



Grupo de Estudo de Linhas de Transmissão-GLT

DEFINIÇÃO DE ÁREA IDEAL DE MANUTENÇÃO EM FAIXA DE SERVIDÃO

ALESSANDRO CESAR DE SOUSA BERREDO(1); CARINA DE SOUSA RODRIGUES(2); ALEX DA SILVA SOUSA(2); LUCIANA SATIKO ARASATO(2); DANILO MORI PALOMO(2); ALBERTO RODRIGUES DE SOUSA(1); FÁBIO DA SILVA COUTINHO(1); TAESA(1); Geoambiente(2);

RESUMO

A ocorrência de queimadas representa estatisticamente uma das maiores ameaças de interrupção de fornecimento dos serviços, correspondendo a uma das principais causas de desligamento no Brasil. Por este motivo, uma parte considerável dos recursos de O&M e das ações de manutenção em linhas de transmissão estão relacionados à prevenção de queimadas e consequente mitigação desligamentos atribuídos a esse fenômeno, com o apontamento de áreas para a supressão de vegetação e em ações preventivas de campanhas socioambientais.

Outrossim, os métodos adotados pelas equipes de manutenção para o apontamento de vãos críticos e as técnicas de supressão e controle da vegetação local para a prevenção de incêndios sob as linhas, são pautadas pelo empirismo praticado pelos agentes.

Como base nisso foi desenvolvida uma metodologia de avaliação da vulnerabilidade, tendo como piloto a LT 500 kV Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí, levando em conta fatores construtivos e dos meios físico e biótico. Através dela foi possível estabelecer os vãos com maior risco de desligamento por queimada e uma definição espacializada das áreas ideais para a manutenção na faixa de servidão, com objetivo de minimizar o risco de desligamento.

A metodologia, que envolve modelos construtivos e de risco de fogo, foi posteriormente sistematizada em um plugin (atualmente em fase de desenvolvimento) para um sistema de informações geográficas de código aberto, que poderá ser utilizada pelos agentes de transmissão.

PALAVRAS-CHAVE

Supressão de Vegetação, Linhas de Transmissão, Manutenção, Queimadas, Faixa de Servidão



1.0 - INTRODUÇÃO

No Brasil, as queimadas e os incêndios florestais estão entre os principais problemas ambientais enfrentados atualmente. Em todo o território nacional, entre 1999 e 2015, foram registrados, em média, 171 mil focos de fogo ativo por ano, sendo os meses de Agosto a Novembro os mais críticos (8).

A incidência de queimadas e incêndios florestais tem efeitos prejudiciais ao ambiente, à sociedade e às atividades econômicas.

Quanto aos impactos das queimadas que repercutem nas atividades econômicas, destaca-se a destruição de áreas de agricultura e silvicultura, redução da fertilidade do solo e a danificação de máquinas, edificações e infraestrutura em geral. Ainda no contexto dos impactos sociais e econômicos das queimadas e incêndios florestais, no setor de transmissão de energia elétrica a ocorrência de fogo representa uma séria ameaça à garantia de manutenção/continuidade dos serviços, correspondendo à uma das principais causas de desligamento de linhas de transmissão no Brasil.

A preocupação com as queimadas e incêndios é ainda maior para as empresas transmissoras, cujas linhas de transmissão atravessam extensas áreas vegetadas, submetidas a regimes de chuvas irregulares e a longos períodos de estresse hídrico. Nestas condições o risco de desligamento decorrente de fogo, ou seja, a criticidade da LT, é maior, principalmente na estação seca.

O planejamento e execução de medidas de prevenção de queimadas e incêndios requerem o entendimento do comportamento espaço-temporal dos fatores naturais e antrópicos associados às ocorrências de fogo, bem como o conhecimento dos aspectos construtivos das LTs que podem lhe conferir maior ou menor vulnerabilidade a desligamentos decorrentes de eventos de fogo.

Outrossim, os métodos adotados pelas equipes de manutenção para o apontamento de vãos críticos e as técnicas de supressão e controle da vegetação local para a prevenção de incêndios sob as linhas, são pautadas pelo empirismo praticado pelos agentes e não conseguem passar aos órgãos ambientais a certeza de que as áreas selecionadas para a supressão são realmente necessárias.

O mapeamento e análise de risco de fogo baseado em Sensoriamento Remoto (SR) e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) configura-se como um importante instrumento de gestão e prevenção de queimadas e incêndios, pois permite a identificação e previsão dos padrões de distribuição espacial e temporal das áreas mais e menos críticas ao longo da faixa de servidão das LTs e seu entorno.

Este trabalho é parte dos resultados do Projeto de P&D desenvolvido junto ao Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica (regulado e financiado pela ANEEL) e intitulado "Estudo de Ações para Mitigação de Riscos de Desligamentos de Linhas de Transmissão por Queimadas e Avaliação de Métodos de Manutenção de Faixas de Servidão" (PD-2607-0044/2016).

