

ÍNDICES OPERACIONAIS DE REFERÊNCIA PARA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA CABOS PARA-RAIOS ENERGIZADOS

JOSÉ EZEQUIEL RAMOS^{1*}, ALEXANDRE PIANTINI²,
VALDEMIR APARECIDO PIRES³, ARY D'AJUZ⁴, PAULO ROBERTO DE OLIVEIRA BORGES⁵

¹ Engenheiro da Eletrobras Distribuição Rondônia e Prof. Dr. da Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho-RO; Fone: (69) 3224-7407; jer.pvh@gmail.com

² Prof. Dr. do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP; Fone: (11) 3091-2580; piantini@iee.usp.br

³ Tecnólogo da Eletrobras Distribuição Rondônia, Porto Velho-RO, Fone: (69) 3221-0438; valdemir.pires@ceron.com.br

⁴ Engenheiro MSc. e doutorando pela UNIFEI, Brasília-DF; Fone: (61) 3362-5409.

⁵ Prof. MSc. da Universidade Federal de Rondônia, doutorando em Engenharia Elétrica pela UFSM. Porto Velho-RO; Fone: (69) 3221-6212; paulomscborges@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 apresenta os resultados da pesquisa sobre o desempenho operacional da tecnologia cabos para-raios energizados (PRE) implantada em Rondônia, nas localidades de Jaru e Itapuã do Oeste, visando obter um conjunto de índices, aqui denominados de índices operacionais de referência. Para obtenção desses índices foram analisados os registros de mais de 180 meses de operação do PRE Rondônia. Além disso, foram analisadas as incidências de descargas atmosféricas na região, assim como os índices de chuvas, sendo encontrada alta correlação entre esses eventos e as interrupções causadas por descargas atmosféricas.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologia PRE, interrupções, índices operacionais, descargas atmosféricas.

OPERATIONAL INDEXES OF REFERENCE TO APPLICATION OF THE SWL TECHNOLOGY

ABSTRACT: This paper presents the results of the operational performance of the energized shield wire line (SWL) technology implemented in Rondônia, in the localities of Jaru and Itapuã do Oeste, aiming to get a set of indexes, here called operational indexes. To obtain these indexes were analyzed the records of more than 180 months of operation of the SWL of Rondônia. In addition the incidences of lightning in the region were evaluated, as well as indices of rain, being found a high correlation between these events and the interruptions caused by lightning.

KEYWORDS: SWL technology, interruptions, operating indexes, lightning.

INTRODUÇÃO

Apesar da viabilidade técnica e econômica da tecnologia PRE, demonstradas por Iliceto et al. (2000), Ramos et al. (2009, 2011, 2014), como tal tecnologia poderá ser incluída no conjunto de outras alternativas se ela não é suficientemente conhecida? Esse é o grande desafio enfrentado pelas novas tecnologias, como afirmam Souza et al. (2004) na avaliação que fazem sobre as barreiras e facilitadores para a produção e difusão de tecnologias renováveis na região amazônica. A falta de conhecimento das tecnologias existentes no mercado nacional e internacional, bem como de resultados de experiências aplicadas na região, leva à rejeição da tecnologia em certas situações e ao retrabalho de pesquisa em outras.

Para o enfrentamento desse desafio, adotou-se como uma das alternativas a análise detalhada das interrupções verificadas ao longo de todo o período de operação do PRE Jaru (de 1996 a 14/11/2000) e do PRE Itapuã, desde sua entrada em operação, ocorrida em 22/09/1997, até 31 de dezembro de 2007. Os índices de referência resultantes dessa análise são: duração equivalente de

interrupção por unidade consumidora (DEC) e frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora (FEC). A partir desses índices são também obtidos: o tempo médio de restabelecimento (TMR), a taxa de falhas (TF) e a confiabilidade por consumidor (Cpc).

