



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO

Brígida Duarte

**Correlação entre Banco de Dados de Focos de Calor detectados por Satélites do INPE e
Desligamento de Linhas de Transmissão de Energia da Chesf.**

Recife - PE

2011

BRÍGIDA DUARTE

**Correlação entre Banco de Dados de Focos de Calor detectados por Satélites do INPE e
Desligamento de Linhas de Transmissão de Energia da Chesf.**

Monografia apresentada à Banca Examinadora como requisito para a obtenção do título de Especialista, pelo Programa de Especialização em Geoprocessamento.

Área de Concentração: Geoprocessamento

Orientador: Prof. Dr. Anselmo Cardoso de Paiva

RECIFE - PE

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL-UEPB

D812c

Duarte, Brígida.

Correlação entre banco de dados de focos de calor detectados por satélites do INPE e desligamento de linhas de transmissão de energia da Chesf. [manuscrito] / Brígida Duarte. - 2011.

39 f.

Monografia (Especialização em Geoprocessamento) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Tecnologias, 2011.

“Orientação: Prof. Dr. Anselmo Cardoso de Paiva, Universidade Federal do Maranhão”.

1. Energia elétrica. 2. Transmissão de energia. 3. Áreas queimadas. I. Título.

22. ed. CDD 333.79

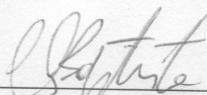
BRÍGIDA DUARTE

**CORRELAÇÃO ENTRE BANCO DE DADOS DE FOCOS DE CALOR
DETECTADOS POR SATÉLITES DO INPE E DESLIGAMENTO DE LINHAS
DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA DA CHESF**

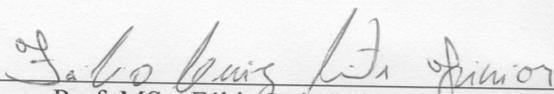
Monografia apresentada à Banca Examinadora como
requisito para a obtenção do título de Especialista,
pelo Programa de Especialização em
Geoprocessamento
Área de Concentração: Geoprocessamento

Aprovado em 6 de novembro de 2011.

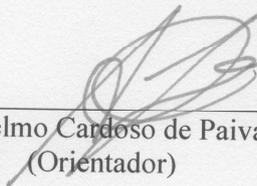
Banca Examinadora



Prof. Cláudio de Souza Baptista, Ph.D. - UFCG
(Examinador externo)



Prof. MSc. Fábio Luiz Leite Júnior - UEPB
(Examinador interno)



Prof. Dr. Anselmo Cardoso de Paiva - UFMA
(Orientador)

CAMPINA GRANDE-PB

2011

Dedico este trabalho à
Companhia Hidrelétrica do São Francisco –
Chesf.

AGRADECIMENTOS

À Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, nas pessoas dos idealizadores e realizadores deste Curso de Especialização em Geoprocessamento, minha gratidão.

Aos professores que ministraram disciplinas a nossa turma heterogênea e multiapta.

À equipe do Centro de Desenvolvimento do Ser Humano – CDSH da Chesf pela dedicação com que sempre nos atende.

Aos colegas de Especialização, pelo companheirismo de todas as horas.

À Equipe do Núcleo de Geoprocessamento que sempre me encantou com a perícia no uso da técnica e da arte.

Às Equipes de Manutenção e Operação de Linhas de Transmissão, os pelotões avançados da Chesf, que coletaram as informações de campo que compõem este trabalho.

Ao Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE pelo trabalho realizado e por compartilhar os frutos desse trabalho.

À Equipe da Divisão de Meio Ambiente da Transmissão - DEMA por ter me apoiado nas minhas ausências para realização do curso de Especialização.

À minha família pela torcida e colaboração.

À minha filha Juliana pela ‘ajuda’ com a ‘minha tarefinha’.

A Deus por ter colocado no meu caminho todas essas pessoas e ter me dado tanto a agradecer.

"Got the fire under control. My knees have scabbed over and feel pretty good today, but my hands are in a hell of a shape. Damned if I'll ever fight fire with my bare hands again."

**Depoimento de um pioneiro do
Forest Service (E.U.A) no início do século XX,
coletado por Hal K. Rothman.**

RESUMO

Entre os fatores que podem desligar uma Linha de Transmissão Aérea de Energia Elétrica está a queimada da vegetação. O Instituto de Pesquisas Espaciais monitora os focos de calor no Brasil desde 1987. Para a implantação de um Plano de Controle de Queimadas no Sistema de Transmissão da Chesf, um dos insumos é esse banco de dados de focos de calor fornecido pelo INPE. O objetivo desta monografia é verificar como essas informações poderão ser melhor utilizadas pela empresa, de forma a gerar conhecimento útil. Para isso, foi realizado um estudo com uso de ferramentas de análise espacial, envolvendo os dados de desligamentos de Linhas de Transmissão entre janeiro de 2007 e agosto de 2011, e sua correlação com os dados de detecção de focos de calor fornecido pelo INPE. Dos 450 eventos de desligamento de LT, 80 coincidiram, dentro do 'buffer' da margem de erro de um quilômetro e no mesmo dia de, pelo menos, um foco de calor detectado pelos satélites. Os satélites Aqua e Terra foram responsáveis pela maior parte dessas detecções. O satélite NOAA foi responsável pelas detecções de focos de calor coincidentes com desligamentos de LT no MA. Os satélites GOES e METEOSAT foram responsáveis por duas e uma ocorrência, respectivamente. Nenhuma coincidência de dados foi verificada nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe.

Palavras-chave: Linha de Transmissão. Focos de Calor. Queimada de Vegetação.

ABSTRACT

Among the factors that can put off-line a transmission power line is the burning of vegetation. The INPE monitors hotspots in Brazil since 1987. For implementation of a Fire Control Plan in Chesf Transmission System, one of the inputs is the database of hotspots provided by INPE. The purpose of this work is verify how this information could be better used by the company to generate useful knowledge. For this, a study was conducted with the use of spatial analysis tool in off-line power lines database between January 2007 and August 2011 and its correlations with the hotspots database provided by INPE. Of the 450 events shutdown LT, 80 coincided within the 'buffer' the margin of error of a mile on the same day, at least one hot spot detected by satellites. The Terra and Aqua satellites were responsible for most of these detections. The NOAA satellite was responsible for the detection of hotspots coincide with the dismissals of LT MA. GOES and METEOSAT satellites were responsible for two one occurrence, respectively. No matching data was found in the states of Paraiba, Rio Grande do Norte and Sergipe.

Keywords: Transmission Line. Hotspots. Burning of vegetation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Focos de Queima. INPE/2011

Figura 2 Registro fotográfico de incêndio na vegetação próxima a LT

Figura 3 – Detalhe de Isoladores em Linha de Transmissão

Figura 4 Esquema síntese do Processo de Obtenção de Conhecimento (KDD)

Figura 5 Focos de calor detectados pelo INPE no Nordeste e Maranhão dos anos de 2007 a 8/2011

Figura 6 Registro fotográfico da ocorrência SLLR_2009_66

Figura 7 Plotagem dos focos de calor do INPE e dos desligamentos de LT da Chesf no período de 2007 a 8/2011

Figura 8 Desligamentos de LT no período de 2007 a 8/2011

Figura 9 Detalhe da plotagem dos dados do INPE com buffer de 1km

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ocorrências por Estado

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Chesf – Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

E.U.A. – Estados Unidos da América

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO - Food and Agriculture Organization - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LT – linha aérea de transmissão de energia elétrica de alta voltagem

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Sumário

AGRADECIMENTOS.....	6
Sumário	12
1. INTRODUÇÃO	13
1.1.1. Estrutura da Monografia	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1. Monitoramento de Incêndios Florestais.....	15
2.2. Fogo em Linha de Transmissão.....	18
2.3. Técnicas de Geoprocessamento	19
2.4. Descoberta de conhecimento em Bases de Dados.....	20
3. ESTUDOS CORRELATOS.....	22
3.1. Revisão de Literatura	22
4. ESTUDO DE OCORRÊNCIA.....	24
4.1. Dados do Inpe	24
4.2. Dados da Chesf.....	27
4.3. Procedimentos de Limpeza de Informação:.....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6. CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TEMAS PARA DESENVOLVIMENTO.....	36
7. REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

Dentre as possíveis causas de desligamentos transitórios ou permanentes de uma Linha de Transmissão de Energia Elétrica – LT estão as queimadas de vegetação. Não é necessário que o fogo atinja diretamente os cabos, o aumento da temperatura e os particulados liberados na queima são capazes de diminuir a dielétrica do ar a ponto de provocar o desligamento.

