontradas no estado sólido, líquido, gasoso ou em estado de vapor”. (ZARZUELA; ARAGÃO, 1999 apud SARTE, 2009, p. 37).

Pode-se depreender, então, que o fogo é uma reação que resulta da combinação de três elementos: material combustível, comburente (em geral o oxigênio) e calor, num processo denominado Triângulo do Fogo (figura 1). “esta inter-relação entre os três elementos, necessário para a ocorrência de qualquer incêndio florestal, é denominada triângulo do fogo. A ausência de qualquer um dos três componentes do triângulo do fogo torna impossível a combustão”. (SCHUMACHER; BRUN; CALIL, 2005 apud VIEIRA, 2011, p. 23).

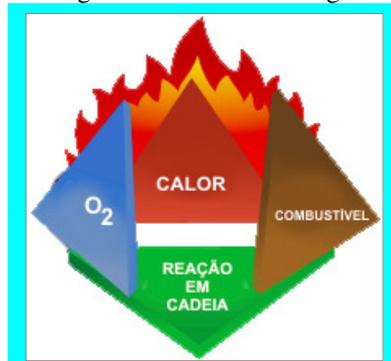
Figura 1: Triângulo do fogo



Fonte: Segurança do Trabalho (2012)

Todavia, considerando-se haver uma reação em cadeia neste processo, há uma tendência de se denominar o processo como Tetraedro do Fogo (figura 2), pois, para a existência do fogo, é preciso uma fonte de fogo, condições favoráveis, ignição e propagação. (SEGURANÇA DO TRABALHO, 2012).

Figura 2: Tetraedro do fogo



Fonte: Segurança do Trabalho (2012)

A seguir, serão discutidas algumas fontes de fogo, como cigarros ou fósforos de fumantes desatentos, incendiários, queimadas para limpeza, e, até mesmo, causas naturais, como raios.

2.2 Fontes de fogo

Fontes de fogo são os agentes que dão início ao processo de combustão, ou seja, são elementos básicos, sem os quais não há ignição.

De acordo com a FAO [...], as principais causas dos incêndios que ocorrem no mundo podem ser agrupadas nas seguintes categorias: raios, incendiários, queimadas para limpeza, operações florestais, fumantes, fogos de recreação, estradas de ferro e diversos. Pode-se observar que apenas o grupo de causas ‘raios’ não é de responsabilidade humana. (SHOW; CLARK, 1953 apud BATISTA, 2004, p. 47, grifo do autor).

E ainda:

Os incêndios florestais podem ser causados por:

Causas naturais, como raios, reações fermentativas exotérmicas, concentração de raios solares por pedaços de quartzo ou cacos de vidros em forma de lente e outras causas.

Imprudência e descuido de caçadores, mateiros ou pescadores, através da propagação de pequenas fogueiras, feitas em acampamentos.

Fagulhas provenientes de locomotivas ou de outras máquinas automotoras, consumidoras de carvão ou lenha.

Perda de controle de queimadas, realizadas para ‘limpeza’ de compôs.

Incendiários e/ou piromaníacos. (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2012, grifo do autor).

Sobre as fontes de responsabilidade do homem, denominadas antrópicas, é importante destacar que, às vezes, este nem tem consciência de que seus atos, como atirar garrafas ou latas pela janela do carro, podem ser causa de incêndios florestais de proporções gigantescas, afetando tanto a flora quanto a fauna da região. Os efeitos são tão mais devastadores quanto piores são as condições locais, como nos casos de estiagem prolongada, a qual provoca seca e aumento do calor. “[...] qualquer produto lançado pelo homem nas proximidades da mata pode causar um incêndio colossal. Um pedaço de vidro atirado da

janela de um veículo, uma lata, uma ponta de cigarro aceso ou mau apagado podem servir de elementos iniciais para a tragédia.” (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2012).

Como fonte natural, pode ser citada a própria ação do sol sobre a vegetação seca:

O calor do sol sobre a folhagem seca, ou sobre galhos e arbusto menores (quanto menor a área do combustível, mais fácil é a ocorrência da ignição espontânea, ou seja, vegetações arbustivas e com muita grama tendem a queimar mais rápido), provoca pequenas faíscas que acabam queimando a vegetação que já se encontra seca. (FARIA, 2012).