2.0 - CONTEXTUALIZAÇÃO

Observando a extensão das queimadas no Brasil entre os anos de 2002 e 2018 (Tabela 1), percebe-se que mais de 50% da área atingida encontra-se no Cerrado, seguido de 26,3% na Amazônia e 13,1% na Caatinga (Figura 1) (8).

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

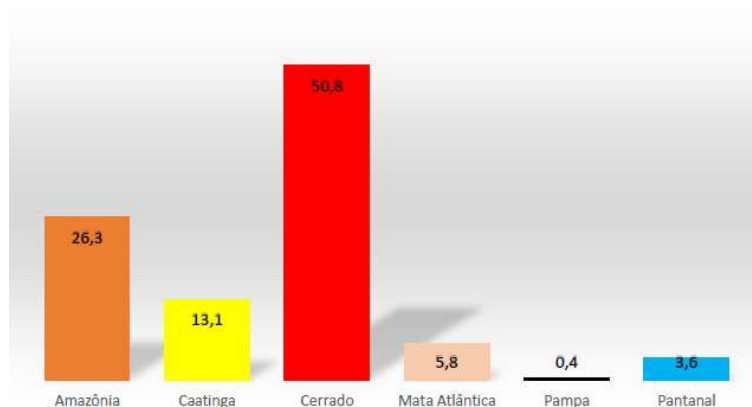


FIGURA 1 - Porcentagem de área queimada entre os anos de 2002 e 2018 por Bioma

A maior concentração das ocorrências de fogo ativo no Cerrado, segundo (8), ocorre predominantemente entre os meses Junho a Outubro. Já para a Caatinga, a maior concentração ocorre entre os meses de Agosto e Novembro.

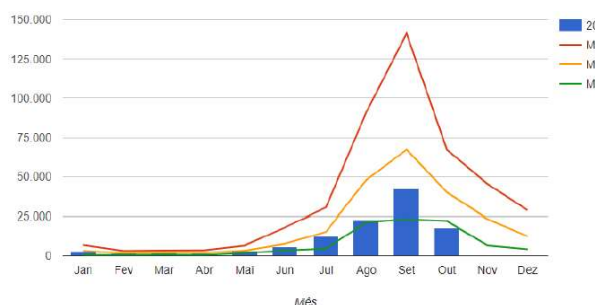


FIGURA 2 - Sazonalidade dos focos de queimadas de 2018 com os valores máximos, médios e mínimos, no período de 1998 até 12/11/2018, no Cerrado

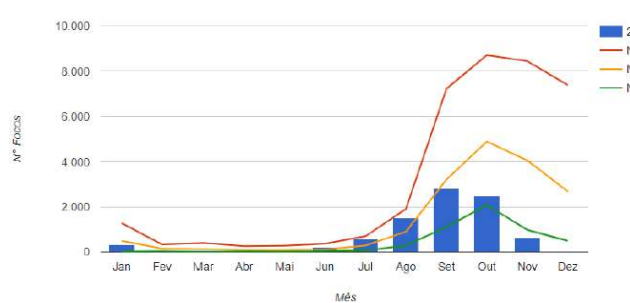


FIGURA 3 - Sazonalidade dos focos de queimadas de 2018 com os valores máximos, médios e mínimos, no período de 1998 até 12/11/2018, na Caatinga

A área de estudo utilizada para desenvolvimento da metodologia foi o trecho da LT ATE II de 500 kV (Colinas/TO – Sobradinho/BA) que possui 353 km e interliga as SEs Ribeiro Gonçalves e São João do Piauí. Esse trecho atravessa as zonas rurais de dez municípios das mesorregiões Sudeste e Sudoeste piauiense, em uma região de transição entre os Biomas Cerrado e Caatinga, onde os eventos de desligamentos por ocorrência de fogo são recorrentes.

Entre 2006 e 2015 foram registrados, em média, 1570 focos de fogo por ano nos municípios atravessados pela ATE II, entre as SE de Ribeiro Gonçalves e São João do Piauí. Neste recorte temporal, o período de Junho a Setembro concentrou 94,8% do total dos registros de fogo ativo, sendo que apenas nos meses de Agosto e Setembro ocorreram 65% das detecções (8).

No período de agosto de 2014 e abril de 2015 foram registradas pela Aneel 6.467 ocorrências de desligamento, das quais 726 foram causadas por queimada ou fogo sob a Linha (2). Para o período entre Julho e Dezembro de 2017, segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a predominância de desligamentos foi em decorrência de queimada e/ou fogo sob a linha.

Uma série de fatores está relacionada à manutenção das áreas sob as LTs nas faixas de servidão para que não haja risco de interrupção no fornecimento de energia elétrica. Muitos deles envolvem o manejo da vegetação nessas áreas (11).



