



**XXIII SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GOP/08
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO – IX

GRUPO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO E SISTEMAS ELÉTRICOS - GOP

EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE DETECÇÃO DE QUEIMADAS E DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DO ONS

Daniela Santana Isaías
ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

Marcelo Cascardo Cardoso
ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

Romeu de Freitas Bastos Netto
ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar as evoluções nos Sistemas GIS no ONS, necessárias diante dos altos índices de desligamentos no sistema elétrico causados por queimadas e raios incidentes em linhas de transmissão. Os usos dessas ferramentas são de grande importância para a segurança do sistema elétrico, pois os alertas indicados pelos sistemas visam reduzir o impacto de desligamentos de linhas através de reprogramação antecipadas dos fluxos de energia. Além disso, geram informações complementares na composição de relatórios de análise de ocorrências, permitindo a comprovação das causas através de indícios de eventos de queimadas e descargas atmosféricas apresentados pelo sistema. Sob o ponto de vista de projeto, também pode auxiliar no redimensionamento de parâmetros de projetos de linhas e torres de transmissão, em função de estatísticas de eventos apuradas de acordo com a região geográfica.

PALAVRAS-CHAVE

Descargas Atmosféricas, Queimadas, Informações Georreferenciadas, Redes Neurais, Informações Meteorológicas, GIS, SIG, Sistema de Informações Geográficas.

1.0 - INTRODUÇÃO

Os altos índices de desligamentos no sistema elétrico por descargas atmosféricas e queimadas podem levar o sistema elétrico ao colapso. Durante o ano de 2014, foram constatados que 17% das perturbações na rede básica foram causadas por descargas atmosféricas e 8,5% por queimadas. Entre os anos de 2010 a 2014 a média de perturbações na rede básica por descargas atmosféricas foi de 19,1% e por queimadas 8,4% (Fonte: ONS/SIPER – Sistema Integrado de Perturbações).

A importância social, econômica e política, cada vez mais crescente da energia elétrica, fazem com que o planejamento da operação do sistema elétrico seja cada dia mais criterioso, bem como a própria operação que, dotada também de recursos tecnológicos compatíveis com a exigência da qualidade que se quer obter, possibilita maior precisão a cada dia.

Entre os recursos de apoio para operação em tempo real estão os Sistemas de Detecção de Descargas Atmosféricas, Queimadas e Informações Meteorológicas. As evoluções nesses sistemas são essenciais para aumentar a confiabilidade das informações.

2.0 - O SISTEMA GIS

O Sistema GIS no ONS foi concebido com o objetivo de aumentar a segurança do sistema elétrico através de ações operativas no sentido de diminuir o impacto de possíveis desligamentos de linhas de transmissão por descargas atmosféricas e queimadas através de reprogramações antecipadas. As informações de temperatura e conforto térmico possibilitam ações operativas em tempo real como reprogramações de intercâmbio e geração. Outro objetivo do sistema é permitir estatísticas mais confiáveis de desligamentos, possibilitando medidas corretivas quando estes valores estiverem fora dos valores definidos nos Procedimentos de Rede. Adicionalmente, é possível redimensionar parâmetros de projetos de linhas e torres de transmissão, em função de estatísticas apuradas de acordo com a região geográfica.

3.0 - DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA GIS NO ONS

Os Sistemas de Detecção de Descargas Atmosféricas, Queimadas e Informações Meteorológicas sofreram significativas evoluções, que trouxeram robustez e aumento da confiabilidade nas informações produzidas, se consolidando uma importante ferramenta de apoio a operação em tempo real e análise de ocorrências, permitindo estatísticas mais confiáveis dos desligamentos das linhas. A combinação das evoluções na disponibilidade das informações e ferramentas importantes implementadas no sistema foram essenciais para atender as crescentes necessidades do ONS na operação do Sistema Interligado Nacional (SIN). Dentre estas evoluções podemos destacar:

3.1 - INCLUSÃO DA CAMADA GOOGLE MAPS

A inclusão da camada Google Maps permitiu o uso de imagens de satélites, detalhando a visualização através de registros fotográficos de um local específico. Esse novo recurso permite o usuário uma visualização geográfica das linhas de transmissão, subestações e usinas.