Contudo, a propagação do fogo, independente da fonte, depende de diversos fatores, como se verá no item a seguir.

2.3 Fatores de propagação

As condições climáticas, assim como o material combustível, a topografia e os tipos de cobertura vegetal são alguns dos fatores de propagação do fogo em incêndios florestais. “Diversas características do ambiente têm forte influência sobre o início, à propagação e a intensidade dos incêndios florestais”. (BROWN; DAVIS, 1973 apud BATISTA, 2004, p. 47).

2.3.1 Material combustível

Material combustível é tudo aquilo que pode pegar fogo, como árvores e arbustos rasteiros. Quanto mais seco o material, mais rápido é consumido. “Material combustível florestal pode ser definido como qualquer material orgânico, vivo ou morto, no solo ou acima deste, capaz de entrar em ignição e queimar.” (RIGOLOT, 1990 apud BATISTA, 2004, p. 47).

O combustível é tudo o que se encontrar pelo caminho do fogo, vegetação e até mesmo casas. Quanto mais seca se encontrar a vegetação, mais espaçada (quanto maior a densidade maior o acúmulo de umidade e menor a quantidade de oxigênio disponível), e maior a quantidade de arbustos e grama, ou árvores menos robustas, mais fácil é a propagação do fogo. (FARIA, 2012).

Como se vê, estes materiais combustíveis, como fatores de propagação, estão relacionados a algumas características que vão determinar o grau de propagação do fogo, como quantidade, umidade, inflamabilidade, continuidade e compactação.

2.3.2 Condições climáticas

As condições climáticas, como períodos de seca, são fatores essenciais à propagação do fogo em incêndios florestais.

O clima desempenha um importante papel no nascimento, crescimento e morte de um incêndio florestal. A aridez leva a condições extremamente favoráveis para incêndios florestais e os ventos ajudam o progresso do incêndio florestal - o clima pode estimular o fogo a se mover mais rápido e abranger uma área maior. Ele também pode tornar o trabalho de combate ao fogo ainda mais difícil. (FARIA, 2012).

Dentre as condições climáticas que influenciam a propagação do fogo, estão (SOARES, 1982 apud NAZARETH, 2010):

a) precipitação (PPT) – é a água que atinge a superfície da Terra, podendo ser encontrada em diversas formas. “Chama-se precipitação ou pluviosidade à água em forma de gotículas ou de cristais de gelo que provém da atmosfera e atinge a Terra. Assim, a precipitação pode ter a forma de: chuva, chuvisco, neve, granizo, saraiva, nevoeiro, neblina, orvalho, geada ou sinelo.” (CENTRO DE INTERPRETAÇÃO DA SERRA DA ESTRELA, 2012).

As precipitações são importantes porque ao manter o material florestal úmido, dificultam ou tornam impossível o início e a propagação do fogo. Existe uma forte correlação entre incêndios e prolongados períodos de seca. Nestes períodos de seca prolongada o material cede umidade ao ambiente, tornando as condições extremamente favoráveis às ocorrências de incêndios. Na avaliação do efeito da precipitação, deve-se considerar não apenas a quantidade de chuva que cai, mas também sua distribuição estacional. Se a distribuição das chuvas em um determinado local é uniforme durante todo o ano, sem uma estação seca definida, o potencial de ocorrência e propagação dos incêndios é menor do que um local onde a estação chuvosa está concentrada em alguns meses, com longos períodos de estiagem durante os outros meses. A distribuição da precipitação é, portanto fator fundamental na definição do início, término e duração da estação de perigo de fogo. (SCHROEDER; BUCK, 1970; SOARES, 1985 apud BATISTA, 2004, p. 49-50).

b) umidade relativa do ar (UR) – é a quantidade de vapor de água na atmosfera, quanto maior, menor a chance de o fogo se propagar. “Quando a **umidade** é baixa, o que significa que há baixa quantidade de vapor d’água no ar, os incêndios florestais têm mais probabilidade de começar. Quanto maior a umidade, há menor probabilidade do combustível secar e acender.” (BONSOR, 2001, p. 1, grifo do autor).

