

A INFLUÊNCIA DE FATORES CLIMÁTICOS NAS INTERRUPÇÕES DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UM ESTUDO DE CASO

VALÉRIA ETIENNE TELES BARBOSA^{1*}, PAULO AUGUSTO MENDONÇA SILVA²,
ANA CLÁUDIA MARQUES DO VALLE³, PAULA ANDRÉA MARQUES DO VALLE⁴

¹ Graduada em Engenharia Elétrica, UFG, Goiânia-GO. Fone: (62) 3505-1997, valeriateles@outlook.com

² Graduado em Engenharia Elétrica, UFG, Goiânia-GO. Fone: (62) 9247-2644, paulo.ams@live.com

³ Dra. Professora Engenharia Elétrica, UFG, Goiânia-GO. Fone: (62) 8117-4480, acmvalle@gmail.com

⁴ Dra. Professora Economia, UFG, Goiânia-GO. Fone: (62) 8117-4480, paulahamberger@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: Este artigo analisa dados climáticos e de interrupções de energia elétrica, que ocorreram em duas subestações da região de Goiânia, estado de Goiás; durante um período de cinco anos, 2009 a 2013. Apresentando uma forte relação entre o clima e as interrupções a que está sujeito o sistema de distribuição desta região, destacando a influência do clima na qualidade dos serviços prestados e sugerindo que a análise do clima de uma região seja um fator relevante, devendo ser considerado pela concessionária de energia, não apenas durante a fase de projetos, mas durante toda a manutenção, seja ela corretiva ou preventiva.

PALAVRAS-CHAVE: Fenômeno climáticos, distribuição de energia, interrupções de energia, concessionárias.

THE CLIMATIC FACTORS OF INFLUENCE ON DISTRIBUTION SYSTEM OF INTERRUPTION OF ELECTRICITY: A CASE STUDY

ABSTRACT: This article analyzes climate data and power outages that occurred in two substations in Goiania, Brazil, over a period of five years. A strong relationship between the weather and the interruptions, which the distribution system of the region is subject to, was shown, highlighting the influence of climate on the quality of services provided. This relation suggests that climate analysis of certain region is an important factor and should be considered by electric power companies, not only during the design phase, but also during all maintenance, either corrective or preventive.

KEYWORDS: Climatic phenomena, Power Distribution, power outage, concessionaries.

INTRODUÇÃO

A energia elétrica se tornou um bem de consumo fundamental para sociedade moderna. Para atender tamanha necessidade, temos estruturado o Sistema Elétrico de Potência que compreende todas as instalações e equipamentos destinadas a gerar, transmitir e distribuir energia elétrica.

Para o consumidor, o Sistema Elétrico parece comportar-se sempre em estado permanente: imperturbável, constante e com capacidade inesgotável. Porém, ele está sujeito a constantes distúrbios criados pelas variações aleatórias das cargas, pelas faltas oriundas de causas naturais e, em alguns casos, como resultados de falhas de equipamentos ou humanas (HOROWITZ; PHADKE, 2008). Essas faltas podem ser transitórias, sendo o sistema restabelecido após a atuação da proteção, ou podem ser permanentes, sendo necessário a intervenção da equipe de manutenção para restabelecer o sistema.

Devido à grande influência de intempéries na continuidade do serviço, muitos consumidores têm sua satisfação com sua concessionária de energia variando de acordo com a sazonalidade climática, onde previsões do tempo acabam sendo determinantes na expectativa da massa consumidora para com a qualidade do fornecimento de energia elétrica naquele dia.

Portanto, o objetivo deste estudo é justamente analisar os impactos das variações climáticas no sistema de distribuição de energia, considerando dados reais de uma concessionária, a fim de contribuir para a proposição de medidas que mitiguem o problema.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na região de Goiânia, localizada na região central do estado de Goiás. A cidade tem clima Tropical Semiúmido, caracterizado pela condensação das quatro tradicionais estações do ano em: estação de chuva e de seca; sendo a primeira, formada pela primavera/verão, possui maiores médias de temperatura, há a ocorrência de dias mais longos e mudanças rápidas nas condições diárias do tempo, com chuvas de curta duração e forte intensidade, acompanhadas de trovoadas e rajadas de vento. A segunda, formada pelo inverno/outono, tem índices de umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica bastante baixos, além de médias de temperaturas menores também. Há também, registro do deslocamento de algumas massas de ar frio para região que, dependendo da sua trajetória e intensidade, provoca quedas acentuadas de temperatura, especialmente à noite, apesar dos dias serem quentes (GOVERNO DE GOIÁS, 2014).