Por esse motivo a Chesf, para operar seu sistema da transmissão, adota a prática de retirar a vegetação da faixa de segurança visando prevenir desligamentos, seja por queimada ou fechamento do arco voltaico.

Existe uma série crescente de exigências legais e sociais para minimização do impacto das atividades da empresa sobre os recursos naturais, sendo um dos focos desse interesse a vegetação nativa. Na operação de LT, a vegetação é retirada da faixa de segurança como forma de impedir desligamentos, seja por queima seja pelo fechamento do arco voltaico. No entanto, essa atividade é realizada amplamente, de forma preventiva. Nesse contexto, saber as regiões e épocas críticas de ocorrência de incêndios florestais, ter essa informação sistematizada e acompanhar as ocorrências com o uso do georreferenciamento, levará a um melhor planejamento das atividades de supressão de vegetação e, possivelmente, à sua diminuição.

A Chesf está em processo de implantação de um Sistema de Informações Geográficas – SIG Corporativo. Os especialistas em Tecnologia da Informação e em Geoprocessamento estão atuando juntos nesse projeto.

Espera-se que o resultado desta Monografia possa colaborar com os responsáveis pela implantação do SIG Corporativo da Chesf, para eficaz condução do projeto.

Assim, este trabalho tem como Objetivo Geral propor uma nova estruturação da coleta de dados de desligamento de linhas, compatível com o Sistema Corporativo, de forma que essas informações sejam passíveis de análise. Além disso, pretende-se comparar as informações da Chesf sobre desligamento de LT com as informações do INPE sobre ocorrência de queimadas e preparar as informações de forma a possibilitar a aplicação de técnicas de mineração de dados para obtenção de informações sobre desligamento de LT por queimada de vegetação.

1.1. Estrutura da Monografia

Nesta monografia, o capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica de Monitoramento de Incêndios Florestais; Fogo em Linha de Transmissão; Técnicas de Geoprocessamento e Descoberta de conhecimento em Banco de Dados.

Este trabalho correlaciona esses temas. INPE possui e disponibiliza valiosas informações sobre focos de calor que podem indicar a ocorrência de incêndios florestais, em determinado local em uma determinada hora. Com o objetivo de monitorar incêndios que possam causar desligamentos em linhas de transmissão, essas informações devem ser tratadas com técnicas de geoprocessamento, pois são, basicamente, espaço e tempo. Para sistematizar a tentativa de se obter informação útil das informações do INPE e das informações da Chesf este trabalho está propondo a aplicação de técnicas de descoberta de conhecimento em banco de dados.

No capítulo 3 estão resumos de trabalhos que foram consultados para realização desta monografia ou que tinham por objetivo o uso de técnicas de geoprocessamento para descoberta de conhecimento em outras áreas.

No capítulo 4 foram apresentados os dados do INPE e as informações da Chesf e como as informações da Chesf foram tratadas para serem georreferenciadas.

No capítulo 5 mostrou-se como se realizou a seleção e o processamento de informações de foco de calor e de desligamento de LT e como essas informações foram intersectadas e relacionadas usando-se técnicas de geoprocessamento.

No capítulo 6 foram apresentadas as conclusões deste trabalho e feitas algumas propostas, tanto de continuidade quanto de novos aspectos que podem ser explorados.

No capítulo 7 estão as referências dos trabalhos citados que embasaram esta monografia.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Monitoramento de Incêndios Florestais

Planos de Prevenção a Incêndios Florestais segundo Gaylor, citado por Batista (1990), englobam, normalmente, as seguintes etapas:

1. Obtenção de informações sobre as ocorrências anteriores de fogo e aspectos gerais da área, tais como locais de maior ocorrência, período de maior ocorrência de incêndios durante o ano, tipo de cobertura vegetal da área, e as zonas que devem ser protegidas com prioridade.
2. Determinar as causas mais frequentes dos incêndios e concentrar nessas os esforços de prevenção.
3. Decidir quais as técnicas e medidas preventivas serão adotadas, quem irá executá-las e quando serão executadas.
4. Avaliar e Corrigir. Nessa etapa, se obtém informações sobre todas as operações desencadeadas pelo plano de prevenção, se avalia e se corrige o plano, dando novas orientações quando necessário.

As etapas 3 e 4 não serão tratadas neste trabalho.

Quanto às causas mais frequentes de desligamento de LT por incêndios, a Chesf registra “fogo em cana de açúcar” e “fogo em mato” como causas de ocorrências de desligamento. Já as causas de muitos desses focos de fogo estão, entre outras, no hábito de usar o fogo para “limpar” áreas para cultivo agropecuário.

Este trabalho se propõe a contribuir com a primeira etapa do Plano de Prevenção a Incêndios sob LTs da Chesf, a obtenção de informações.

Para começar a desenvolver técnicas de prevenção de incêndios e o planejamento de prevenção, é necessário coletar e analisar as informações com detalhes sobre a localização, número de focos mapeados no espaço e no tempo e a área atingida (FAO, 1997,a).

Planos de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais são elaborados normalmente para Áreas de Plantios Florestais Comerciais ou para Unidades de Conservação. Em ambos os

casos tratam-se de áreas conhecidas, circunscritas e constantes. São polígonos fechados e qualquer mudança em suas bordas são excepcionalidades. As propriedades que fazem limites com essas áreas são facilmente cadastráveis e seus proprietários e moradores, conhecidos.

Principalmente no caso de grandes plantios florestais comerciais, para detecção de focos de fogo, uma das possíveis técnicas de detecção é a utilização de torres de observação. Nelas, vigilantes treinados, e com comunicação entre as torres, são capazes de localizar o foco de fogo por triangulação e acionar diretamente as brigadas de combate de fogo (Batista, 1990). Nesses casos os dados de satélite têm interesse marginal (INPE, 2007).

No caso das LTs da Chesf, são mais de 18.000km lineares, com larguras variando de 10 a 70 metros, dependendo de sua voltagem. As linhas estão inseridas em diferentes realidades, sociais, físicas, climáticas e biológicas. Cada uma cruza dezenas ou centenas de propriedades de diferentes tamanhos e vocações agropecuárias.

No Brasil, o monitoramento dos incêndios florestais é realizado conjugando sensoriamento remoto, cartografia digital e comunicação eletrônica e fica a cargo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, que atua em conjunto com a Embrapa Monitoramento por Satélite, desde 1991, com apoio da FAPESP (Embrapa, 2010).

O Sistema Brasileiro de Monitoramento de Queimadas considera que as áreas muito críticas em termos de queimadas estão situadas no Mato Grosso (20 municípios), Pará (12 municípios), Maranhão (12 municípios) e Tocantins (23 municípios) (Embrapa, 2010). Ainda segundo a Embrapa, para as demais áreas, inclusive as áreas das LTs objeto deste trabalho, o monitoramento orbital indica um padrão nacional difuso de queimadas realizadas em áreas de agricultura e pecuária extensivas ou em manejos agrícolas nos quais os agricultores queimam em intervalos de 2 a 5 anos.

O monitoramento da dinâmica espacial e temporal das queimadas, seguindo métodos e procedimentos homogêneos (SETZER et al., 1992 citado em MIRANDA et.al. 2006) realizado pelo INPE garante uma visão objetiva desse fenômeno e a disponibilização dos resultados permite que essas informações geradas sejam efetivamente usadas pela sociedade.