Destaca-se, neste aspecto, a evaporação, que é o fenômeno pelo qual a água passa do estado líquido para o estado gasoso; portanto, sua velocidade está diretamente ligada ao risco de incêndios. “[...] tem influência direta no material combustível, modificando aspectos de secagem, o que pode trazer perigo de incêndio. Quanto mais rápida for à evaporação, maior será o risco de ocorrência de incêndios.” (SOARES, 1982 apud NAZARETH, 2010, p. 7).

c) temperatura do ar (T) – é o nível de calor no ar ambiente, influenciando diretamente a propagação do fogo. “Quanto mais aquecido o ar e as partículas do combustível, menor a quantidade de calor necessária para iniciar e continuar o processo.” (SOARES, 1985 apud BATISTA, 2004, p. 49).

Complementando: “As temperaturas mais quentes permitem que os combustíveis acendam e queimem mais rápido, aumentando a taxa na qual o incêndio florestal se propaga. Por esse motivo, os incêndios florestais tendem a aumentar à tarde, quando as temperaturas estão mais quentes”. (BONSOR, 2001, p. 1).

d) vento (V) – é o ar em movimento, representando um dos fatores principais na propagação do fogo: quanto maior sua velocidade, maior a disseminação das chamas:

Os ventos são o fator que mais interfere na velocidade de propagação e intensidade de um incêndio. Em uma região com ventos fortes o incêndio tende a se propagar mais rápido, a até 23km/h. E o calor produzido pelo fogo ainda produz rajadas que aumentam em até 10 vezes a velocidade dos ventos locais criando, em alguns casos, redemoinhos de vento que lançam para longe do incêndio principal, dezenas de labaredas e pedaços de galhos em chamas, formando novos focos de incêndio. (FARIA, 2012).

2.3.3 Topografia

Topografia é a disposição da terra, ou seja, representa o relevo, em especial, neste estudo, as inclinações, as quais influenciam na propagação do fogo.

[...] a topografia interfere no sentido de que o fogo tende a se propagar mais rapidamente na subida do que na descida. Isso ocorre porque geralmente, o sentido do vento em uma montanha ou colina é para cima, o que faz com as chamas e a fumaça fiquem neste sentido, secando a vegetação que está logo acima e fazendo-a queimar mais rápido. O bom disso, é que quando um incêndio atinge o topo de uma colina, ele geralmente se extingue, pois o combustível abaixo já foi todo queimado e ele não conseguirá se propagar em sentido contrário ao do vento. Mas o contrário pode ocorrer. Se o vento estiver em sentido de descida, o fogo pode se propagar para baixo. Mas isso é bem mais raro. (FARIA, 2012).

A topografia influencia na propagação do fogo não só por meio de sua inclinação (maior ou menor) mas, também, pela elevação (quanto mais alto o terreno, menos riscos de incêndio) e pela exposição (quanto mais calor recebe do sol, maior o risco de incêndio). (SAVIOLI, 1998 apud VIEIRA, 2011).

2.3.4 Tipo de cobertura vegetal

Cobertura vegetal é a flora, o conjunto das plantas de determinada região; assim, os próprios elementos florestais podem contribuir para a propagação do fogo, pois são “[...] o principal fator de alimentação das chamas, [...] porque a própria vegetação possui álcool como um dos elementos químicos da composição da grama, da relva, servindo, portanto, de elemento combustível para as chamas tanto quanto a celulose das árvores.” (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2012).

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:
 $\text{Celulose (combustível)} + \text{O}_2 + \text{energia (calor)} \xrightarrow{\text{vermelho}} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{energia (liberada)}$
 (NAZARETH, 2012, p. 5).

E ainda:

Uma floresta densa, fechada, proporciona um microclima mais ameno e os combustíveis apresentam um conteúdo de umidade maior e mais estável do que uma floresta rala ou aberta. Deste modo, pode-se afirmar que o fogo se propaga com mais facilidade na floresta aberta do que na densa. Da mesma forma, de modo geral, uma floresta de coníferas apresenta condições mais propícias para a propagação do fogo do que uma de folhosas. (SOARES; BATISTA, 1997 apud BATISTA, 2004, p. 50).

É preciso lembrar, também, que grama e folhas secas, além de galhos quebrados, contribuem ainda mais para a propagação do fogo.