Os dados climáticos utilizados no estudo foram providos pelos Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os quais foram: índice de precipitação pluviométrica (Prec), rajada máxima e média diária de ventos ($R_{\text{máx}}$ e $R_{\text{méd}}$) e velocidade máxima e média diária dos ventos ($V_{\text{máx}}$ e $V_{\text{méd}}$). Porém, de forma a deixar o estudo mais enxutos e não redundante, foi feito estudo de correlação de Pearson e posteriormente o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov para que fossem selecionadas três principais variáveis climáticas: $V_{\text{méd}}$, $R_{\text{máx}}$ e Prec.

Quanto as interrupções, os dados foram fornecidos pelo Centro de Operação de Distribuição (COD), da concessionária de energia elétrica local (CELG-D). A análise feita foi de duas subestações: a SE Ferroviário, com 98,3MVA de potência instalada e 86.401 unidades consumidoras; e a SE Aeroporto, com 99,9MVA e 55.371 unidades consumidoras.

Foram registradas 92.496 ocorrências com 95 causas diferentes; dentre elas, um grupo de 21 causas representam cerca de 92% de todas as interrupções. Destas foram selecionadas 9, diretamente ligadas a fenômenos climáticos, que foram cruzadas com os dados climáticos. São elas: mau contato no conector cunha, descarga atmosférica, animal na rede, vendaval, condutor AT partido, condutor BT partido, mau contato na derivação, objeto estranho na rede e árvore na rede.

Para análise do efeito das variáveis climáticas nas causas de ocorrências, foram filtradas todas as datas em que se registraram ocorrências e feita a média anual da variável climática em questão nessas datas, para a comparação com a média anual total (contando dias com e sem interrupção). Nesta análise foram descartadas causas de *vendaval* e *animal na rede*, pois só há registros para o ano de 2013, e concentrados em poucas datas, fazendo com que a média de chuvas fique inconsistente quando comparada com a média anual total de todo o ano de 2013.

Em seguida foi feita a análise da distribuição das interrupções em dias de adversidade climática, que consiste em determinar quantas interrupções ocorrem em dias onde são registrados altos índices de chuva, vento e rajadas de vento. Para tal, calculou-se a média mensal das variáveis $V_{\text{méd}}$, $R_{\text{máx}}$ e Prec para os cinco anos analisados e, verificou a porcentagem de interrupções para cada causa que ocorriam nesses dias, com índices superiores às médias mensais. Foram consideradas para essa análise, as causas de *vendaval* e *animal na rede*, uma vez que, primeiramente foram filtrados os dias em que as variáveis climáticas superavam as médias do mês, para posteriormente contabilizar todas as interrupções naqueles dias, separando-as pelas suas causas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise, das consequências dessas variáveis climáticas nas interrupções, pode ser visto nas Figura 1, 2 e 3. Foram escolhidos os anos de maior e de menor média, para cada variável.

Da Figura 1 é pode ser observado que tanto em 2010 como em 2011, todas as causas, com exceção de condutor AT partido para 2010, superaram a média de chuva anual. Isso indica que em dias de maior precipitação pluviométrica, a rede de distribuição está mais propensa a interrupções.

Na Figura 2, as causas que se destacam como ocorrendo em dias de mais altas velocidades médias são consistentes. Quanto mais fortes os ventos, maior a chance de que um galho de árvore seja deslocado e possa encostar nos condutores BT (os condutores AT são alcançados apenas por árvores mais altas, não muito empregadas em arborização urbana), podendo rompê-lo, ou apenas causar

curtos-circuitos fase-terra. Temos também em épocas onde as velocidades médias de vento são maiores, as brincadeiras com pipas (“papagaios” ou “raias”), que se tornam mais frequentes; esses objetos ao entrar em contato com as redes de distribuição também podem causar curto-circuito.

Na Figura 3, observa-se que durante dias com fortes rajadas máximas, maiores que as médias anuais, a rede de distribuição experimenta um número grande de interrupções por descargas atmosféricas, fato explicado principalmente pelos períodos de transição entre as duas estações protagonistas da região. Além disso, com mudanças bruscas de direção e velocidade do vento, os condutores ficam mais propensos a sofrerem rupturas, o que pode ocasionar faltas fase-terra, com consequente atuação do sistema de proteção. Outro fenômeno causado pelas rajadas é o arremesso de objetos diversos nas redes.

Figura 1. Média de precipitação registrada por causa, com as médias anuais totais tracejadas.