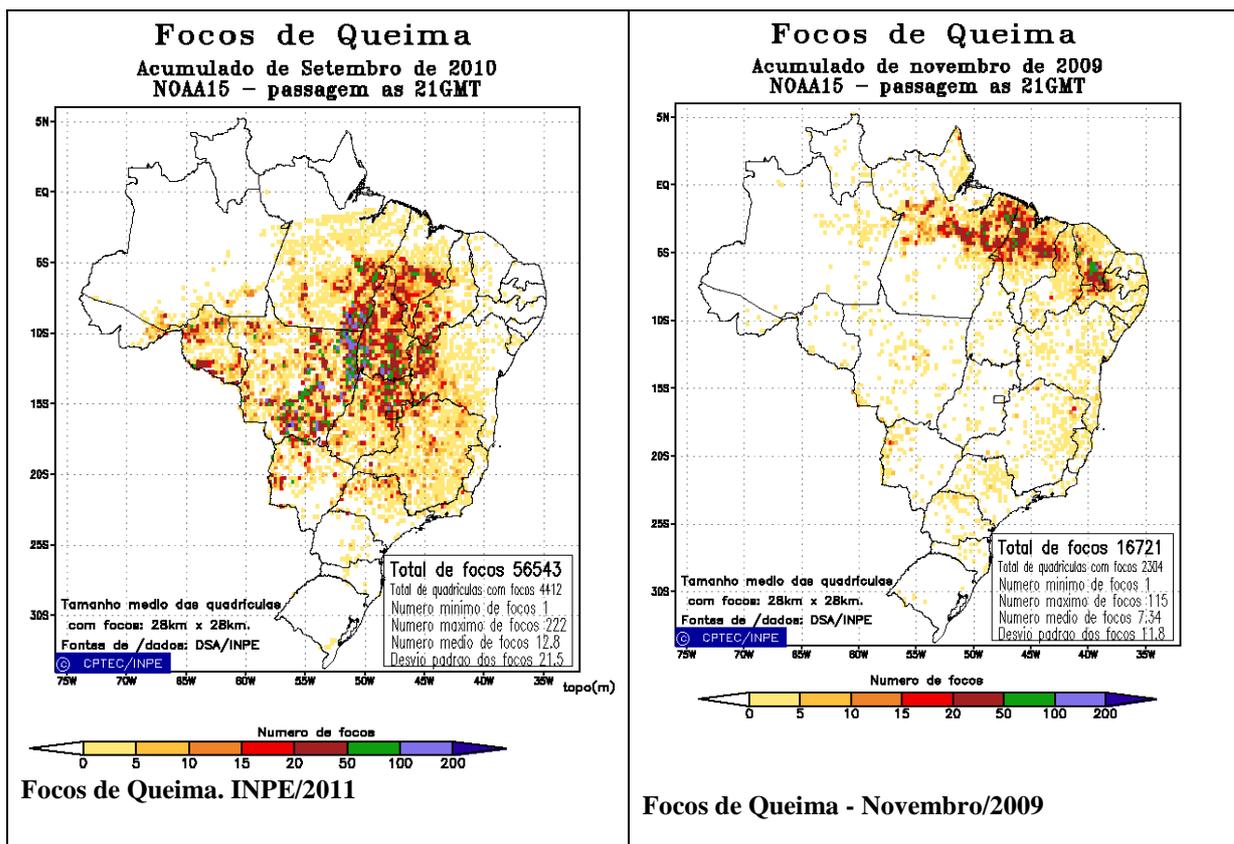


Figura 1: Focos de Queima NOAA
Fonte: INPE, 2011

“A tecnologia espacial é a única capaz de garantir o monitoramento sincrônico e diacrônico do fenômeno das queimadas e o Brasil é um dos poucos países do mundo a dispor de um sistema orbital de monitoramento de queimadas absolutamente operacional, com todos os dados disponíveis na Internet.” Miranda et.al.2006

2.2. Fogo em Linha de Transmissão

Nas redes elétricas de transmissão e de distribuição, os cabos condutores são fixados às estruturas por isoladores, os quais podem ser feitos de porcelana, vidro ou resina com borracha.



Figura 2 – Registro fotográfico de incêndio na vegetação próxima a LT

Fonte: Chesf

A diminuição das características elétricas de um isolante pode ter como origem um aumento da passagem da corrente de fuga entre seus terminais. Este aumento se deve, principalmente, ao grau de contaminação por agentes poluentes que modificam a resistividade elétrica da sua superfície (Portella, et.al., 2008).



Figura 3 – Detalhe de Isoladores em Linha de Transmissão

Fonte: Chesf

Nas linhas de transmissão o isolamento entre os condutores nus e o solo é o ar. A rigidez dielétrica do ar é a intensidade máxima do campo elétrico que o ar pode suportar sem tornar-

se um condutor de eletricidade (ruptura dielétrica)(Viana, 2008). As distâncias de segurança de projeto levam em conta, entre outros fatores, a rigidez dielétrica do ar, que decresce com o aumento dos seus índices de umidade, impurezas e temperatura (Andreoli, 2010). Fonseca et.al. 1999, descrevem, sucintamente, o desligamento de uma rede de transmissão de energia pela ocorrência de queimadas como “fenômeno do aumento acentuado da temperatura, que reduz o dielétrico do ar entre os condutores e entre os condutores e o solo, tendo como consequência a diminuição do isolamento da linha, ocorrendo o curto circuito fase-fase ou fase-terra”.

2.3. Técnicas de Geoprocessamento

Para melhor visualizar problemas envolvendo espaço e tempo, profissionais de vários segmentos desenvolveram técnicas, tais como, marcar o mapa com alfinetes de cores diferentes, colar figuras representando os eventos que estão sob análise ou pintar as áreas de interesse do mapa de cores diferentes.

Um caso clássico de uso de análise espacial, contado na página do INPE (2006), ocorreu em 1854 em Londres, Inglaterra. O médico John Snow marcou os endereços dos doentes de cólera no mapa da cidade. Na espacialização das informações que ele possuía, pôde verificar que a maioria dos casos estava concentrada em torno de determinado poço de água que abastecia a população do entorno. O poço foi lacrado, o que contribuiu para debelar a epidemia (INPE, 2006).

Batista, 2000, relata o uso de marcação de série histórica de incêndios para o zoneamento e elaboração de mapas de risco no planejamento de controle de incêndios florestais, ressaltando que, devido a maior disponibilidade de recursos, é possível, atualmente, utilizar metodologias que permitem associar os fatores ambientais com os incêndios florestais de uma região em função da sensibilidade dos fatores analisados em relação ao fogo.

Com essa ampliação de recursos surgiu a Ciência da Geoinformação. A aplicação da palavra geoinformação significa “utilizar computadores como instrumentos de representação de dados espacialmente referenciados” (Câmara e Monteiro, 2004).

Para geoprocessamento das informações neste trabalho foram usadas ferramentas de geoprocessamento do Esri® ArcMap™10.0.

A Esri® conceitua geoprocessamento como “a execução metódica de uma seqüência de operações sobre dados geográficos para criar novas informações”.

2.4. Descoberta de conhecimento em Bases de Dados

A quantidade de variáveis, o período de tempo e a amplitude do espaço no qual a questão de desligamento de LT por queimada da vegetação está inserida, gera um volume de dados, que aparentemente, requisitam o uso de uma ferramenta como a Mineração de Dados.

Hand, Mannila e Smyth (2001) definem ‘data mining’ como a ciência de extrair informações úteis e inéditas de grandes conjuntos de dados ou bancos de dados. É uma das etapas, em um contexto mais amplo, do processo de descoberta de conhecimento em bases de dados, “knowledge discovery in databases” – KDD, o qual, segundo esses autores, envolve as seguintes etapas:

1. Seleção da informação alvo
2. Processamento das informações
3. Transformação das informações, se necessário
4. Extração de padrões e relações – Mineração de dados
5. Interpretação e avaliação das estruturas descobertas

Fayyad, Piatetsky-Shapiro e Smyth (1996) conceituam KDD como “processo não trivial de identificar padrões válidos, novos, potencialmente úteis e, finalmente, compreensíveis, em dados”, isto é, em um conjunto de fatos, como por exemplo, tuplas em um banco de dados.

Dados - um conjunto de fatos (por exemplo, casos em um banco de dados)

Padrão - expressão em alguma linguagem que descreve um subconjunto dos dados ou um modelo aplicável ao subconjunto.

Mineração de dados - é um passo no processo de KDD. Consiste na aplicação de análise de dados e algoritmos de descoberta que, sob aceitáveis limitações de eficiência computacional, produz uma enumeração particular de padrões (ou modelos) sobre os dados.