Todos estes fatores citados são probabilidades que contribuem para o início e a propagação do fogo nos ambientes florestais.

2.4 Incêndios florestais

Quando estas fontes de fogo e fatores de propagação se unem, surgem os incêndios florestais. “É a propagação do fogo, em áreas florestais e de savana (cerrados e caatingas), normalmente ocorre com frequência e intensidade nos períodos de estiagem e está intrinsecamente relacionada com a redução da umidade ambiental.” (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2012).

Os incêndios florestais diferem das queimadas, bem mais comuns aqui no Brasil, pela amplitude do estrago causado. Um incêndio florestal ocorre, como o próprio nome já diz, em florestas. Ou seja, locais onde a concentração de potenciais combustíveis é muito grande, o que contribui para a sua maior gravidade. (FARIA, 2012).

Como causas de incêndios florestais, podem ser destacados a queima para rebrota de pastagens ou para plantios, vandalismo, brincadeiras de crianças, velas em rituais religiosos, fogueiras, balões, queima de lixo, causas acidentais (como fagulhas em máquinas agrícolas ou rompimento de fios elétricos) e causas naturais, como raios. (MAUGER, 2009).

Independente da fonte, este tipo de calamidade é muito destrutivo, pois causa prejuízos ambientais e sociais, comprometendo a vida, os bens e o ecossistema, e indicando a importância de técnicas e medidas preventivas. “As notícias sobre as ocorrências de incêndios florestais [...], causando alterações drásticas no ambiente e danos econômicos importantes,

ressaltam a necessidade de se adotar mecanismos para reduzir o número de incêndios e a extensão dos danos.” (BATISTA, 2004, p. 45).

Na verdade, prevenir uma ocorrência de incêndio é quase impossível; o que se pode fazer, então, é conhecer a natureza do fogo, suas fontes e fatores de propagação para desenvolver estratégias de planejamento e métodos adequados à sua extinção. “A finalidade da prevenção ou normalização é a de estudar, revisar e elaborar normas de segurança, analisar os riscos que possam propiciar um princípio de incêndio e suas consequências e por fim evitá-las.” (BERQUÓ FILHO, 2002 apud SANTIN, 2007, p. 44).

Dentre as consequências de incêndios florestais estão os impactos negativos no clima, problemas de saúde, mortes de animais e plantas e, degradação do solo (erosão e assoreamento). (MAUGER, 2009).

Além dos danos que os incêndios causam conforme queimam, também podem deixar atrás de si problemas desastrosos, efeitos que podem ser sentidos meses após o fogo se extinguir. Quando o fogo destrói toda a vegetação em uma colina ou montanha, também pode enfraquecer o material orgânico no solo e evitar que a água penetre no solo. Um problema que resulta disso é a extremamente perigosa erosão que pode levar aos fluxos de detritos. (BONSOR, 2001, p. 1).

Daí a importância de estratégias preventivas, como os mapas de risco.

2.5 Mapas de risco

Em função da probabilidade de ocorrência de incêndios florestais em determinadas épocas do ano e dos prejuízos incalculáveis e perdas definitivas, este tipo de calamidade tem despertado a preocupação de diversos setores da sociedade, dando origem a diferentes e novas estratégias de prevenção e controle. (FERRAZ; VETTORAZZI, 1998).

Os mapas de risco são desenvolvidos a partir da análise de dados da região que se pretende mapear, identificando variáveis como “[...] densidade demográfica, sistema viário, cobertura vegetal, condições climáticas, umidade do material combustível, declividade do terreno, orientação das encostas e altitude”. (OLIVEIRA et al., 2004, p. 218).

Na realidade, o mapa [...] consiste [...] na delimitação de áreas de acordo com nível de risco em função da somatória ponderada dos riscos parciais de cada variável analisada [...]. portanto, para a elaboração do mapa final de zoneamento é necessário desenvolver um algoritmo ou um modelo matemático que expresse numericamente a interação de todas as variáveis analisadas na influência que exercem sobre o início e a propagação do fogo. Esses modelos devem ser desenvolvidos com base em informações bibliográficas e levantamento de campo, de forma que possam representar o mais fielmente possível a influência ponderada de cada variável no risco de incêndios para a região ou local considerado. (BATISTA, 2004, p. 51).