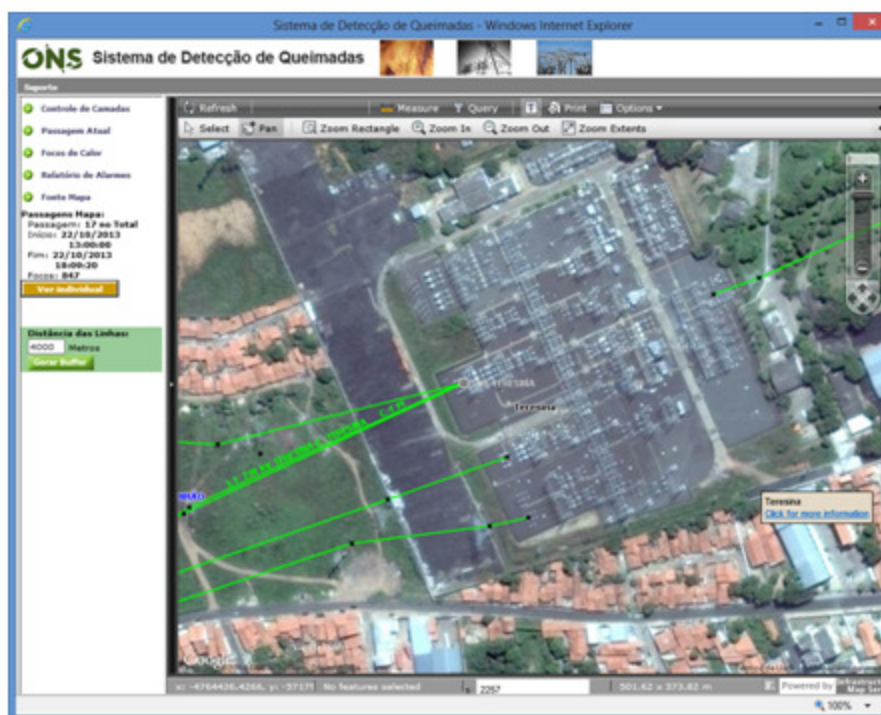


FIGURA 1 – Camada Google Maps

3.2 – UTILIZAÇÃO DE BANCO DE DADOS ESPACIAL

Uma das grandes evoluções foi a utilização de um banco de dados PostgreSQL com a extensão espacial Postgis, permitindo execução de funções geométricas, tais como permitir o cálculo de distância, perímetro, área, interseções, etc. Com essa evolução, se tornou possível aferir distâncias, tal como entre o foco de queimada ou uma descarga atmosférica a uma linha de transmissão.

Exemplo:

Comprimento da linha LT 500 kV EMBORCACAO/SAO GOTARDO 2 C1

```
SELECT nomelongo, ST_Length(ST_Transform(linha_ltr,2163)) FROM vwm_ltr where eqp_id='MGEMBO5SGOT1';
```

Comprimento da Linha = 242,2 km

3.3 - INCORPORAÇÃO DA REDE BRASILDAT

Foi incorporado ao Sistema de Detecção de Descargas Atmosféricas informações da rede de detecção de descargas BRASILDAT, além da já existente RINDAT. Essa incorporação tem como objetivo ampliar a eficiência na detecção de raios para as regiões Norte e Nordeste.

3.4 - NOVOS CRITÉRIOS DE ALARMES

A geração de alarmes de descargas atmosféricas e queimadas sofreu significativas melhorias, aumentando a confiabilidade na indicação da existência desses eventos muito próximos às linhas de transmissão. Além dessas importantes indicações, os critérios de alarmes passaram a considerar a sazonalidade e região de ocorrência do evento, respeitando as características regionais do território brasileiro.

Os alarmes de descargas atmosféricas passaram a informar a distância do centroide de uma concentração de descargas (cluster) à linha de transmissão e às subestações que interligam a linha.