A ocorrência de queimadas e incêndios, característica dos ecossistemas semiárido, provoca mudanças na estrutura da vegetação, ocorrendo diminuição de densidade de população gramínea, arbórea e arbustiva, favorecendo o estabelecimento de certas espécies e provocando eliminação de espécies sensíveis, o que altera toda dinâmica ecossistêmica bem como a atmosfera adjacente à superfície. Também ocorrem mudanças nas taxas de crescimento e no sucesso reprodutivo (6; 7).

2.1 MODELO DE RISCO DE FOGO

A partir destas e de outras definições depreende-se que o risco de incêndio deve incluir os fatores causativos e predisponentes relacionados aos componentes de probabilidade de início de incêndio (ignição) e de potencial de desenvolvimento do fogo no espaço e no tempo (propagação). Portanto, o modelo de análise de risco de incêndio é constituído por dois componentes expressos como índices:

- Probabilidade/perigo de ignição
- Probabilidade/perigo de propagação

Para desenvolver os modelos de ignição e propagação de fogo, que compõe o risco de incêndio, foi delimitada uma área de análise no entorno da ATE II, abrangendo um buffer de 30 km (15 km para cada lado da LT), em uma área de aproximadamente 12 mil km². Essa área foi subdividida em uma grade de células regulares chamada de espaço celular. A grade gerada apresenta 0,25 km² (unidades de 500m x 500m). A escolha desse valor baseou-se no erro médio padrão da variável dependente (pontos de ocorrência de queimadas).

2.1.1 Perigo de Ignição

O componente de perigo de ignição está relacionado aos fatores naturais e antrópicos que causam os incêndios, denominadas fontes de ignição, bem como aos fatores predisponentes estático e dinâmicos, representados pela topografia e os tipos e condição dos combustíveis vegetais, sendo este último influenciado pelas variáveis meteorológicas.

A modelagem de probabilidade de ignição foi realizada por meio da aplicação da análise de regressão logística. Essa análise é utilizada para estimar a probabilidade de ocorrência (início) de incêndio em função de variáveis relacionadas aos agentes causadores naturais e antrópicos e aos fatores associados ao comportamento do fogo (clima, topografia e vegetação).

Foram selecionadas as seguintes variáveis para modelagem de probabilidade de ignição:

- Evapotranspiração;
- Insolação;
- Precipitação;
- Temperatura máxima;
- Temperatura média;
- Temperatura mínima;
- Direção predominante do vento;
- Umidade relativa do ar; e
- Velocidade média do vento.

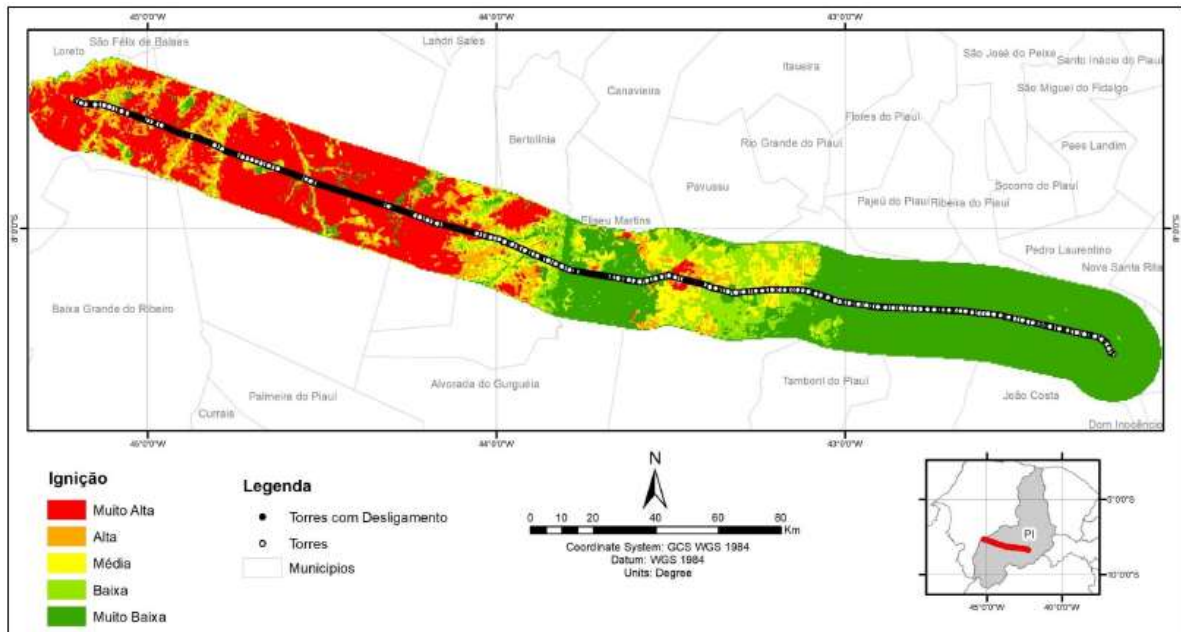


FIGURA 4 - Mapa de ignição da LT 500 kV Ribeiro Gonçalves - São João do Piauí

2.1.2 Perigo de Propagação

A componente de perigo de propagação refere-se ao comportamento do fogo previsto a partir da integração das propriedades dos combustíveis e da topografia (5).