Complementando:

[...] seria alocar através de coordenadas geográficas, informações de uma determinada área do conhecimento, sobre um mapa geográfico, em determinada região, cidade ou país, de forma ordenada, a fim de evidenciar certa realidade de ocorrência e/ou recorrência, utilizando sistemas computacionais. (SANTIN, 2007, p. 19).

Para a manipulação de imagens e dados, pode-se utilizar um banco de dados denominado Sistema de Informações Geográficas (SIG).

2.5.1 Sistema de Informações Geográficas - SIG

O SIG é um programa computacional capaz de receber, cruzar e processar dados sobre a superfície da Terra, sem limite de tempo, podendo ser atualizado constantemente. “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 apud NAZARETH, 2010, p. 7).

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. (ALVES, 1990 apud NAZARETH, 2010, p. 7).

O SIG representa o georeferenciamento por meio de um software livre que proporciona maior qualidade e maior agilidade aos profissionais da área:

A era de Software Livre também contribui decisivamente para o avanço tecnológico neste campo, pois permite através destes sistemas a estruturação e manuseio de informações geoprocessadas sobre mapas com custos insignificantes quando comparados com período de tempo de dez anos atrás. (SANTIN, 2007, p. 14).

E ainda:

Georeferenciar um mapa significa localizá-lo dentro do globo terrestre através inclusão no arquivo digital e plantas impressas de coordenadas cartesianas, com relação a meridianos e paralelos, no caso de Santa Catarina, com exceção do extremo oeste, a partir do Fuso horário 22 Sul (Hemisfério Sul) Meridiano 69 [...]. (MENEQUETTE, 2001 apud SANTIN, 2007, p. 20).

Uma das grandes contribuições do SIG é a facilidade no tratamento e organização do “grande volume de informações, que inviabiliza não apenas a qualidade da informação, como também a união dos fatores importantes para tomada de decisão acertada”. (MAGUIRE, 1991 apud SANTIN, 2007, p. 19).

Sobre a possibilidade de atualização, ela é importante porque constantemente acontecem desmatamentos e erosões, as condições climáticas são alteradas, os materiais combustíveis sofrem modificações. “Depois de elaborado, o mapa de riscos pode ser

atualizado periodicamente em função das alterações ambientais que ocorrem ao longo do tempo [...]”.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como: Exploratória – porque procura acumular e sistematizar conhecimentos sobre o tema em estudo (VERGARA, 1997). “A pesquisa exploratória é uma abordagem adotada para a busca de maiores informações sobre determinado assunto.” (MARTINS, 1994, p. 30); Bibliográfica – porque faz uso de materiais como livros e artigos/dissertações disponíveis na *Internet* para fundamentar o estudo teórico. “Tem como objetivo recolher, selecionar, analisar e interpretar as contribuições teóricas já existentes sobre determinado assunto.” (MARTINS, 1994, p. 28); E também documental – porque fez uso de imagens e dados reais, processados por meio de um programa computacional, para confeccionar um mapa de risco (figura 3, a seguir). “A característica da pesquisa documental é que a fonte de coleta de dados está restrita a documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias.” (MARCONI; LAKATOS, 2007, p. 62).