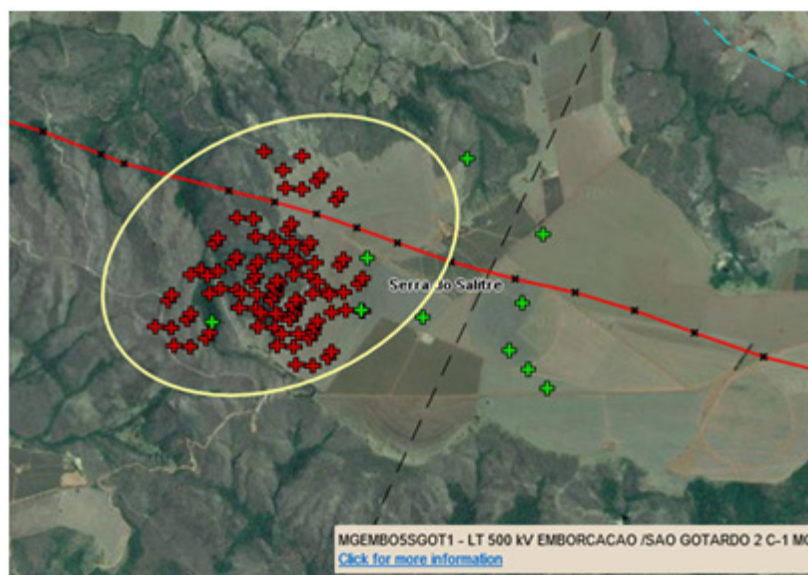


FIGURA 2 – Agrupamento (cluster) de descargas atmosféricas

Foram definidos níveis de severidade para os alarmes de descargas atmosféricas, baseados nos diferentes tipos de descargas atmosféricas. As redes de detecção de descargas atmosféricas identificam descargas tipo nuvem-nuvem e nuvem-terra, as quais possuem conceitos diferentes entre si. As descargas nuvem-nuvem podem fornecer indicativos importantes sobre a aproximação de tempo severo, permitindo ações preventivas pelo tempo real, sendo definido como critério para alarme de advertência.

Exemplo:

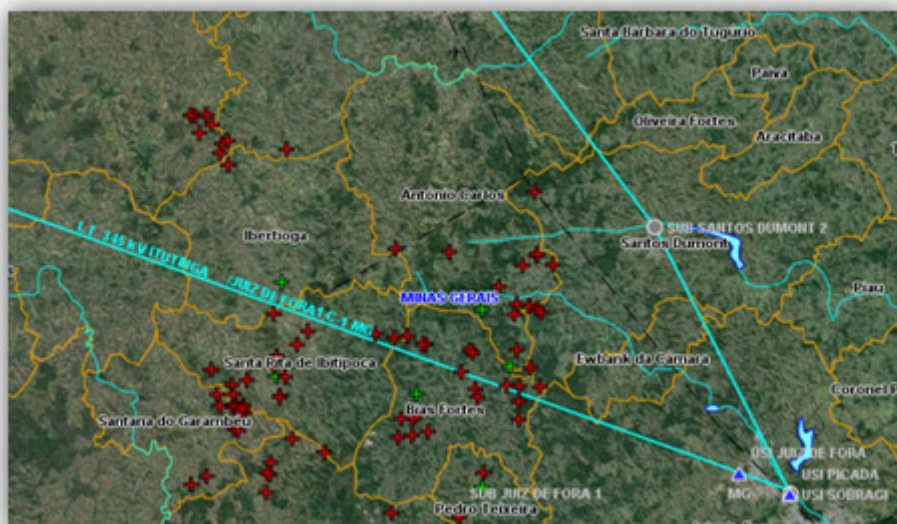
Alarme de Advertência

Concentração de descargas próximas a LT 500 kV Araraquara/ Poços de Caldas C1

Município São Sebastião da Grama/SP
Concentração = 211 descargas
Distâncias do centroide:
LT = 6,2 km
SE Poços de Caldas = 25,7 km
SE Araraquara = 172,4 km

Exemplo:

Concentração de descargas próximas a LT 345 kV Itutinga/ Juiz de Fora C1



Município Santa Rita de Ibitipoca/MG
Concentração = 88 descargas

Distâncias do centróide:

LT = 2,7 km

SE Juiz de Fora = 47,5 km

SE Itutinga = 83,7 km

Os alarmes de queimadas também passaram a informar a distância do foco de queimada à linha de transmissão e às subestações que interligam a linha, indicando também o município afetado.