Cumprido esclarecer, que os sistemas elétricos das localidades de Jaru e Itapuã do Oeste s onde a tecnologia PRE foi implantada são aqui denominados de PRE Jaru e PRE Itapuã. Também são adotadas as expressões Sistema PRE para designar qualquer uma das instalações ou especificamente a tecnologia PRE em Rondônia.

MATERIAL E MÉTODOS: O objeto de estudo é a tecnologia PRE no esquema trifásico (Iliceto et al., 1989). Essa tecnologia é baseada na utilização dos cabos para-raios de uma LTCA, de forma que, sem comprometer a função básica de proteção dos condutores da linha contra as descargas atmosféricas, o cabo pode ser também utilizado para transportar energia elétrica, tornando possível reunir, em uma mesma infraestrutura, um sistema de Alta ou Extra Alta Tensão com um sistema de Média Tensão. Na Figura 1 são apresentadas as principais características da tecnologia PRE.

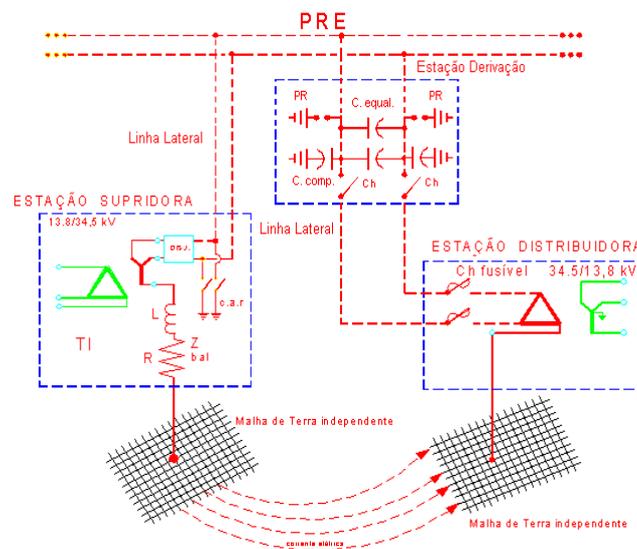


Figura 1. Esquema ilustrativo da tecnologia PRE no esquema trifásico

O material utilizado para análise das interrupções foram obtidos dos seguintes documentos: a) livro de operação das instalações PRE; b) relatórios de desligamentos; d) informações diárias produzidas pelo Centro de Operação de Sistemas (COS); e) livro de ocorrências com registros feitos pela coordenação da localidade de Itapuã do Oeste; f) dias de trovoadas registradas pela Estação Meteorológica de Porto Velho.

No que diz respeito ao método, as interrupções foram classificadas de acordo com as recomendações contidas em ELETROBRAS/CODI (1982), ou seja, as interrupções foram classificadas segundo a origem e segundo a causa. A metodologia utilizada para o cálculo dos índices de continuidade foi baseada na Resolução 024 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2000).

Para obtenção dos índices representativos do desempenho operacional do sistema PRE, inicialmente os dados das interrupções que dizem respeito somente ao desempenho operacional do PRE Jaru e PRE Itapuã foram somados e totalizados em relação a cada mês, obtendo-se, dessa forma, um valor médio para cada mês. Ao final, os valores médios mensais de DEC e FEC de cada PRE foram somados e, em seguida, foram extraídas as médias aritméticas, resultando nos índices mensais representativos do sistema PRE Rondônia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os 4,875 anos de operação do PRE Jaru foram registrados DEC = 143,65 horas e FEC = 318 interrupções, sendo esses resultados de origem interna, ou seja, que dizem respeito somente à tecnologia PRE. Da mesma forma, nos 10,28 anos de operação do PRE Itapuã, foram registradas DEC = 443,45 horas e FEC = 659 interrupções.

Os gráficos apresentados nas Figuras 2 e 3 mostram claramente que o comportamento do Sistema PRE é determinado basicamente pelo evento descargas atmosféricas, indicado no gráfico como o número de interrupções por descargas atmosféricas (NIDA). Visando confirmar esse comportamento, de característica sazonal, foram utilizados, no escopo dessa pesquisa, os dados de descargas atmosféricas registrados pela rede "Brazil Lightning Detection Network" (BLDN) no período de 2000 a 2004, cujo perfil está indicado na Figura 4.