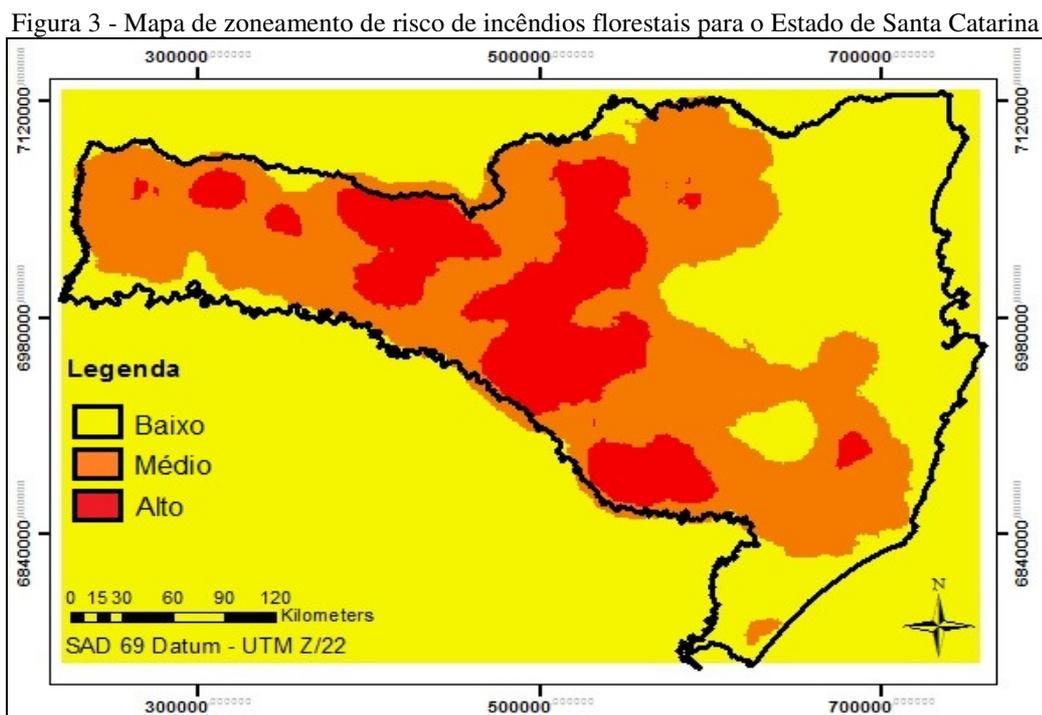
Um roteiro é descrito abaixo informando, passo a passo, a sequência correta para obtenção dos dados e correto manuseio dos programas utilizados no presente artigo:

- acesse o *site* do INPE;
- baixe, em *shapefile* (formato do arquivo), os focos de incêndio detectados pelos satélites entre 1998 e o ano atual;
- de posse deste *shapefile* de pontos, adicione o arquivo no ArcMAP;
- utilizando a função *Point Density*, do *Spatial Analyst*, crie um *raster* chamando de *HEAT MAP* ou mapa de calor, o qual vai mostrar a concentração de focos de incêndio durante o período de tempo escolhido.

Seguindo este roteiro, você terá um resultado mostrando historicamente a probabilidade de ocorrência de incêndio em determinada região, a qual possuirá uma correlação muito alta com a real situação de incêndios em Santa Catarina.

4 RESULTADOS

Com base nos focos de incêndios observados por imagens de satélite e tratados em programas computacionais, foi confeccionado um mapa de riscos de incêndio florestal para o Estado de Santa Catarina, conforme pode ser observado na figura 3:



Fonte: do autor (2012)

Na análise do mapa confeccionado para este estudo, pode-se visualizar a divisão em três faixas: risco baixo em amarelo, risco médio em laranja e, em vermelho, risco alto. Comparando com a bibliografia, os resultados trouxeram uma análise bem próxima dos incêndios ocorridos atualmente: a área de maior risco de incêndios florestais está localizada no centro do Estado, entre as cidades de Lages e Otacílio Costa; no meio oeste, as cidades de Joaçaba e Caçador são as que correm maiores riscos, enquanto que, no extremo oeste, o risco maior está próximo às cidade de Irati e Campo Erê. O mapa está georeferenciado a partir do Datum SAD 69, e em UTM Zona 22, com devida escala podendo ser visualizada no canto inferior à esquerda.

5 CONCLUSÃO

O zoneamento de riscos de incêndios torna-se uma boa ferramenta para auxiliar na prevenção e controle de incêndios florestais, pois, com o uso do SIG, foi possível visualizar em mapas onde se encontra o maior número de ocorrências de incêndios no Estado de Santa Catarina.

Considera-se que o principal objetivo deste artigo, que era a elaboração de um mapa de zoneamento de riscos de incêndios florestais para o Estado catarinense, foi atingido, o que vai ser importante para o trabalho de prevenção e controle de incêndios realizado pelos profissionais do Corpo de Bombeiros Militares de Santa Catarina. Este artigo, inclusive, pode ajudar futuramente em outros trabalhos mais complexos, considerando fatores como a cobertura vegetal, fatores climáticos e, também, antrópicos.