FIGURA 5 – Foco de calor próximo a linha de transmissão

A busca de evoluções no critério de geração de alarmes é importante para fornecer indicações de eventos potenciais para o desligamento de linhas de transmissão, fornecendo um apoio decisivo na operação em tempo real.

3.5 - INCORPORAÇÕES DE NOVOS SATÉLITES AMPLIANDO AS INFORMAÇÕES DE QUEIMADAS

Em relação ao Sistema de Detecção de Queimadas, desde sua implantação em 2000, vem sendo incorporados progressivos aumentos de informações de novos satélites. Assim, o sistema iniciou sua implantação recebendo diariamente 8 arquivos de focos de calor e atualmente recebe aproximadamente 120 arquivos. Além desse real aumento de informações utilizadas no sistema, satélites com resoluções mais apuradas permitem informações cada vez mais precisas de focos de queimadas. Todas essas melhorias objetivam a observação em tempo “quase real”, indicando a existência de queimadas cada vez mais antecipadamente e permitindo ações imediatas.

3.6 - REGIAO IMAGIADA PELOS SATÉLITES

Os satélites orbitais podem identificar focos de calor na região de visualização ao longo de sua passagem. Dessa forma, o sistema passou a representar a região imagiada por esses satélites, possibilitando o conhecimento da real cobertura de uma passagem no território brasileiro.

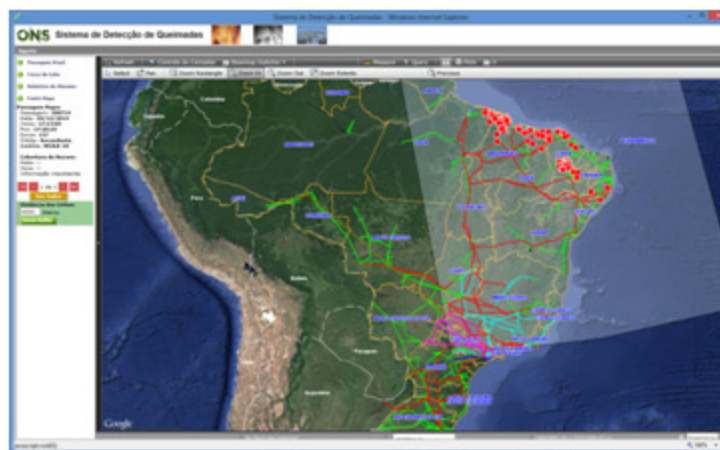


FIGURA 6 – Região Imagiada dos Satélites

3.7 - IMAGEM DE COBERTURA DE NUVENS

As imagens de cobertura de nuvens são importantes para complementar informações sobre condições do tempo, agregadas a descargas atmosféricas. Também evidenciam regiões que não podem ser mapeadas pelas imagens dos satélites por não serem observadas pela sobreposição de nuvens.



FIGURA 7 – Cobertura de Nuvens

3.8 - RISCO DE FOGO

O Sistema de Detecção de Queimadas informa a previsão diária de risco de fogo para qualquer local do mapa, considerando condições ambientais, tais como vegetação, umidade, histórico de focos de queimadas e compõe o potencial de ocorrer queimadas em uma determinada região. O risco de fogo é classificado em níveis mínimo, baixo, médio, alto ou crítico. Adicionalmente, são apresentadas as informações sobre precipitação, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento.