Fayyad et al.(1996) esquematizaram da seguinte maneira:

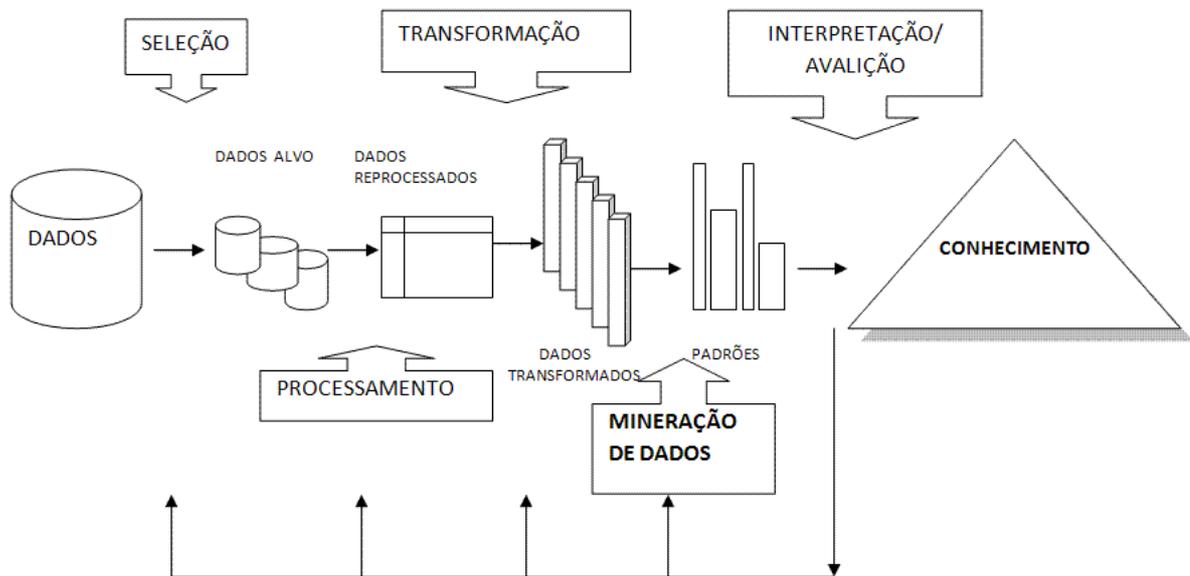


Figura 4 Esquema síntese do Processo de Obtenção de Conhecimento (KDD)

Fonte: Adaptado de Fayyad et al. 1996

De Amo, 2004, detalha da seguinte maneira as etapas no processo de descoberta de conhecimento de base de dados:

- “1. **Limpeza dos dados:** etapa onde são eliminados ruídos e dados inconsistentes.
2. **Integração dos dados:** etapa onde diferentes fontes de dados podem ser combinadas produzindo um único repositório de dados.
3. **Seleção:** etapa onde são selecionados os atributos que interessam ao usuário. Por exemplo, o usuário pode decidir que informações como endereço e telefone não são relevantes para decidir se um cliente é um bom comprador ou não.
4. **Transformação dos dados:** etapa onde os dados são transformados num formato apropriado para aplicação de algoritmos de mineração (por exemplo, através de operações de agregação).
5. **Mineração:** etapa essencial do processo consistindo na aplicação de técnicas inteligentes a fim de se extrair os padrões de interesse.
6. **Avaliação ou Pós-processamento:** etapa onde são identificados os padrões interessantes de acordo com algum critério do usuário.
7. **Visualização dos Resultados:** etapa onde são utilizadas técnicas de representação de conhecimento a fim de apresentar ao usuário o conhecimento minerado.”

3. ESTUDOS CORRELATOS

3.1. Revisão de Literatura

a) Linha de Transmissão

Portella, et.al., 2008, avaliaram o desempenho de diferentes tipos de isoladores elétricos de linhas de distribuição em Salvador, Bahia, considerando a poluição ambiental, tanto química quanto física. Os resultados mostram que as principais contribuições para o fraco desempenho dos isoladores são, entre outros, partículas sedimentáveis de magnetita no isolador e baixa precipitação pluviométrica, pois as chuvas lavam os isoladores livrando-os dos particulados que aderem à superfície, diminuindo sua resistividade.

b) Queimadas

Medeiros e Fiedler, 2004 avaliaram as ocorrências de incêndios florestais no Parque Nacional da Serra Canastra e com o objetivo de fornecer subsídios para redução desses índices. O trabalho foi realizado com os dados obtidos dos relatórios de incêndios da unidade de conservação no período de mais de dez anos. Os autores realizaram diagnóstico, identificando as causas e suas frequências de ocorrência, análise e proposta de técnicas de prevenção de incêndios, como por exemplo, a melhor localização de aceiros (faixas sem vegetação para evitar a passagem do fogo).

O uso de pára-raios também é uma forma de prevenção contra incêndios, pois as descargas elétricas estão entre as causas naturais de início de fogo. Partindo já da constatação de que, na região analisada, entre as principais causas dos incêndios florestais estão os relâmpagos, Santos et.al. propuseram a utilização de análise Fuzzy de agrupamentos para otimizar a alocação de para-raios em lavoura.

Proximidade de rodovias também é considerada com fator de risco de incêndio florestal. Freitas, 2010, sobrepôs aos dados de focos de calor do INPE o mapa rodoviário da Bahia e identificou locais de queimadas recorrente às margens das estradas federais e estaduais. O autor realizou observações nesses locais e verificou como origem do fogo situações de acúmulo de lixo na pista que levam caminhões com motor com queima irregular a expelir flocos de fuligem incandescentes das descargas por ocasião da ignição.

Correia et.al., 2005, apresentaram componentes temporais no Sistema de Informação Geográfica (GIS) para acompanhamento desmatamento e áreas queimadas na Amazônia. Os dados foram obtidos do DETER, PROARCO e programa PRODES e o modelo lógico foi implantado em formato TerraLib utilizando o banco de dados PostgreSQL. Os autores afirmam que o monitoramento das queimadas como eventos de focos de calor é uma simplificação da realidade,

mas que serve para o monitoramento das questões espaciais e temporais relacionadas ao fenômeno.

Antunes, 2006, desenvolveu um sistema de informações georreferenciadas com base nas informações de foco de calor fornecidas pelos satélites NOAA/AVRHH para monitorar o entorno de linhas de transmissão de redes elétricas, com o objetivo de instrumentalizar as tomadas de decisão sobre ações de combate e prevenção a incêndios que representem riscos ao sistema.

a) Descoberta de conhecimento em Bases de Dados

Guidini e Vasconcelos utilizaram uma aplicação integrando algoritmo de Mineração de Dados c4.5 com a biblioteca TerraLib para gerar uma classificação de dados de queimadas do satélite NOAA 12, coletados durante o ano de 2003 e obtidos do banco de dados de queimadas ProArco do INPE.

Guedes et.al.(2010) realizaram análise de agrupamento hierárquico nas condições de chuva no Estado do Piauí utilizando o método de Ward e o método da Análise em Componentes Principais (ACP). Partindo do princípio que as características da precipitação pluvial são sofrer variação espacial e temporal e ser dependente de inúmeros fatores geográficos e atmosféricos, tanto os locais quanto os de grande escala, os autores indicam a necessidade de estudos com métodos que possam extrair amostras que possuam a maior parte das informações estatísticas da base de dados.

O Comunicado Técnico n.18 – 2006 da Embrapa Monitoramento por Satélite, de autoria de Miranda et.al., apresenta os resultados numéricos e cartográficos obtidos no monitoramento orbital das queimadas na Amazônia Legal, pelo satélite NOAA-AVHRR, entre janeiro e dezembro de 2005. Esse monitoramento tem como base em dados fornecidos pelo satélite NOAA-AVHRR, captados e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE e mantém os resultados de suas pesquisas no site <www.queimadas.cnpm.embrapa.br>.

4. ESTUDO DE OCORRÊNCIA

4.1. Dados do Inpe

O INPE faz o trabalho de detecção de queimadas desde 1987. A partir de 1998 passou a integrar, em conjunto com Ibama e a Embrapa, o programa nacional Proarco, criado com recursos do Ministério do Meio Ambiente para controlar as queimadas e o desmatamento no arco do desmatamento da Amazônia.

O monitoramento de queimadas em imagens de satélites é particularmente útil para regiões remotas sem meios intensivos de acompanhamento, condição esta que representa a situação geral do País e, especificamente, a situação onde estão inseridas grande parte das LT da Chesf.

O Sistema de Monitoramento de Queimadas em Tempo Quase-Real do INPE pode fornecer à Instituições parceiras alertas risco e de ocorrências de focos de fogo nas proximidades das LT, inclusive com suas coordenadas geográficas. A utilização dessas informações de maneira eficiente requer alguns cuidados. É necessário, primeiramente, saber se o foco de fogo que é capaz de provocar o desligamento de um equipamento de Transmissão de Energia pode ser detectado pelo Sistema.

Além disso, as informações fornecidas pelo INPE vêm associadas ao tipo de cobertura vegetal da área de ocorrência, número de dias sem chuva na região, e expectativa de risco de fogo, se Alta, Média ou Baixa.