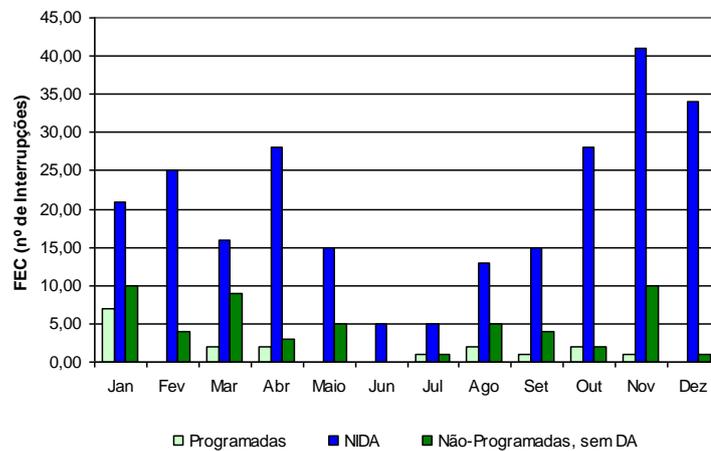


Figura 2. Comportamento característico do FEC associado ao PRE Jaru, no período de 1996 a 14/11/2000

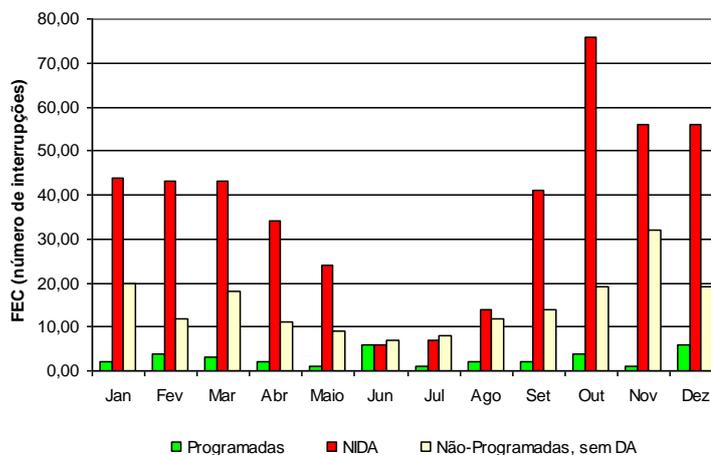


Figura 3. Comportamento característico do FEC associado ao PRE Itapuã, no período de 22/09/1997 a 2007

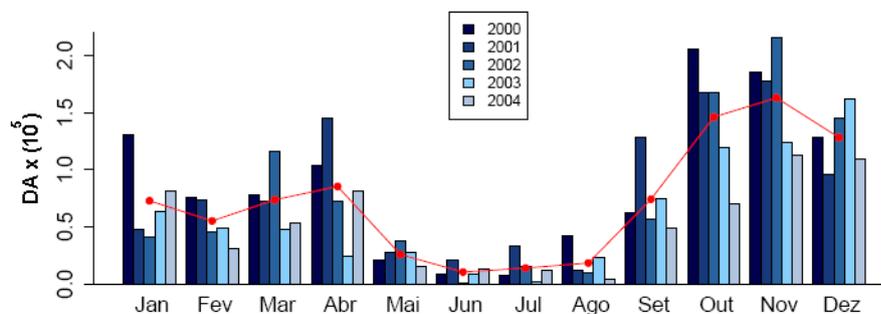


Figura 4. Distribuição mensal do número de descargas atmosféricas no Estado de Rondônia, medidos pela rede BLDN
Fonte: adaptado de Albrecht (2008)

Comparando-se o gráfico da Fig. 5 com aqueles mostrados nas Figuras 3 e 4, observa-se nítida semelhança com o comportamento das interrupções por descargas atmosféricas. Isso demonstra, sobretudo, que os critérios de classificação das descargas atmosféricas foram acertados. Também foram correlacionadas estatisticamente os dados de chuvas na região com os registros de interrupções por descargas atmosféricas, sendo encontrada alta correlação entre eles.