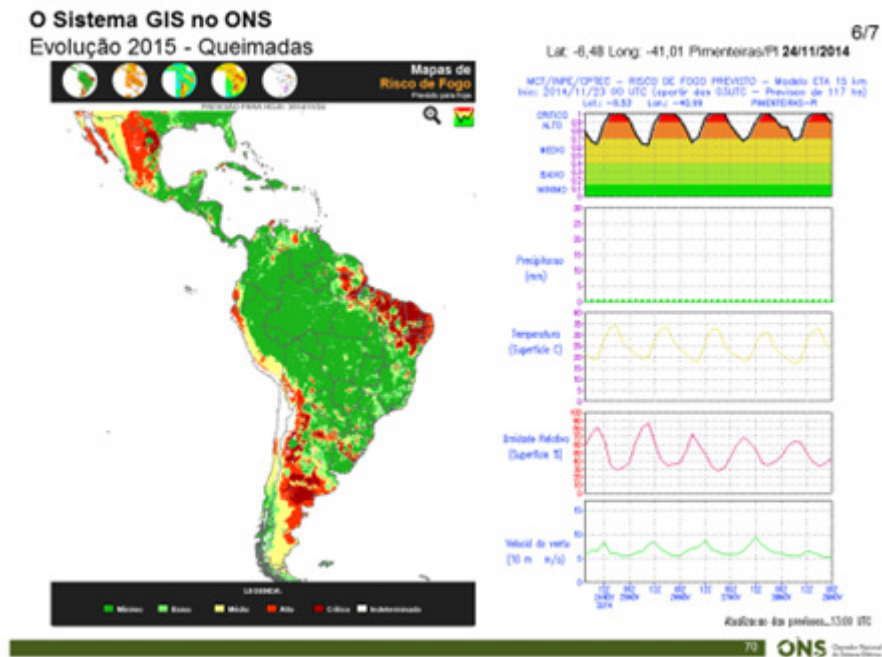


FIGURA 8 – Mapa de risco de fogo

3.9 - INTEGRAÇÃO DO SISTEMA GIS AO SSC REGER

O Sistema GIS foi integrado ao REGER (Rede de Gerenciamento de Energia), possibilitando a *troca de informações em tempo real com o SSC* - Sistema de Supervisão e Controle (intercâmbio, carga, geração, alarmes, estado dos equipamentos).

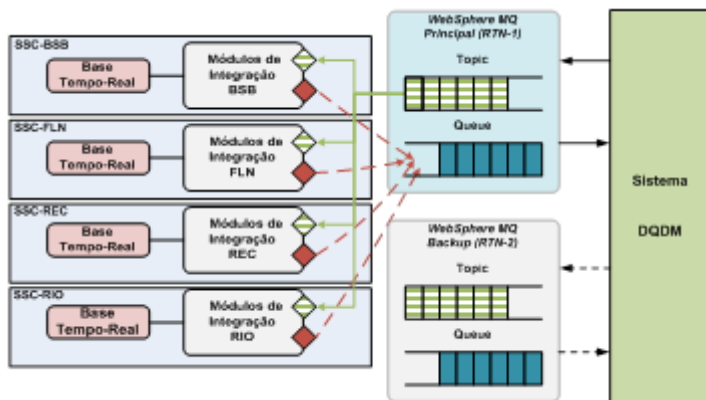


FIGURA 9 – Arquitetura de integração GIS ao REGER

Essa integração permite o tempo real visualizar no próprio sistema de supervisão as indicações da existência de alarmes referentes a descargas atmosféricas, queimadas e rajadas de vento.