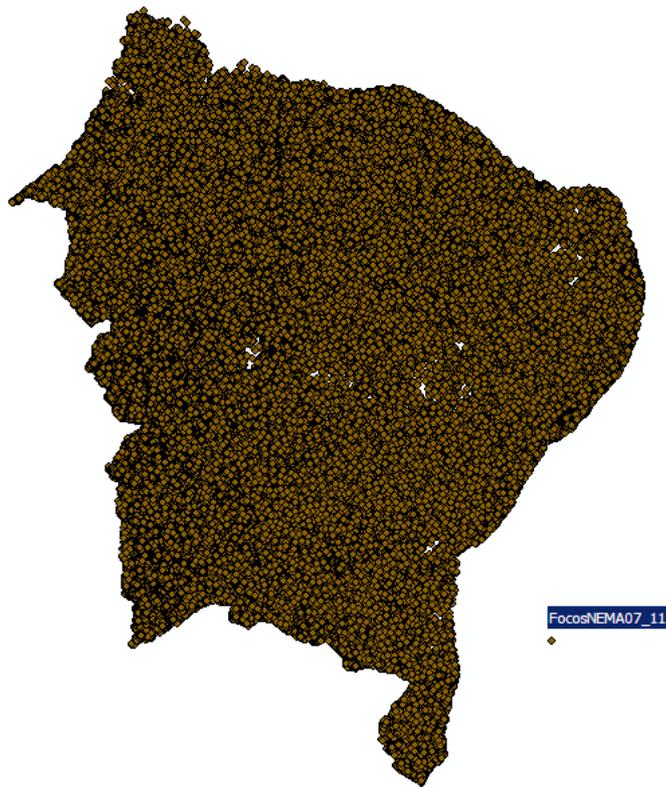


Figura 5 – Focos de calor detectados pelo INPE no Nordeste e Maranhão dos anos de 2007 a 2011.

Segundo o INPE (2007) as seguintes condições impedem ou prejudicam muito a detecção das queimadas:

- Frentes de fogo com menos de 30 m;
- Fogo apenas no chão de uma floresta densa, sem afetar a copa das árvores;
- Nuvens de chuva cobrindo a região
- Queimada de pequena duração, ocorrendo entre as imagens disponíveis;
- Fogo em uma encosta de montanha, enquanto que o satélite só observou o outro lado.
- Imprecisão na localização do foco de queima, que no melhor caso é de cerca de 1 km, mas podendo chegar a 6 km.

Os satélites com os quais o INPE trabalha são:

1. Satélites de órbita polar

- a. Série NOAA: NOAA-12; NOAA-12D; NOAA-14; NOAA-15; NOAA-15D; NOAA-16; NOAA-16N; NOAA-17; NOAA-18; NOAA-18D; NOAA-19; NOAA-19D;

- b. Série AQUA: AQUA_M-M; AQUA_M-T; AQUA-M; AQUA-T;
- c. Série TERRA: ATSR; TERRA_M-M; TERRA_M-T; TERRA-M; TERRA-T;

2. Satélites geoestacionários

- a. Série GOES: GOES-10 E GOES-12;
- b. METEOSAT-02

Segundo o INPE, os satélites de órbita polar são capazes de detectar frentes de fogo iguais ou maiores de 30m de extensão por 1m de largura. A resolução espacial desses satélites, ou seja, um 'pixel', tem no mínimo um km² (1kmx1km), por esse motivo as queimadas de área menor que a área do que um pixel serão identificadas como tendo pelo menos 1 km².

Já para ser detectada pelos satélites geoestacionários a frente necessita ter pelo menos o dobro da área detectável pelos satélites de órbita polar e como o pixel desses satélites também são maiores, 4km x 4km, essa área mínima detectável será apresentada como tendo, no mínimo 16 quilômetros quadrados. Assim, para os dados fornecidos pelo INPE, objetos deste trabalho, um foco de queima é considerado um pixel de queima, podendo indicar tanto uma pequena queimada, assim como várias pequenas queimadas ou uma muito grande no seu interior (INPE, 2007). Trabalhos de validação em campo indicam que o erro na média é, aproximadamente, 400 m, com desvio padrão de três quilômetros e que cerca de 80% dos focos estão em um raio de um quilômetro das coordenadas indicadas.

O INPE realiza a estimativa da área queimada no Brasil utilizando um outro sistema que não é pertinente a este trabalho.

Os sensores atuais do sistema de Detecção de Queimadas do INPE oferecem a informação sobre a ocorrência de fogo, sem detalhar o que está queimando e quanto queimou. Essas informações deverão ser obtidas em trabalhos de validação de campo, com o apoio dos milhares de usuários do sistema do INPE. Uma mesma queimada pode ser detectada por vários satélites e, dependendo do tamanho do pixel dos diferentes sensores, a mesma queimada pode ser indicada em locais com diferença de distância de alguns quilômetros. Para

constatação de tendências espaciais e temporais nas ocorrências de fogo, o INPE recomenda a utilização de um único satélite como referência (INPE, 2007).

Por outro lado a queimada necessária para causar desligamento em LT precisa apenas diminuir a constante dielétrica do ar até o ponto de ruptura, seja por aquecimento, seja por presença de particulados em suspensão.

Dá a necessidade de se verificar se as informações disponibilizadas pelo INPE identificam o foco de queimada que causa desligamento nas LT.

4.2. Dados da Chesf

A Chesf hierarquicamente é dividida em cinco gerências regionais – GR e onze serviços mantenedores de LT. Algumas LT são de responsabilidade de mais de um serviço mantenedor e um mesmo serviço pode atuar em mais de um Estado.

Esses Serviços alimentam um banco de dados sobre desligamento de linhas de transmissão da Chesf. Esse banco de dados é um instrumento de tomadas de decisões estratégicas por parte da Chesf. Os procedimentos de coleta, análise e armazenamento de informações são devidamente normatizados com o objetivo de estabelecer o fluxo de informações durante os eventos em linhas de transmissão durante as ocorrências de Falhas Transitórias, Falhas Permanentes e Desligamentos Programados, bem como determinar os procedimentos de Análise desses eventos no ambiente do Sistema de Informação de Manutenção adotado pela Chesf – EquipMaint-i, componente do Sistema Integrado de Gestão de Ativos – SIGA (Chesf, 2009).

No manual de procedimentos, inclusive para a correta alimentação do banco de dados, a Chesf adota os seguintes conceitos:

Eventos – São fatos relevantes sobre o estado do Sistema Eletro-energético ou a respeito da atuação das pessoas sobre este. Os eventos devem ser identificados e detalhados por vários órgãos e pessoas que, de alguma forma, obtêm informações a

respeito deles e devem ser analisados colaborativamente pelos diversos especialistas capazes de diagnosticá-los.

Falha Transitória – É todo evento que caracterize uma falha funcional temporária em quaisquer dos ativos integrantes do Sistema Eletro-energético, especialmente em Linhas de Transmissão, em que haja religamento automático com sucesso e não necessite intervenção da manutenção.

A Chesf considera as seguintes causas de ocorrência de desligamento transitório de LT para fins de análise: indeterminado, vandalismo; descarga elétrica, rompimento (cadeia de isoladores/ ferragem/ queda de cabo); vegetação, queima de mato, queima de cana.

Normalmente o evento de desligamento por fogo é transitório. Justamente por isso é comum várias entradas no banco de dados com poucas horas ou minutos de diferença devido a ocorrência de sequências de desligamentos num mesmo dia, pois a causa, seja fogo na vegetação, seja fogo na lavoura de cana-de-açúcar, permanece por várias horas.

As linhas de transmissão são nomeadas da seguinte maneira:

LT	230 kV	Presidente Dutra	Teresina II	C1
Linha de transmissão	Tensão nominal	Nome da Subestação de Saída	Nome da Subestação de Chegada	Número do circuito.

No banco de dados utilizado neste trabalho não foram usados os nomes completos das linhas, foram adotadas as abreviaturas compostas de siglas de três letras para cada subestação, de saída e de chegada e o número da estrutura, composto de km + número da torre dentro daquele quilometro: PDDTSD 322-1. Dependendo do projeto, pode haver uma ou mais de uma estrutura dentro do mesmo quilômetro, por exemplo, 12-1;12-2 e 12-3. Não é comum para linhas de transmissão a existência de mais de três estruturas dentro do mesmo quilômetro de LT.

Abaixo um exemplo de registro de desligamento transitório por queima em cana. Devido a situação de paralelismo, o mesmo foco de fogo gerou mais de um evento no banco de dados.