Para o estudo da propagação (6) define como atributos importantes a clinografia, o vento, os tipos e o conteúdo do combustível. Para o presente projeto procurou-se utilizar de técnicas mais atuais para efetuar a correlação destes atributos para a identificação das áreas mais críticas ao espalhamento de queimadas.

Foram selecionadas as seguintes variáveis para modelagem de probabilidade de propagação:

- Vegetação;
- Clinografia;
- Precipitação;
- Orientação da vertente;
- Proximidade a estradas e
- Hipsometria.

Para a vegetação foi utilizado o mapa de uso e cobertura do solo elaborado a partir de imagens Sentinel 2 e validado em trabalho de campo.

Os dados de orientação das vertentes, hipsometria e clinografia foram produzidos a partir dos dados de radar do SRTM, programa da NASA que gerou imagens de radar na resolução espacial de 30m.

As informações acerca das estradas foram retiradas da base oficial do IBGE de 2015.

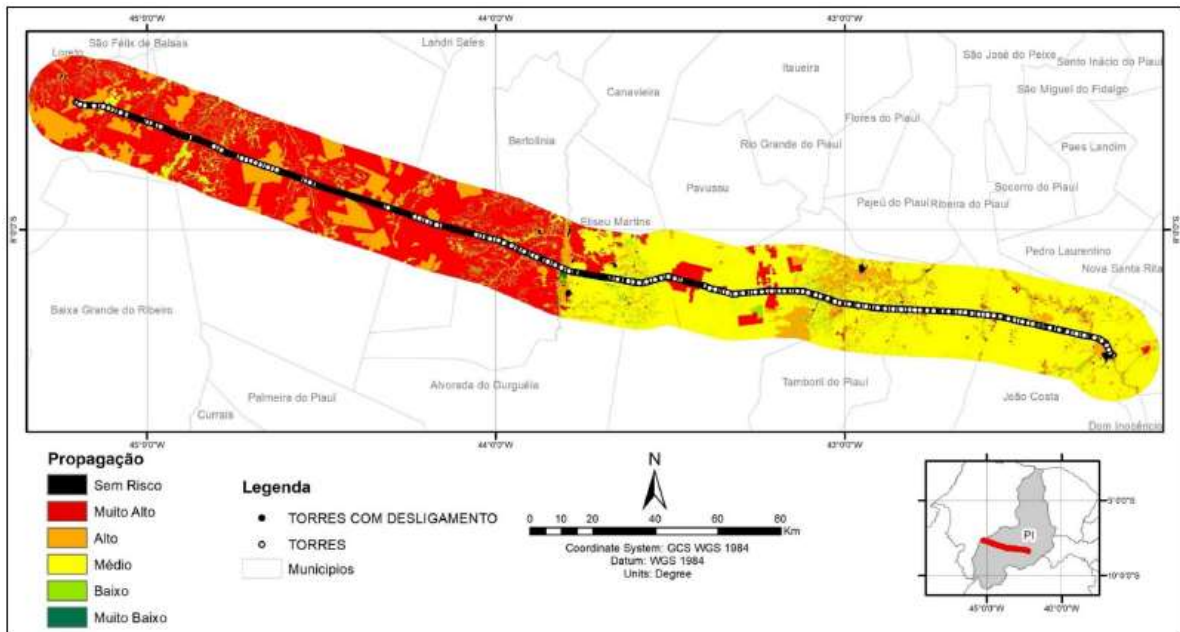


FIGURA 5 - Mapa de propagação da LT 500 kV Ribeiro Gonçalves - São João do Piauí

2.2 MODELO DE VULNERABILIDADE

A vulnerabilidade está relacionada ao grau de propensão da LT ao desligamento por ocorrência de fogo e depende dos aspectos construtivos e características físicas e bióticas da faixa de servidão, que tem influência na diminuição das propriedades de isolamento do ar.

A vulnerabilidade, combinada ao risco fogo, gera um índice de criticidade das LTs quanto à probabilidade de desligamento decorrente de ocorrência de fogo.

Os aspectos construtivos das LTs que influenciam o nível de vulnerabilidade das LTs podem ser a tensão, o tipo da as distâncias entre fases, a altura cabo-solo ou cabo-vegetação, e a disposição dos cabos condutores, se vertical, horizontal ou triangular.

Conforme Sukhnandan (2004), uma das principais teorias sobre o mecanismo de descarga (flashover) durante a presença de fogo abaixo ou próximo à linha de transmissão é que a redução da capacidade de isolamento do ar seja causada pela redução de Densidade do Ar (Reduced Air Density – RAD).