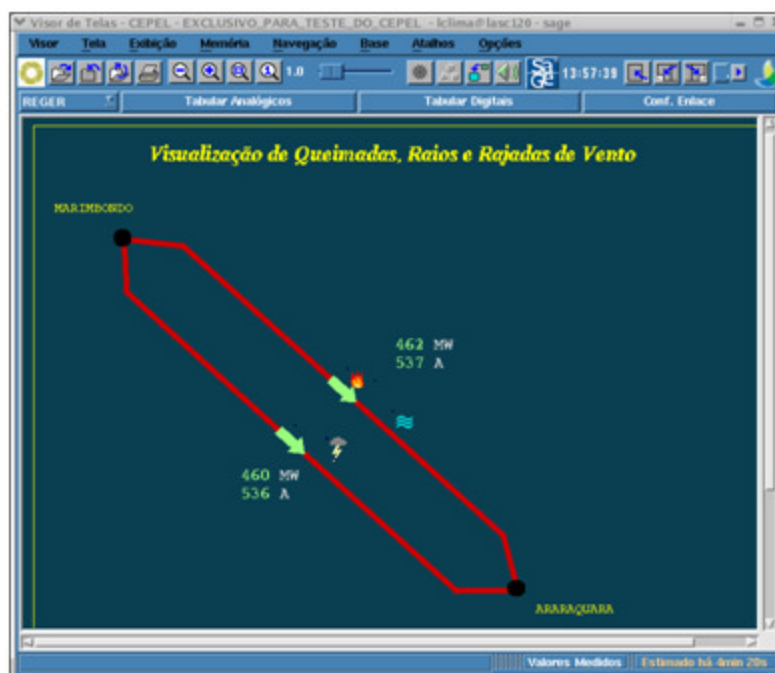


FIGURA 10 – Visualização de Queimadas, Raios e Rajadas de Vento no Reger

4.0 - EVOLUÇÕES DO SISTEMA GIS NO ONS – 2015

Os alarmes de descargas atmosféricas serão aprimorados com o uso de Sistemas Inteligentes (Redes Neurais) para a identificação das concentrações (clusters) de descargas atmosféricas. Os dados de descargas atmosféricas ou simplesmente raios, são fenômenos eletromagnéticos de natureza absolutamente imprevisível e aleatória, que ocorrem em grandes proporções. Na clusterização de dados de natureza aleatória, os clusters não são conhecidos a priori. A ocorrência de grupos de formas arbitrárias é possível e sua detecção correta é importante para organização e análise desses dados. As técnicas de agrupamento (clustering) são amplamente aplicadas para exploração de semelhanças entre padrões e criação de agrupamentos em categorias ou grupos. Além da identificação de clusters de descargas utilizando técnicas eficientes, o sistema irá informar o risco de desligamento de linhas de transmissão, baseado no conhecimento prévio de ocorrências frequentes de desligamentos por descargas atmosféricas. Serão utilizados os dados de intensidade da corrente, polaridade, tipo de descarga (nuvem-nuvem ou nuvem-terra), localização e sazonalidade como variáveis de entrada da rede.

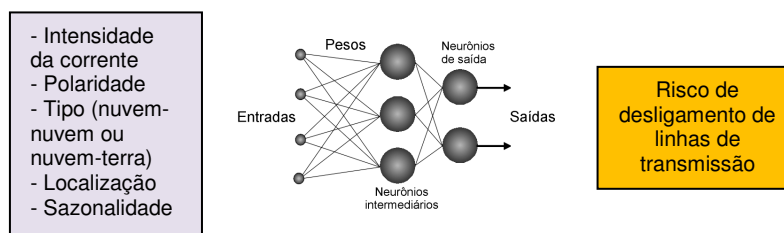


FIGURA 11 – Indicação de risco de desligamento de linhas de transmissão

O sistema informará a probabilidade de incidência de raios e o número de raios para a próxima hora, possibilitando ações operativas preventivas.



FIGURA 12 – Probabilidade de incidência de raios para a próxima hora



FIGURA 13 – Número esperado de raios para a próxima hora

Além da probabilidade de incidência de raios, o sistema irá também informar a previsão do risco de fogo para os próximos 2 dias, considerando condições ambientais, tais como vegetação, umidade, histórico de focos de queimadas para compor o potencial de ocorrer queimadas em uma determinada região. O risco de fogo é classificado em níveis mínimo, baixo, médio, alto ou crítico.