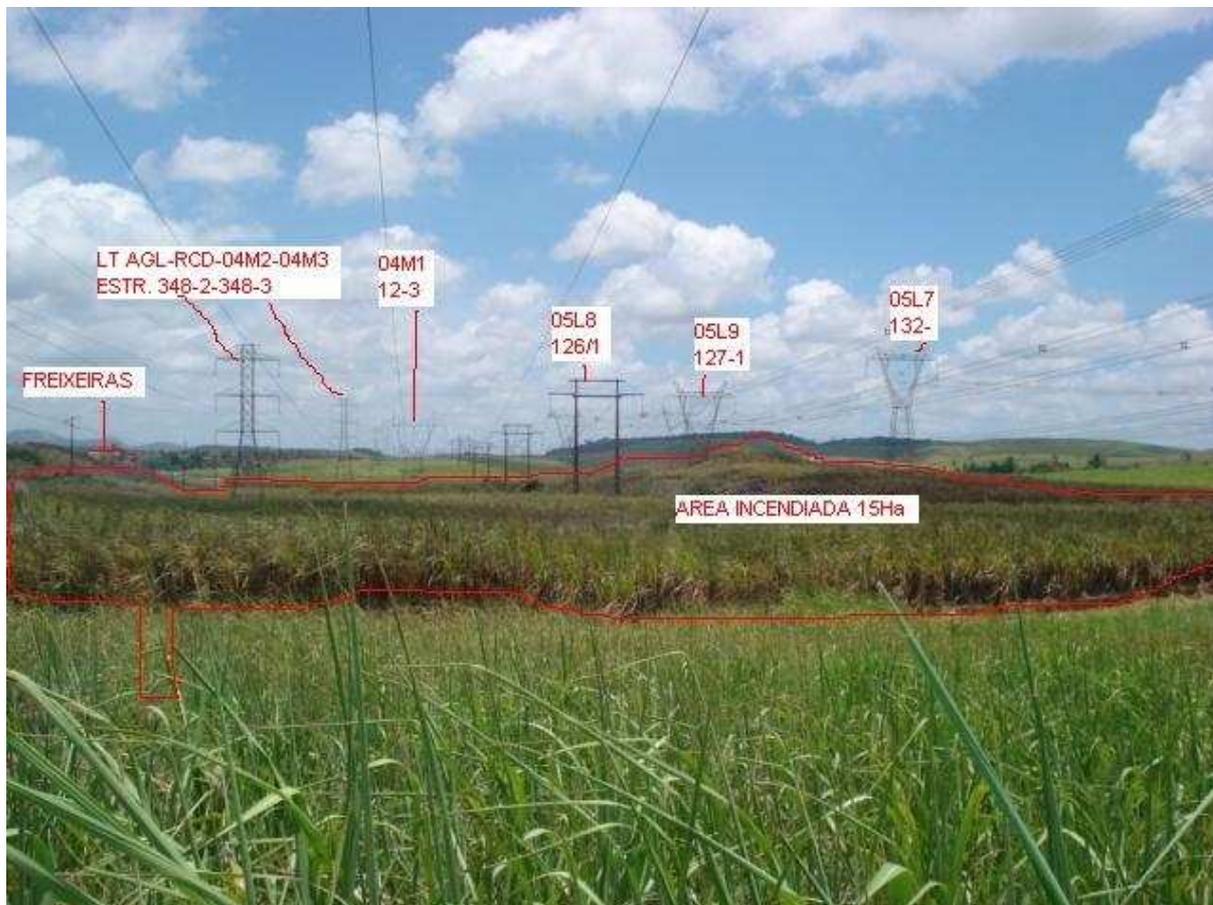


Figura 6 - Registro SLLR 2009_66 - Desligamento transitório ocorrido na LT Ribeirão – Recife II, vão de frente da estrutura 12/2.

Fonte: Sistema Integrado de Gestão de Ativos – SIGA - Chesf

Foi realizada filtragem para apenas essas duas últimas causas: Queima de Cana e Queima de Mato.

Queima de Mato inclui tanto incêndios florestais quanto queima como forma de manejo agropecuário ou queima de lixo, por exemplo. Na coluna “descrição” o fato é pormenorizado, ficando a critério do informante o nível de detalhamento.

4.3. Procedimentos de Limpeza de Informação:

A informação sobre desligamento de linha de transmissão por queima da vegetação atualmente encontra-se inserida no Sistema de Gestão de Ativos – SIGA. Esse sistema tem um objetivo mais amplo e aborda vários aspectos da operação e manutenção do Sistema de Transmissão gerenciado pela Chesf. A retirada da informação desse banco de dados maior foi feita de forma manual e se orientou, sempre que pode, pela metodologia proposta por De Amo (2004). Então, no processo de tratar as informações da Chesf sobre desligamento de LT por queimada para utilização neste trabalho, foram realizados os seguintes procedimentos:

- **Um desligamento relacionado ao fogo em mais de uma estrutura** - Tratamento utilizado: cada estrutura dentro da área de fogo foi inserida como uma tupla. Mesmo que o registro tenha sido feito pela Operação como apenas uma ocorrência, pois houve só um desligamento, para este trabalho foi considerado como tantas entradas quanto foram as estruturas atingidas pela queimada. Assim, diante da impossibilidade de determinar a poligonal da área atingida pelo incêndio, a sequência de pontos representando as estruturas inseridas na área dará idéia da dimensão da área atingida.
- A mesma queimada provocando uma sequência de desligamentos de LT. Tratamento: Nesses casos os eventos se repetem em espaço de tempo em torno de uma hora, todos no mesmo dia. Visualmente haverá uma sobreposição de pontos e na tabela de atributos será registrado como um ou mais eventos, quando, o que se quer é saber se aquele foco de calor registrado pelo satélite foi capaz de provocar desligamento de LT. Assim as sequências de desligamento foram consideradas um só evento.
- Código da LT sem padrão – Tratamento utilizado: apenas um espaço entre o número do circuito e as siglas das subestações, fazia essas duas entradas serem consideradas entradas diferentes. Como o nome da LT faz parte do nome da estrutura, essa coluna foi excluída.

- **Estruturas sem coordenadas** – Tratamento: foram coletados os nomes e coordenadas das estruturas de outro arquivo. A junção manual das duas planilhas – a de ocorrência de desligamento e de coordenadas de estruturas gerou a planilha de desligamentos por fogo, utilizada neste trabalho.
- **Ocorrências fora do Nordeste** – do shapfile do INPE foi feito o recorte pelo atributo Região “NE”. Algumas ocorrências se deram no Estado do Maranhão. O Estado do Maranhão foi inserido no ‘shapefile’.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho foram realizados os seguintes encaminhamentos, sugeridos por De Amo,2004:

1. **Limpeza dos dados:** No banco de dados Chesf foram encontradas entradas de informações com padrões distintos e informações incompletas para o geoprocessamento. Na situação na qual era possível se recuperar a informação, isso foi feito. Quando não, a informação era retirada.
2. **Integração dos dados:** as planilhas da Chesf foram unificadas, assim como os 'shapefile' do INPE. Os sistemas de coordenadas foram unificados;
3. **Seleção:** algumas colunas da planilha da Chesf foram dispensadas, por conter informação redundante ou não relacionada ao tema em estudo;
4. **Transformação dos dados:** foram realizadas operações de geoprocessamento com base nas planilhas do INPE e da Chesf.
5. **Mineração de dados:** foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento do ArcMap™ e o software RapidMiner.
6. **Avaliação ou pós-processamento:** o resultado do trabalho está apresentado no item Resultados e Discussão.
7. **Visualização dos resultados:** o resultado do trabalho está apresentado no item Resultados e Discussão.

Para processamento das informações foram usadas ferramentas de geoprocessamento do ArcMap™10.0 e planilhas Microsoft Excel 2007.

Nos 'shapefile' do INPE as datas estão no formato aaaammdd e tipo 'longinteger' e não 'date'. A coluna de data foi retirada, editada para o formato dd/mm/aaaa e reintroduzida.

O shapefile dos desligamentos de LT da Chesf foi criado a partir de uma planilha Excel. As coordenadas estavam no Sistema WGS84. Foi necessário mudar para compatibilizar com os shapefile do INPE que estão no Sistema SAD 69.