Comparativamente, pode-se observar na Tabela 1 as alturas mínimas praticadas na Austrália (Eskom), África do Sul (GPC) e México (FEC), considerando uma LT de 500 kV. Na África do Sul, por exemplo, com o Gap praticado, a linha deve ser capaz de isolar 15 kV por metro, enquanto que a mesma linha no Brasil, deveria isolar 47,4 kV/m (considerando a distância fase-terra).

Em linhas compactas essa condição se agrava, pois, considerando a distância de 5 m entre fases, o isolamento requerido é de 100 kv/m.

TABELA 1 - Altura mínima H para LTs de 500 kV na Austrália, México e África do Sul

País	Gap (m)	kV/m
Austrália	9,1	35
México	10,6	30

Africa do Sul	21,2	15
---------------	------	----

Dessa forma, o modelo de vulnerabilidade desenvolvido baseia-se na rigidez dielétrica do ar na LT e considera diferentes variáveis e componentes relacionados às questões construtivas e do entorno da linha. Segundo West e McMullan (1979), sob temperaturas normalmente associadas ao fogo (por volta de 350°C) a rigidez dielétrica do ar é reduzida para menos da metade de seu valor padrão, enquanto que com uma temperatura de 700°C, a redução é ainda maior, perfazendo apenas um terço do valor.

Para a modelagem de vulnerabilidade, considera-se a presença da vegetação no vão e a altura que essa se encontra do ponto crítico dos cabos. O gap formado entre o ponto máximo da altura da vegetação e o ponto crítico dos cabos condutores é uma das variáveis que define a vulnerabilidade que o vão apresentará. Quanto mais próxima for a vegetação do ponto crítico, mais alta será a vulnerabilidade, e quanto mais afastada, mais baixa será a vulnerabilidade. Isto deve-se ao fato de que quanto mais próxima a vegetação estiver do ponto crítico, maior será o calor gerado quando houver a ocorrência de uma queimada, e maior será a alteração da resistência dielétrica do ar possibilitando a ocorrência de desligamentos na transmissão de energia.

Para o cálculo da tensão de ruptura em função da variação da densidade do ar foram consideradas as seguintes expressões:

$$TR_{ff} = \frac{27,2 * D * r * (1 + \left(\frac{0,54}{\sqrt{D * r}}\right)) * f * 100}{12,5 * \frac{f * 100}{0,25 * (r + 1 + \sqrt{\left(\frac{f * 100}{r + 1}\right)^{2+8}})}$$

EQUAÇÃO 1 - Tensão de ruptura da isolação do ar

Onde:

$$D = \frac{\rho T_0}{\rho_0 (T * 976,94 * (h^{0,992}))}$$

EQUAÇÃO 2 - Densidade do ar

ρ é a pressão barométrica, ρ_0 é a pressão ao nível do mar (760 mm/HG); T é a temperatura em °C; T₀ é igual a 293 K e D é a densidade do ar, calculada pela equação 2.

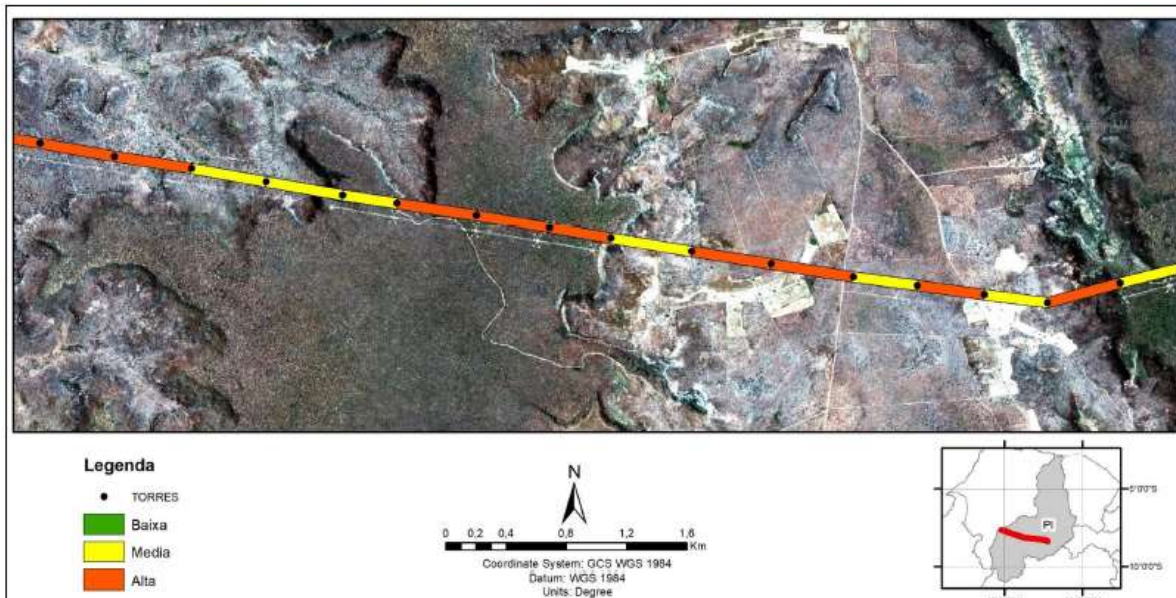


FIGURA 6 - Mapa de vulnerabilidade da LT 500 kV Ribeiro Gonçalves - São João do Piauí