5.0 - CONCLUSÕES

A evolução na geração dos alarmes tornou o sistema mais eficiente, aliado a agregação de informações relevantes para tempo real no conteúdo dos alarmes. Todos os esforços foram empenhados em uma expressiva evolução na qualidade da informação disponível para o usuário, permitindo garantir maior confiabilidade nas ações preventivas para o tempo real. O Sistema GIS possui atualmente o georreferenciamento de 91% das linhas de transmissão, 96% das instalações e 94% das usinas.

O Sistema de Detecção de Descargas Atmosféricas, Queimadas e Informações Meteorológicas tratam de eventos de natureza absolutamente imprecisa e aleatória. As evoluções contínuas e significativas relacionadas a disponibilidades dos dados e volume de informações tornam o sistema mais robusto e eficiente para o usuário. Para tal, é importante a ampliação de novos sensores para detecção de descargas atmosféricas, disponibilização de novos satélites para identificação de focos de calor e instalação de estações meteorológicas.

Adicionalmente, novas funcionalidades e evoluções do sistema são essenciais para a identificação de riscos de desligamentos de linhas de transmissão e geração de alarmes preventivos com maior confiabilidade na operação do sistema elétrico interligado.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) JAIN, A. K., DUBES, R. C. Algorithms for Clustering Data. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1988.

(2) HAYKIN, S. Redes neurais: princípios e prática. 2.ed. Tradução de, Paulo Martins Engel. Porto Alegre: Bookman, 2001. 900 p., il. Obra originalmente publicada sob o título: Neural Networks: a comprehensive foundation, 2/E.

- (3) JAIN, A. K., Murty, M.N., Flynn, P.J. Data Clustering: a review. ACM Comp. Surv., v.31, n.3, p. 264-323, 1999.
- (4) KOHONEN, T. Self-organized formation of topologically correct feature maps. Biological Cybernetics, v.43, p.59-69, 1982.
- (5) A. SETZER ; SISMANOGLU, R. A. . Queimadas no Brasil. Climanálise (São José dos Campos), v. 24, p. 6, 2009.
- (6) SETZER, A. W. . Detecção de Queimadas No Inpe com o sensor Avhrr/Noaa. NOTÍCIAS SELPER., n.2, p. 2-4, 1994.
- (7) De Souza, P.A.L. ; SETZER, A. W. ; FREITAS, C.P. ; Maurano, L.E. ; Morelli, F. ; Sismanoglu, R. . Controle de Qualidade nas Detecções Orbitais de Queimadas. In: Controle de Qualidade nas Detecções Orbitais de Queimadas, 2010, Belém. XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010.
- (8) NACCARATO, K. ; PINTO JUNIOR, O. . Improvements in the detection efficiency model for the Brazilian lightning detection network (BrasilDat). Atmospheric Research (Print) **JCR**, v. 91, p. 546-563, 2009.
- (9) PINTO JUNIOR, O. ; PINTO, I. R. C. A. . Lightning: Principles in instruments and applications. Springer, 2009.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Marcelo Cascardo Cardoso – Graduado em Engenharia Elétrica – Ênfase Eletrônica pela UFRJ (1992); Pós Graduação em Engenharia de Sistemas de Computação pela UERJ (2004). MBA em Administração e Gerência – Aspectos do Setor Elétrico pelo IAG/PUC-RIO (2005) E atualmente Gerente da área de Infraestrutura e SSC do COSR-SE.

Endereço eletrônico: mcascardo@ons.org.br

Daniela Sant'Ana Isaias – Graduada em Engenharia Elétrica – Ênfase Sistemas de Potência pela UFF (1996); Mestrado em Sistemas de Potência COPPE/UFRJ (2001). E atualmente Engenheira de Sistemas de Potência Sênior na Gerência de Infraestrutura e SSC do COSR-SE.

Endereço eletrônico: daniela.santana@ons.org.br.

Romeu de Freitas Bastos Netto – Graduado em Matemática pela UFF (1997); Pós Graduação em Análise de Sistemas pela UNIVERCIDADE (2005). E atualmente Analista de Sistemas Sênior na Gerência de Infraestrutura e SSC do COSR-SE.

Endereço eletrônico: romeufbn@ons.org.br