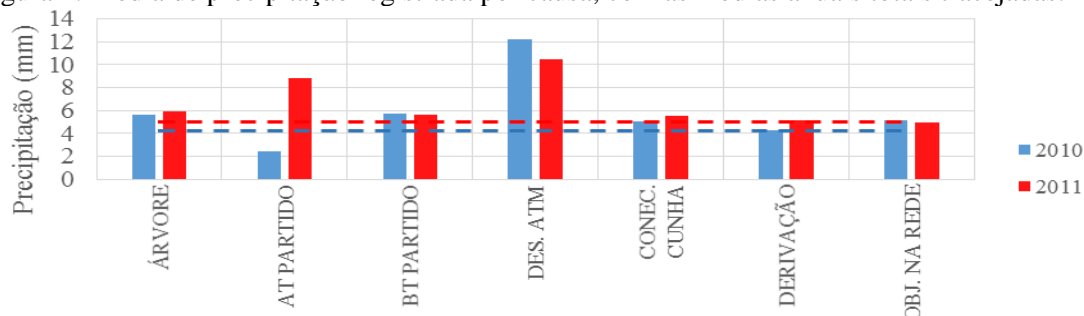


Figura 2. Média das velocidades médias de vento registradas por causa, com as medias anuais totais tracejadas.

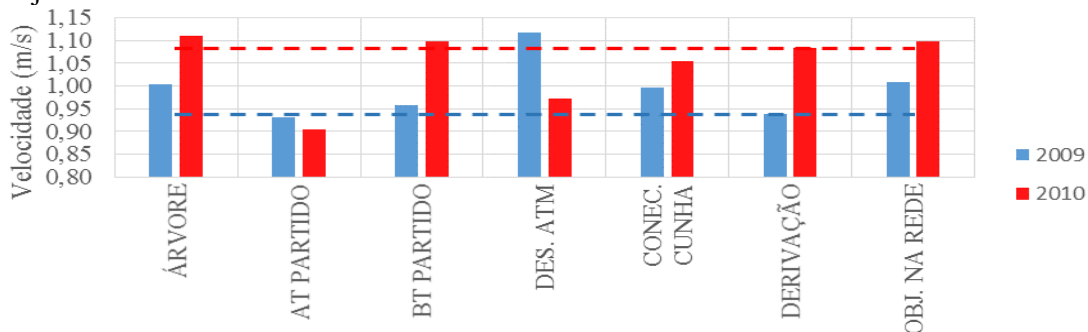
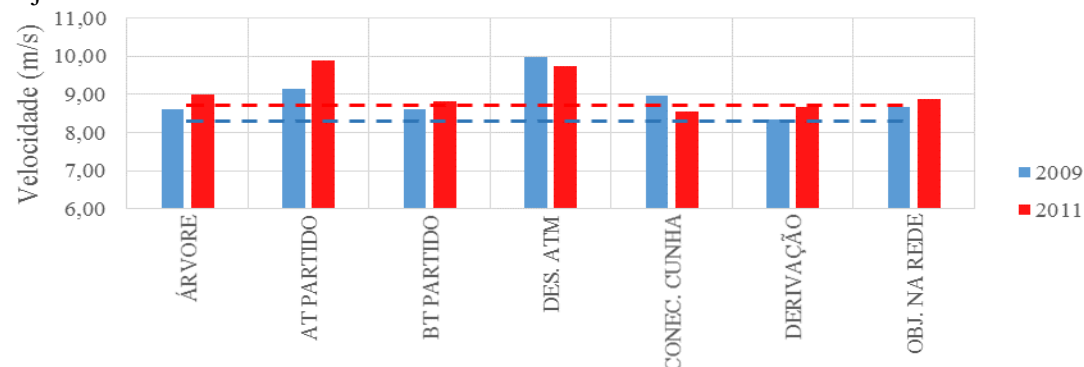