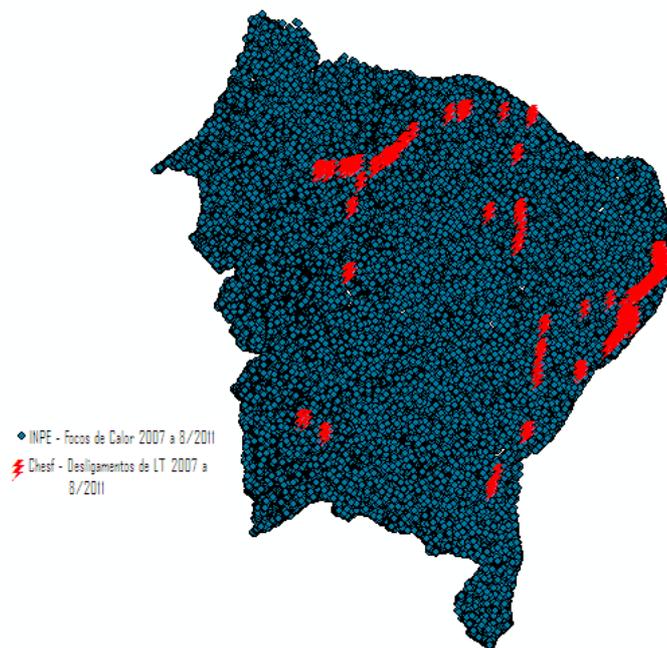


Figura 7 – Plotagem dos focos de calor do INPE e dos desligamento de LT da Chesf, no período de 2007 a 8/2011.

O satélite que foi capaz de identificar focos de calor próximo a desligamentos de LT:

- No Maranhão e Ceará foi o NOAA-15.
- No Piauí foram, predominantemente, o Aqua M e o Aqua MT, com menor ocorrência do Terra M e Terra M-T e apenas um caso do GOES.
- Na Bahia houve apenas uma ocorrência, identificada pelo satélite GOES.
- Em Alagoas dos dois eventos, um foi identificado pelos satélites Aqua M e Aqua M-M e o outro pelo Satélite GOES.
- Não houve evento de desligamento de LT coincidente com foco de calor identificado pelo INPE nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe.

O evento de desligamento transitório, ocorrido no dia cinco de setembro de 2008, atingiu a LT 230 kV São João do Piauí - Eliseu Martins, estruturas 149/1,148/1;148/2;149/2;149/3;150/1, Município Canto do Buriti/PI, e foi detectada pelos satélites TERRA-M; TERRA_M-M;

AQUA-T e AQUA_M-T. Devido a repetição (estruturas x satélites), este evento teve 26 entradas no 'shapfile' de seleção espaço tempo.

O desligamento transitório ocorrido na LT 500 kV Presidente Dutra - Teresina II, localizado nas estruturas 131/1; 132/1; 132/2; 133/1; 136/1; 137/2; 138/1, foi registrado apenas pelo NOAA-15.

O evento de desligamento do dia 9/10/2009, ocorrido na LT 230 kV Bom Nome Milagres, estruturas 79/1;77/4;78/1;78/278/3, no Município de Milagres/CE, em uma área considerada pelo INPE como "Não Florestada", foi registrado pelo serviço mantenedor como "queima de mato". O foco de calor associado a esse evento foi registrado apenas pelo satélite Aqua_M-T.

Em 24/9/2010 houve um foco de calor em Teresina/PI que foi associado a um desligamento na LT Presidente Dutra / Teresina II, nas estruturas 202/2; 203/2; 203/1 e que foi detectado pelos satélites Terra-T, Terra_M-T e Aqua_M-T.

Eventos de queima de cana foram registradas em Alagoas e Pernambuco pelos satélites Aqua-M, Aqua_M-M, Goes-10, Aqua_M-T, em regiões consideradas pelo INPE como de suscetibilidade à queimada "BAIXA".

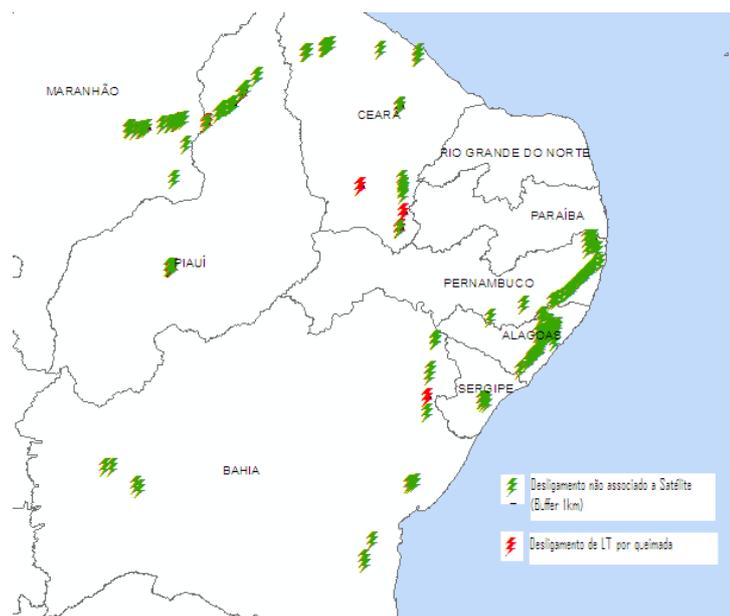


Figura 8 - Eventos de desligamentos de LT.

O INPE trabalha com a estimativa de 80% das queimadas estarem dentro do perímetro de um quilômetro do registro de foco de calor. Dos 450 eventos de desligamentos de LT, com registro georreferenciado, ocorridos entre 1/1/2007 e 21/8/2012, 370 não coincidiram com um buffer de 1 quilômetro em torno dos focos de calor identificados, no mesmo dia, por qualquer satélite com o qual o INPE trabalha. Foram 150 registros de queima de cana e 220 registros de “Queima de Mato”.

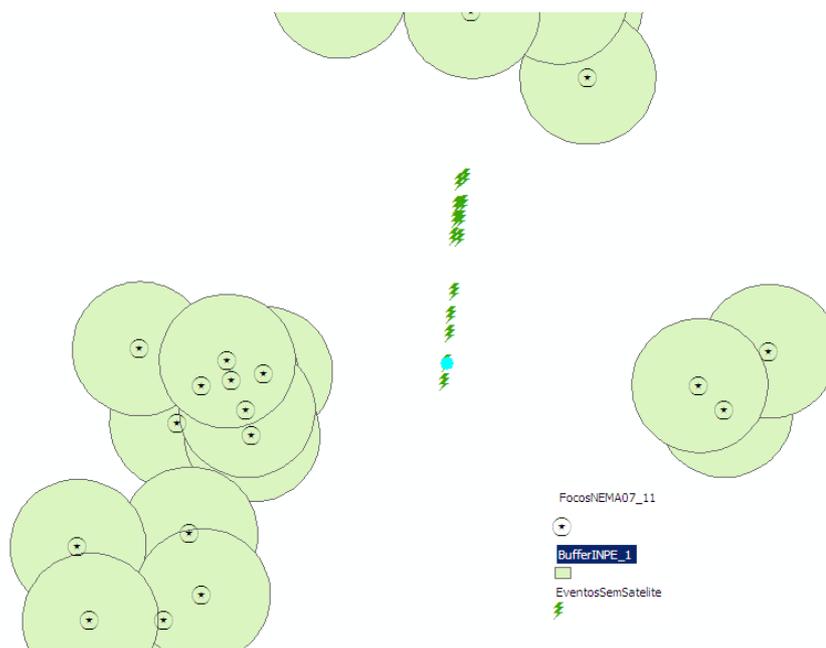


Figura 9 – Detalhe da plotagem – buffer de 1 km.

Para um buffer de três quilômetros, dos 450 eventos, ficam de fora 309 ocorrências.

6. CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TEMAS PARA DESENVOLVIMENTO

Estado	Ocorrências			
	Focos de Calor no NE e MA (2007- 8/2011) INPE	Intersecções		Amostra Desligamentos em LT (2007-8/2011) Chesf
		Entorno 1km	Entorno 3km	
Alagoas	14.855	5	16	63
Bahia	313.182	1	19	30
Ceará	72.603	32	102	93
Maranhão	388.545	17	127	36
Paraíba	14.093	0	0	96
Pernambuco	24.890	9	9	125
Piauí	209.299	49	194	5
R.G. do Norte	7.139	0	0	0
Sergipe	3.969	0	0	0
Total	1.048.575	113	467	448

Tabela 1 – Ocorrências por Estado

Dois pontos da amostra de 450 ocorrências de desligamento de LT foram perdidos por erro na inserção manual de coordenadas, indicando que a geração das planilhas de dados da Chesf deve ser mais automatizada, como forma de diminuição de erro.