2.3 MODELO DE CRITICIDADE

O modelo de criticidade foi elaborado procurando avaliar conjuntamente o peso do risco de fogo e o peso da vulnerabilidade da Linha de Transmissão, resultando assim no risco de desligamento devido a ocorrência de queimadas.

Conforme mencionado anteriormente, foram considerados fatores construtivos da Linha de Transmissão e aspectos presentes na faixa de servidão, como o padrão de uso e cobertura do solo e a altura dos obstáculos em relação ao ponto crítico da LT para vulnerabilidade, e aspectos do meio físico, biótico e socioeconômico para o Risco de Fogo.

		Risco de Fogo				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Vulnerabilidade	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média	Média
	Média	Baixa	Média	Média	Alta	Alta
	Alta	Média	Média	Alta	Alta	Alta

TABELA 2 - Matriz de Criticidade (Correlação entre Risco de Fogo e Vulnerabilidade)

Além da criticidade, foi gerada também a área ideal de manutenção, que considera a altura e posicionamento do ponto crítico e a altura média da vegetação. (3) estabeleceram uma metodologia para definição de área ideal de manutenção, considerando uma distância segura entre a linha de transmissão e a altura da vegetação. Essa distância lateral é importante para minimizar os desligamentos fase-terra e otimizar a gestão da manutenção das transmissoras.

De acordo com a atual norma de projetos de linhas de transmissão, NBR 5422 (1985), a limpeza da faixa deve ocorrer, quando necessário, de maneira suficiente para permitir implantação, operação e manutenção da linha. A norma também recomenda que o desmatamento da faixa seja mínimo, observando alguns critérios. Percebe-se

a subjetividade do texto, que dificulta o entendimento dos agentes quando da classificação das áreas críticas que deverão ser suprimidas.

Através da nova definição da área ideal de manutenção é possível identificar a área de maior vulnerabilidade dos vãos, amenizando os riscos de desligamentos decorrentes das queimadas.

Para o cálculo desta área é aplicado o Teorema de Pitágoras e tem-se como variáveis, em cada vão, a altura do cabo no ponto crítico em relação à altura da vegetação e a tensão da linha, e, dessa forma, calcula-se a área que deve ser feita a supressão da vegetação. Considera-se um valor fixo para a tensão da linha (hipotenusa) e com a variação da distância que o ponto crítico se encontra da vegetação/obstáculo (gap) nos diferentes vãos (cateto) é possível estabelecer a área em que deverá ser efetuada a poda da vegetação (cateto).

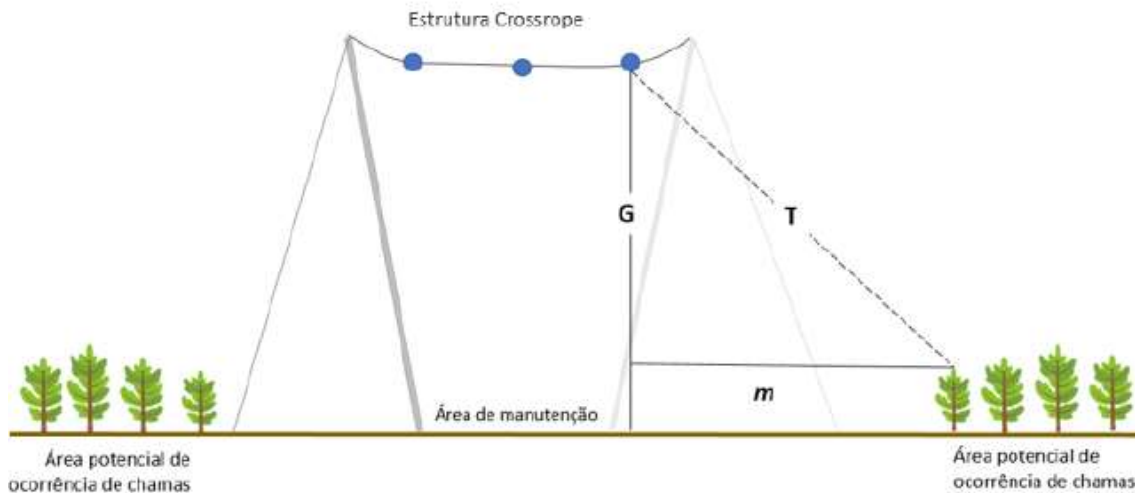


FIGURA 7 - Definição da área ideal de manutenção.