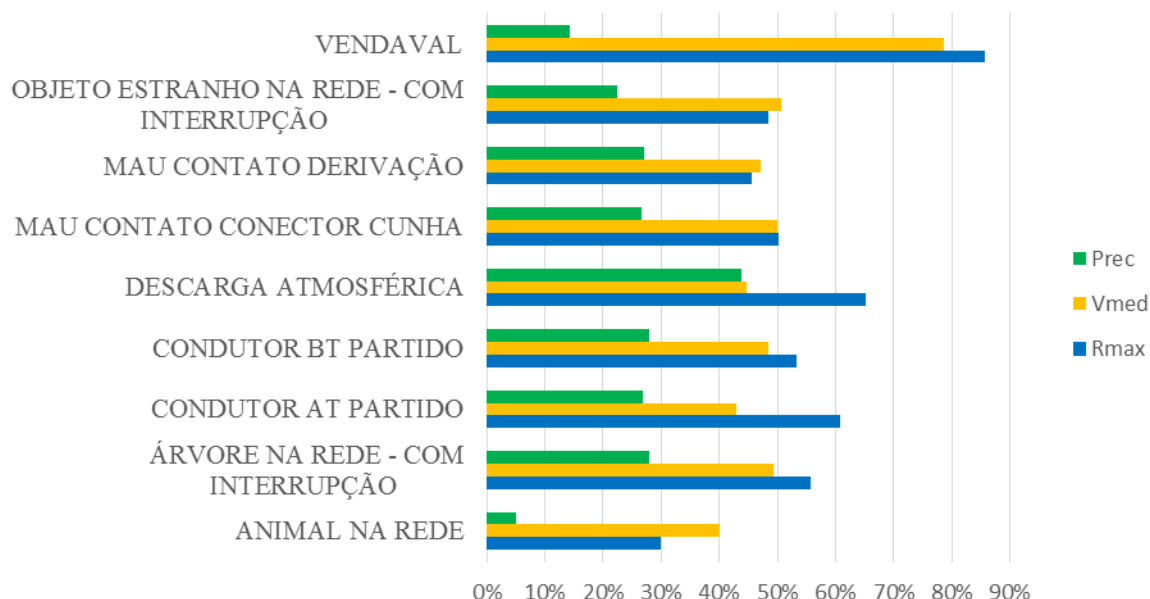
Figura 3. Média das rajadas máximas de vento registradas por causa, com as medias anuais totais tracejadas.



O resultado da análise da distribuição das interrupções em dias de adversidade climática, pode ser visto no gráfico da Figura 4.

Podemos observar, como exemplo, que 86% das ocorrências causadas por vendaval se deram em dias com rajadas máximas de vento maiores do que a média do mês em questão, enquanto 79% ocorreu em dias com velocidades médias do vento também maiores que a média mensal. Contudo, a influência das chuvas não foi tão intensa, já que apenas 14% se deram em dias de precipitação pluviométrica superiores à média mensal. E assim seguem, para cada causa, os fatores acima da média mensal que mais tiveram interferência.

Figura 4 - Porcentagem de ocorrências em dias de atividade climática acima da média mensal, de 2009 a 2013.



Foi constatado também, que interrupções causadas por árvores nas redes, ruptura de condutores de BT, ruptura de condutores de AT, descargas atmosféricas e objetos nas redes se mostraram responsáveis por 10% de todas as ocorrências registradas no período de cinco anos, e nota-se que grande parte dessas ocorrências foram registradas durante períodos de chuvas e ventos intensos, com grande destaque para as rajadas de vento.

CONCLUSÕES

Concluimos que os fatores climáticos têm caráter significativo quando o assunto é a qualidade do serviço prestado por uma distribuidora de energia, pois tem ligação direta com a causa e com a duração de diversas interrupções, sendo de caráter praticamente obrigatório a análise das condições climáticas e uma região no momento de se projetar qualquer instalação, visto que, quanto mais intensos forem determinados fenômenos climáticos, mais incidentes serão certas interrupções e mais eficiente deverá ser o processo de restabelecimento do fornecimento.

No caso da CELG D, tem-se o estudo de implantação de equipamentos de proteção especiais, que possuem uma comunicação de dados direta com o COD e podem fornecer informações mais precisas, possibilitando uma tomada mais rápida de providência.

REFERÊNCIAS

- ABRADEE. A Distribuição de Energia, 2014a. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/a-distribuicao-de-energia>>. Acesso em: Abril 2014.
- BARRERA, V.et al. Analysis of the influence of weather factors on outages in Spanish distribution networks. Innovative Smart Grid Technologies (ISGT Europe), 2011 2nd IEEE PES International Conference and Exhibition on, Dezembro 2011. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org.ez49.periodicos.capes.gov.br/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6162784&isnumber=6162607>>.
- HOROWITZ, S. H.et al. Power System Relaying. 3ª. ed. Baldock: Research Studies Press LTD, 2008.
- RODGERS, J. L.et al. Thirteen Ways to Look at the Correlation Coefficient. The American Statistician, 42, Fevereiro 1988. 59-66.
- WALPOLE, R. E.et al. Probability & Statistics for Engineers & Scientists. 9ª. ed. Boston: Prentice Hall, 2012.
- ESTATCAMP. Teste de Kolmogorov-Smirnov. Portal Action, 2014. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/content/62-teste-de-kolmogorov-smirnov>>. Acesso em: 20 Junho 2014.