Diante da magnitude das informações de foco de calor fornecidas pelo INPE, o número de ocorrências de intersecções com as informações de ocorrência de desligamento de LT é muito baixo, lançando dúvidas sobre a viabilidade do uso do monitoramento de satélite como fonte de obtenção de informações de ocorrências para o Plano de Prevenção de Incêndios Florestais da Chesf. Aparentemente, a quantidade de calor e a abrangência da queimada que é capaz de provocar um ou uma sequência de desligamentos em uma LT da Chesf, não é perceptível pelos sensores dos satélites. Por outro lado, vários focos de calor detectados pelos sensores de satélite na região das linhas de transmissão não provocaram desligamento de LT, atribui-se isso às atividades de manutenção e proteção empreendidas pela Chesf.

Foram selecionadas 450 ocorrências de desligamento de LT, as quais forneciam informações que permitiam o georreferenciamento. Em um acompanhamento em tempo real, para

validação das informações em campo, é possível que se verifique que os satélites informam focos de calor de interesse em uma área mais distante que o buffer de 3 quilômetros ou em um dia anterior ao evento de desligamento de LT.

A Análise de Agrupamento e Árvore de Decisão realizadas com os dados deste trabalho utilizando o software RapidMiner não originaram informação nova, por isso não constaram deste trabalho. Seria interessante novas tentativas usando-se parâmetros diferentes e/ou novas entradas de informações pertinentes à ações de um Plano de Controle de Queimada, como, por exemplo, o mapeamento agroecológico da EMBRAPA, proximidade de aglomerados urbanos, índices de desenvolvimento humano - IDH – dos municípios, proximidade de escolas agrotécnicas ou Universidades ou Centros de Pesquisa Agropecuária.

7. REFERÊNCIAS

ANDREOLI, E. *Materiais Isolantes. Capítulo de Materiais Elétricos: Compênio de Trabalhos*. Organização: Nora Diaz Mora. Foz do Iguaçu, 2010. In <http://www.foz.unioeste.br/~lamat/downcompendio/compendiov1.pdf> visto em 6/9/2011.

ANTUNES, F.C.C.de., Sistema de monitoramento de focos de calor nas proximidades de linhas de transmissão de energia. UNIMONTES CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS - CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO MONTES CLAROS - MG Julho de 2006. In <http://www.ccet.unimontes.br/arquivos/monografias/238.pdf> acessado na internet em 01/08/2011.

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

BATISTA, A.C., *Incêndios Florestais*. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1990.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A. M.; MEDEIROS, J. M.. Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2004. In <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap2-conceitos.pdf> in 29/9/2011. acessado na internet em 29/09/2011.

Chesf, Manual de Análise de Eventos em Linhas de Transmissão EquipMaint-i – SIGA Versão 2009.0

CORREIA, A.H., PIROMAL, R. A. S., QUEIROZ, G.R.DE, SOUZA, R.C.M. de, *Modelagem de um banco de dados espaço-temporal para desmatamentos e queimadas- Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2619-2627. acessado na internet em 6/9/2011.*

CUNHA, L.V. *Desempenho de linhas de transmissão frente a descargas atmosféricas: influência do efeito corona na ruptura a meio de vão*. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG Belo Horizonte. 2010.

De AMO, S. Técnica de Mineração de Dados. In: XXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Jornada de Atualização em Informática, Salvador, 2004.

EMBRAPA Monitoramento por Satélite. 2010 in <http://www.queimadas.cnpm.embrapa.br/> visto em 6/9/2011.

EMBRAPA. Queimadas na Amazonia Brasileira no ano de 2005 - Comunicado 18 Técnico. MIRANDA, E.E., MORAES, A.V.C., OSHIRO, O. T. - Embrapa Monitoramento por Satélite. ISSN 1415-2118 Abril, 2006. In http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/material3os/embrapa_comunicatecnico_am2005.pdf . visto em 1/8/2011.

Esri® [http:// help.arcgis.com/ en/arcgisdesktop/ 10.0/help/index.html #/ Geoprocessing _Computing_with_geographic_data/00v200000004000000/](http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/Geoprocessing_Computing_with_geographic_data/00v200000004000000/) in 29/9/2011.

FAO. *Acta de La Reunión Regional de Fra2010 Para Los Corresponsales Nacionales de Habla Hispana de Américalatina Y El Caribe*. Brasília, 28-30 de octubre 2008. In [ftp://ftp.fao.org/ docrep/fao/012/ak590f/ak590f00.pdf](ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak590f/ak590f00.pdf) visto em 12/9/2011

FAO. *XI Congreso Forestal Mundial*. MOL, T., KUÇÜKOSMANOĞLU, A. BILGILI, E. 1997. Antalya, Turquía. Vol.1, TEMA 6 - Los Incendios Forestales En El Medio Ambiente Global Y El Cambio de Actitudes Frente Al Fuego in <http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/PUBLI/V1/T6S/2-3.HTM> visto em 6/9/2011.

FAYYAD, U., PIATETSKY-SHAPIO, G. SMYTH, P. *From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases*. Articles. American Association for Artificial Intelligence. 0738-4602-1996.

FONSECA, E. M. B., OLIVEIRA, D. B. F., REZENDE, A. P. S., “*Controle de queimadas sob linhas de transmissão, subtransmissão e distribuição de energia*”, Revista Ação Ambiental, Ano II, nº 12, pp 22-27, Universidade Federal de Viçosa, Jun. 2000.

FREITAS, E. V. *Queimadas no Brasil: causa real nas rodovias*. 2010. 25 Folhas. Pesquisa Voluntária. Itabira. 2010 in [http://sigma.cptec.inpe.br/ queimadas /material3os/ queimadas _ed_viana.pdf](http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/material3os/queimadas_ed_viana.pdf) acessado na internet 25/9/2011.

GUEDES, Roni Valter de Souza, Francisco José Lopes de LIMA, AMANAJÁS, J.C., BRAGA. C.C, *Análise em componentes principais da precipitação pluvial no Estado do Piauí e agrupamento pelo método de Ward* - Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 27, n. 1, jan/mar. 2010. In [http://www.ufpe.br/ revistageografia/ index.php/revista/ article/ viewArticle/237](http://www.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewArticle/237) acessado na internet em 6/9/2011.

GUIDINI, M.P., Vasconcelos, M.A.C. de, *Aplicação de Data Mining em Grandes Bases de Dados e gráficos através do uso da Biblioteca TerraLib* - Instituto Tecnológico de Aeronáutica – Centro Técnico Aeroespacial – (ANO???) . acessado na internet em 6/9/2011.

HAND, D., MANNILA, H., SMYTH, P. *Principles of Data Mining*. ISBN: 026208290x The MIT Press © 2001

http://fisica.ufpr.br/viana/fisicab/aulas2/a_11.htm visitado em 25/09/2011.

INPE. Manuais. Tutorias de Geoprocessamento. In [http://www.dpi.inpe.br/ spring/ portugues/ tutorial/ analise.html](http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/analise.html) - Copyright © 1991-2006 SPRING - DPI/INPE acessado na internet em 29/09/2011.

INPE. *Monitoramento de Queimadas em Tempo Quase-Real do INPE. Perguntas frequentes.* In <http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/perguntas.html>. INPE. 2007. acessado na internet em 6/7/2011.

K.F.PORTELLA, PIAZZA,F., INONE P.C., RIBEIRO JR.S., *Efeitos da poluição atmosférica (litorânea e industrial) em isoladores da rede elétrica da região metropolitana de Salvador.* Salvador – BA, Brasil - Quim. Nova, Vol. 31, No. 2, 340-348, 2008. In [http:// www.scielo.br/pdf/qn/ v31n2/ a29v31n2.pdf](http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n2/a29v31n2.pdf) acessado na internet em 07/09/2011.

MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C. *Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade.* Ciência Florestal, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 157-168, 2004.

MEDEIROS, M.B. de, Fiedler, N.C. *Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade.* Ciência Florestal, v. 14, n. 2, 2004. acessado na internet em 6/9/2011.

ROTHMAN, H.K. *I'll never fight fire with my bare hands again: recollections of the first forest rangers of the Inland Northwest.* University Press of Kansas. 1994

SANTOS, N. T., SANTOS, F. C., ROCHA, B. R. P. Rocha, ALMEIDA, A. C. *Alocação Ótima de Pára-Raios em Áreas Agrícolas Utilizando Análise Fuzzy de Agrupamentos* Simpósio Brasileiros de Sistemas Elétricos, Belém – Para. 2010. In [http://www.labplan.ufsc.br/congressos/ III%20SBSE%20-%202010/PDF/SBSE2010-0239.PDF](http://www.labplan.ufsc.br/congressos/III%20SBSE%20-%202010/PDF/SBSE2010-0239.PDF) acessado na internet 20/04/2011.