O cálculo resulta em um polígono georreferenciado com as dimensões da área a ser limpa no processo de manutenção conforme .

$$T^2 = G^2 + m^2$$

EQUAÇÃO 3 - Distância lateral mínima de manutenção

Onde T é a tensão da linha; G é o gap, calculado pela diferença entre a altura da vegetação e a altura do ponto crítico; m é a faixa de manutenção a partir do cabo da extremidade.

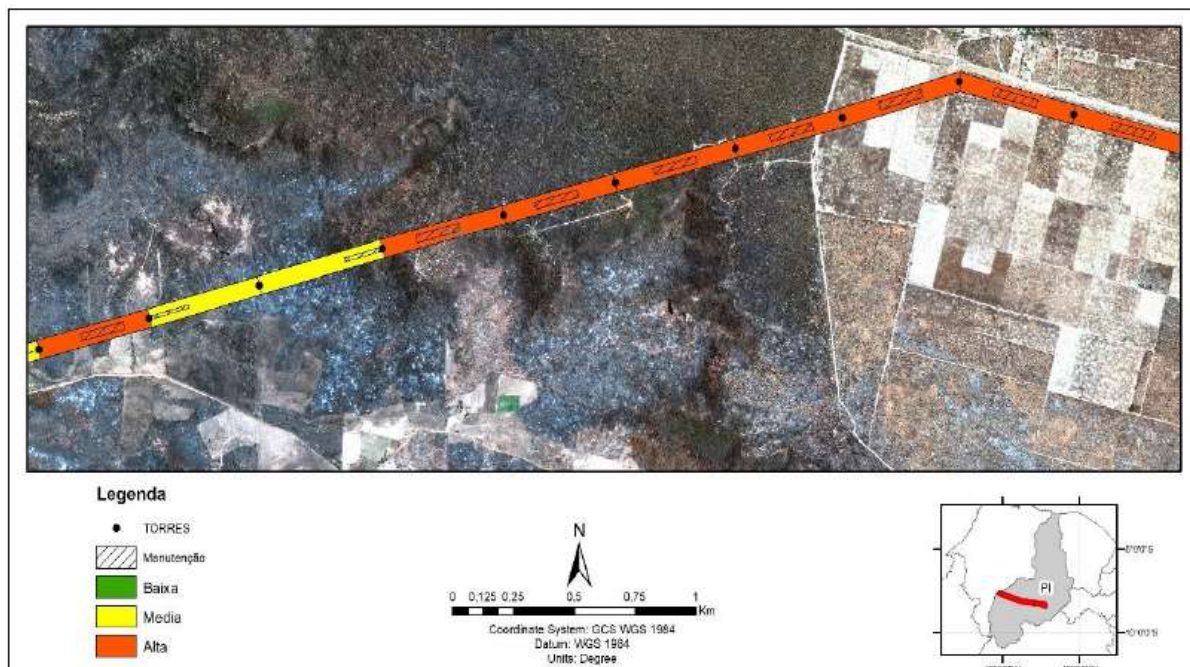


FIGURA 8 - Mapa de criticidade gerado para a LT 500 kV Ribeiro Gonçalves - São João do Piauí

3.0 - CONCLUSÃO

A metodologia desenvolvida para determinar a probabilidade de ignição e propagação apresentou resultados satisfatórios para a área de análise, principalmente para a área ocupada pelo Cerrado.

Com base na metodologia desenvolvida é possível estabelecer o grau de criticidade dos vãos da LT e também delimitar uma área ideal para a supressão da vegetação na faixa de servidão, tanto em largura quanto em extensão, e assim diminuir o risco de ocorrências de desligamentos em função de ocorrência de queimadas.

Para alimentar os modelos de ignição, foram utilizados dados relacionados à índices de vegetação, como o GNDVI e o NDVI, e também parâmetros biofísicos, como densidade, área basal e volume. Esses dados se mostraram importantes para determinação do risco de fogo.

O desenvolvimento dessa metodologia teve o objetivo de padronizar a metodologia de seleção e definição das áreas críticas para a limpeza de faixa de servidão em linhas de transmissão, permitindo a avaliação e auditoria de atendimento de requisitos mínimos de manutenção preventiva e baixo impacto ambiental pelos órgãos reguladores do sistema elétrico e ambientais, garantindo alta confiabilidade e qualidade no serviço de fornecimento de energia pelas transmissoras.

Além disso, esse modelo tem como vantagem apresentar uma menor subjetividade decorrente da decisão do especialista, que pode ser influenciada pelas características locais da área de estudo. Uma vez que um dos objetivos do projeto é a possibilidade de aplicação da metodologia em todas as linhas de transmissão, encapsulada em um plugin para um sistema de informações geográficas de código aberto, o método quantitativo poderá trazer melhores resultados em futuras aplicações.