Uma vez que os sistemas PRE de Jaru e Itapuã têm comportamentos semelhantes, seus índices foram somados e, do resultado, extraída a média aritmética, resultando, dessa forma, no conjunto de índices representativos do sistema PRE, conforme apresentado a seguir:

- DEC = 36,16 horas/ano;
- FEC = 64,94 interrupções/ano;
- TMR = 0,56 hora/interrupção/ano;
- TF = 0,82 falha/km/ano;
- TF_(NIDA) = 0,60 falha/km/ano;
- Cpc = 0,9959.

CONCLUSÕES

A metodologia utilizada para classificação das interrupções, especialmente em relação às suas causas, mostrou-se acertada, uma vez que os dados resultantes formatam um perfil de falhas que dialoga com os dados de descargas atmosféricas medidos pela BLDN, além de apresentarem alta correlação com os índices de chuva na região. Portanto, se o comportamento da tecnologia PRE é basicamente determinada pelas interrupções provocadas por descargas atmosféricas, os índices operacionais aqui apurados são confiáveis. Dessa forma, esses resultados permitem afirmar que os índices representativos de todos sistema PRE podem ser considerados como índices de referência para a aplicação da tecnologia PRE em regiões cuja densidade de descargas atmosféricas seja semelhante à de Rondônia e cuja geometria das torres das linhas de transmissão sejam semelhantes àquela da LT 230 kV, no trecho entre a UHE Samuel e Ji-Paraná.

REFERÊNCIAS

- ANEEL. Resolução 024 de 27 de janeiro de 2000. Brasília, 2003.
- ELETOBRAS. CODI. Desempenho de sistemas de distribuição. Rio de Janeiro, Campus/Eletobras, 1982, coleção distribuição de energia elétrica, v.3.
- Iliceto, F.; E. Cinieri, L.; Casely-Hayford, and G. Dokyi, New concepts on MV distribution from insulated shield wires of HV lines: operation results or an experimental system and applications in Ghana, IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 4, n°. 4, pp. 2130-44, Oct. 1989.
- Iliceto, F; Gatta, F. M.; Dokyi, G. O. “Three-phase and single-phase electrification in developing countries using the insulated shield wires of HV lines energized at MV. Operation experience in Ghana”. In: International Conference on Power Systems Operation and Planning, 4, Accra, Ghana, July-August, 2000, paper n° 20-2E01.
- Rachel Ifanger Albrecht, “Eletrificação dos sistemas precipitantes na região Amazônica: processos físicos e dinâmicos do desenvolvimento de tempestades”. São Paulo, 2008. 197f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas – Departamento de Ciências Atmosféricas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- Ramos, José Ezequiel; Piantini A.; Pires, Valdemir Aparecido; D’Ajuz, Ary. The Brazilian experience with the use of the shield wire line technology (SWL) for energy distribution. IEEE Latin America Transaction, v.7, n.6, p.650-656, Dec. 2009.
- Ramos, J. E.; Pires, V. A.; Piantini, A.; Obase, P. F., Neto, A. Silva; Carvalho, T. O.; Borges, P. R. O. Analysis of the effect of lightning on the energized shield wire line technology, In: International Symposium on Lightning Protection, 11 (XI SIPDA), Fortaleza, 2011, Proceedings, IEE/USP, São Paulo, 2011, CD Rom.
- Ramos, José Ezequiel; Piantini A.; Pires, Valdemir Aparecido; D’Ajuz, Ary; Borges, Paulo Roberto de Oliveira. Alternativas tecnológicas para fornecimento de energia elétrica a pequenas cargas. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC 2014 e Semana Oficial da Engenharia e Agronomia, 71, Teresina, 2014. Anais, Teresina, 2014, CD Rom, ano 1, v. 1.