Como demonstrado no estudo, estes mapas para zoneamento de riscos de incêndios florestais devem ser desenvolvidos com base em informações bibliográficas e levantamento de campo, de forma que possam representar o mais fielmente possível a influência ponderada de cada variável no risco de incêndios para a região ou local que se pretende analisar.

REFERÊNCIAS

- BARCELOS, Marcos Aurélio. **Padronização de condutas do CBPMSC em operações de ventilação de incêndios**. 2001. 81 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização de Bombeiros para Oficiais)- Centro de Ensino da Polícia Militar, Florianópolis, 2001. Disponível em: <http://biblioteca.cbm.sc.gov.br/biblioteca/index.php/component/docman/search_result>. Acesso em: 08 abr. 2012.
- BATISTA, Antonio Carlos. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. **Revista Floresta**, v. 30, nº 1/2, p. 45-54, ago./2004. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/2328/1946>>. Acesso em: 07 abr. 2012.
- BONSOR, Kevin. **Como funcionam os incêndios florestais**. Maio/2001. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/incendios-florestais.htm>>. Acesso em: 07 abr. 2012.
- CENTRO DE INTERPRETAÇÃO SERRA DA ESTRELA. **Climatologia e meteorologia**. Disponível em: <www.cise-seia.org.pt/site/cise/backoffice/download.php?img...718>. Acesso em: 08 abr. 2012.
- FARIA, Caroline. **Incêndio florestal**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ecologia/incendio-florestal/>>. Acesso em: 07 abr. 2012.
- FERRAZ, Silvio Frosini de Barros; VETTORAZZI, Carlos Alberto. Mapeamento de risco de incêndios florestais por meio de sistema de informações geográficas (SIG). **Scientia Forestalis**, n. 53, p. 39-48, jun./1998. Disponível em: <www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr53/cap4.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2012.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2012.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- MARTINS, Gilberto de Andrade. **Manual para elaboração de monografias e dissertações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- MAUGER, João Santana. **Incêndios florestais: causas, conseqüências e como evitar**. Instituto Brasília Ambiental, 2009. Disponível em: <www.ibram.df.gov.br/sites/400/406/00001738.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2012.
- NAZARETH, Vanessa Martins de. **Mapas de riscos de incêndios florestais para o campus da Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica – RJ**. 2010. 56 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ, 2010. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/inst/monografia/2010II/Vanessa.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2012.

OLIVEIRA, Danielle dos Santos de. et al. Zoneamento de risco de incêndios florestais para o Estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba/PR, 34(2), p. 217-221, mai./ago. 2004. Disponível em: <ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/download/2399/2007>. Acesso em: 12 fev. 2012.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Incêndios florestais**. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/incendios-florestais/incendios-florestais.php>>. Acesso em: 07 abr. 2012.

SANTIN, Lázaro. **Sistemas de informações geográficas para bombeiros**. 2007. 66 f. Monografia (Especialização em Gestão de Segurança de Serviços de Bombeiros)-Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <http://biblioteca.cbm.sc.gov.br/biblioteca/index.php/component/docman/search_result>. Acesso em: 10 abr. 2012.

SARTE, Anderson Medeiros. **Perícia de incêndio**: uma abordagem sobre a coleta de amostras sólidas e líquidas em edificações sinistradas pelo fogo. 2009. 115 f. Monografia (Gestão em Emergências)-Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Educação de São José, Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://biblioteca.cbm.sc.gov.br/biblioteca/index.php/component/docman/search_result>. Acesso em: 07 abr. 2012.

SEGURANÇA DO TRABALHO. **Fogo e incêndio**. Disponível em: <<http://www.areaseg.com/fogo/>>. Acesso em: 12 abr. 2012.

SEITO, Alexandre Itiu. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008.

VERGARA, Sylvia Maria. **Projetos e Relatórios de pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 1997.

VIEIRA, Fernando Ireno. **Combate a incêndio florestal**: determinação do índice de eficiência global de retardantes químicos de curta e de longa duração e avaliação de seus efeitos sobre a redução da intensidade do fogo em vegetação, em condições de laboratório. 2011. Curso de Formação de Oficiais. Biblioteca CEBM, Florianópolis, 2011. Disponível em: <http://biblioteca.cbm.sc.gov.br/biblioteca/index.php/component/docman/search_result>. Acesso em: 06 abr. 2012.