Uma das maneiras de amenizar o risco de desligamentos na linha de transmissão é através dos procedimentos de manutenção uma vez que por meio da supressão da vegetação, diminui-se a probabilidade de ocorrência de queimadas e de aumento de calor nas áreas dos cabos condutores.

Assim, para contribuir com a tomada de decisão e otimizar o processo de manutenção, além da criticidade das LTs, devem ser consideradas também as áreas indicadas como ideais para manutenção no vão da linha.

Com a efetivação da limpeza nas áreas definidas pelo modelo haverá uma diminuição da influência do calor gerado por uma possível queimada da vegetação na resistência dielétrica do ar na altura do cabo, responsável por desencadear os desligamentos no sistema de transmissão de energia elétrica. Portanto o potencial para ocorrências de falhas ocasionadas pelas queimadas sofrerá uma diminuição com um adequado processo de manutenção.

Locais onde há uma vulnerabilidade acentuada e um risco de fogo também alto, tendem a apresentar uma alta criticidade, enquanto áreas de baixo risco de fogo e baixa vulnerabilidade tendem a apresentar menor risco de falha.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5422**: Projeto de linhas aéreas de transmissão e sub-transmissão de energia elétrica. Rio de Janeiro. 1985
- (2) ANEEL, "Relatório de Análise: desligamentos forçados do Sistema de Transmissão", Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, Relatório Técnico. ANEEL, 2016.
- (3) BOLOGNA, F.F.; SADURSKI, K.J. Assessment of Safety Risks Associated with Fire Induced Flashovers on High Voltage Transmission Lines (2002). Eskom Research report RES/RR/00/12054.
- (4) CHUVIECO, E.; RIAÑO, D.; WAGTENDOK, J. V; MORSDOF, F. Fuel loads and fuel type mapping. In: CHUVIECO, E. (Org.). Wildland Fire Danger Estimation and Mapping: the role of Remote Sensing data. Singapura: World Scientific, 2003a. p. 119-142.
- (5) CHUVIECO, E.; AGUADO, I.; YEBRA, M.; NIETO, H.; SALAS, J.; MARTÍN, M. P.; VILAR, L.; MARTÍNEZ, J.; MARTÍN, S.; IBARRA, P.; DE LA RIVA, J.; BAEZA, J.; RODRÍGUEZ, F.; MOLINA, J. R.; HERRERA, M. A.; ZAMORA, R. Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system technologies. Ecological Modeling, v. 221, n. 1, p. 46-58, 2009.
- (6) FROST, P.G.H.; ROBERTSON, F.; The ecological effects of fire in savannas. In: Determinants of Tropical Savannas. Oxford, IRL Press. 1987. Pp. 93-140.
- (7) HOFFMANN, W.A.; Moreira, A.G.; The Role of Fire in Population Dynamics of Woody Plants. In: The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. Nova York. Columbia University Press. 2002. P.p: 159-177.
- (8) INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2018. Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios. Disponível em <<http://www.inpe.br/queimadas>>. Acesso em: 12 Fev. 2018.
- (9) SUKHNANDAN, A. A Theoretical and Experimental Investigation into Fire Induced Flashover of High Voltage Transmission Lines. Dissertação de Mestrado, Universidade de Kwazulu Natal, 2004.
- (10) WEST, H.J.; MCMULLAN, D.W. Fire induced Flashovers of EHV Transmission Lines. IEE PES Winter meeting New York, 1979 apud LEE, DD., SHIM, JM., KIM, YD. ET AL. RARE METALS (2011).
- (11) XAVIER, F. A., OLIVEIRA, T. S., ARAÚJO, F. S., & GOMES, V. d. (out-dez de 2007). Manejo da vegetação sob linhas de transmissão de energia elétrica na Serra de Baturité. Ciência Florestal, pp. 351-364.

DADOS BIOGRÁFICOS

Alessandro Cesar de Sousa Berrêdo
Rio de Janeiro, 1980



Av. Brasil, nº 20 – 6º andar - CEP 20.010-010 Rio de Janeiro, RJ – Brasil
2212-6380 – Fax: (+55 21) 2212-6040 – Email: alessandro.berredo@taesa.com.br



XXV SNTPEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

3996
GLT/17

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

Engenheiro Eletricista (2009), MBA em Gestão Estratégica da Manutenção e Produção (2011), Pós graduado em Sistemas Elétricos de Potência (2013), Pós graduado em Geoprocessamento (2017)

Gerente de Implantação de Reforços e Melhorias da TAESA - Transmissora Aliança de Energia Elétrica S.A., com passagem pela State Grid Brazil Holding, Abengoa Concessões e Light Serviços de Eletricidade; Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Transmissão de Energia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: linhas de transmissão de energia, manutenção, gestão de projetos, sistemas computacionais de código aberto, sistemas especialistas, bancos de dados espaciais e geoprocessamento.