



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

FI/GDS/10
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO – X

GRUPO DE ESTUDO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS ELÉTRICOS – GDS

INFLUÊNCIA DA AGREGAÇÃO TEMPORAL NOS INDICADORES DE AFUNDAMENTOS DE TENSÃO

H. K. R. Filho(*)
UNIFEI

P. V. G. de Souza
UNIFEI

J. M. C. Filho
UNIFEI

T. C. de Oliveira
UNIFEI

RESUMO

Este artigo tem como objetivo avaliar tanto do ponto de vista conceitual como prático a influência da utilização da agregação temporal nos indicadores de afundamentos momentâneos de tensão (AMTs). Para atingir os objetivos estabelecidos, serão utilizados dados reais de 12 meses de medição de uma importante concessionária brasileira. O estudo de caso apontou que a utilização da agregação temporal, reduz significativamente o número de AMTs contabilizados, portanto a análise individual dos eventos é relevante para mostrar a situação real do sistema sob estudo.

PALAVRAS-CHAVE

Afundamentos momentâneos de tensão, Medição, Indicadores, Agregação Temporal.

1.0 - INTRODUÇÃO

O objetivo da agregação temporal é agrupar eventos sucessivos de afundamentos de tensão provocados por uma única falta no sistema elétrico e assim contabilizá-los como um único evento. Procura-se com este procedimento obter uma relação única entre as faltas que acontecem na rede e a série de eventos registrados pelos monitores de qualidade em decorrência das tentativas de religamento do sistema.

A premissa utilizada é que muitos equipamentos e processos industriais se desligam durante a ocorrência do primeiro AMT registrado. Uma vez que o processo parou, os eventos subsequentes não causam nenhum efeito adicional sobre a carga. Consequentemente, a contabilização de todos os eventos levaria a um erro estatístico na avaliação do desempenho do suprimento da concessionária, sobreestimando o número de ocorrências de afundamentos de tensão.

Uma das maneiras de contornar este problema é a utilização da agregação temporal com uma janela de tempo pré-definida, ou seja, a partir da ocorrência do primeiro evento, todos os que o sucederem dentro daquele intervalo de tempo estabelecido serão considerados como um mesmo evento. O Prodist (1) recomenda um intervalo de agregação de três minutos.

Entretanto, há controvérsias em relação a este procedimento, pois considerando que um processo industrial será paralisado quando da ocorrência do primeiro AMT, os afundamentos subsequentes devido aos religamentos não serão “percebidos” pela planta ou processo industrial. Porém, suspeita-se que algumas paradas de processos industriais também ocorram não provocadas somente pelo primeiro evento, mas devido ao efeito acumulativo dos afundamentos de tensão oriundos das ações de religamentos.

Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência da agregação temporal nos indicadores de AMTs a partir dos resultados obtidos de um estudo de caso de uma importante concessionária brasileira.

2.0 - INDICADORES PARA AFUNDAMENTOS DE TENSÃO

Segundo (1), num determinado ponto de monitoração, um afundamento de tensão é caracterizado a partir da agregação dos parâmetros amplitude e duração de cada evento fase-neutro, ou seja, eventos simultâneos e consecutivos, que ocorrem em um determinado intervalo de tempo, são agrupados para serem contabilizados como um só evento. Portanto, eventos fase-neutro simultâneos em mais de uma fase são primeiramente agregados compondo um mesmo evento no ponto de monitoração (agregação de fases).

A agregação pode ser feita utilizando diversos critérios. Um deles é a união de fases, onde a duração do evento é definida como o intervalo de tempo decorrido entre o instante em que o primeiro dos eventos fase-neutro transpõe determinado limite e o instante em que o último dos eventos fase-neutro retorna para o mesmo limite. O Prodist (1), também reconhece as outras formas alternativas de agregação de fases: Agregação por parâmetros críticos; Agregação pela fase crítica.

Após a agregação de fases, afundamentos consecutivos devem ser agregados de forma temporal quando o intervalo de tempo entre o início de eventos consecutivos for inferior a três minutos. O afundamento que representa o intervalo de três minutos é o de menor amplitude (2). O objetivo da agregação temporal é agrupar todos os eventos devidos a uma única falta no sistema de potência e assim identificá-los como um único evento. Procura-se obter uma relação única entre as faltas que realmente acontecem na rede e a série de eventos registrados pelos monitores de qualidade (3).

Por exemplo, os eventos mostrados na Figura 1 retratam uma única falta que, por ação de religadores e de seus ajustes de proteção, provocou dois AMTs consecutivos, em um intervalo de, aproximadamente, 25 segundos. De acordo com a proposta de agregação adotada para este trabalho, estes dois eventos, visto que estão compreendidos em uma janela de tempo inferior a 3 minutos, devem ser agregados temporalmente e contabilizados como um único AMT.

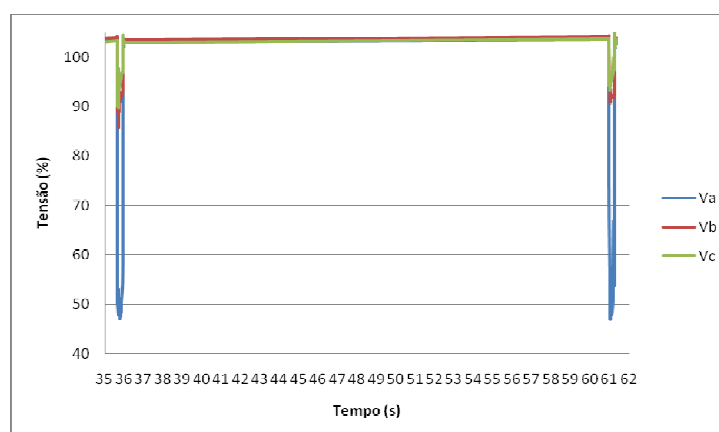


FIGURA 1– Eventos Sucessivos de AMTs

O indicador utilizado para quantificar um AMT em um ponto de monitoração é a frequência de ocorrência, em base anual, discretizados em faixas de amplitude e duração, conforme Tabela 1 (2), onde a amplitude é quantificada em p.u. da tensão de referência, que pode ser a tensão nominal ou a tensão contratada.

Tabela 1 – Discretização dos Parâmetros Amplitude e Duração para Contabilização de Afundamentos (2)

DURAÇÃO/AMPLITUDE (p.u.)	[16,67 ms – 300 ms]	(300 ms – 600 ms]	(600ms – 1s]	(1s – 3s]	(3s – 3min]
(0,85 –0,90]					
(0,80 –0,85]					
(0,70 –0,80]					
(0,60 –0,70]					
(0,50 –0,60]					
(0,40 –0,50]					
(0,30 –0,40]					
(0,20 –0,30]					
(0,10 –0,20]					
<0,10					

Afundamentos entre 0,85 e 0,9 p.u. constituem uma zona de transição e devem ser quantificados apenas quando a configuração de disparo e de reinício assim o permitir, sem que haja, no entanto, aumento significativo da quantidade de dados registrados. Prioritariamente, essa configuração de disparo e de reinício deve ser de 0,9 e 0,92 p.u. para afundamento de tensão.

3.0 - ESQUEMAS DE PROTEÇÃO EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO

3.1 Proteção Seletiva

No esquema seletivo, a proteção é ajustada de tal forma que para qualquer tipo de falta (temporária ou permanente), apenas o dispositivo de proteção mais próximo à falta deve atuar. No caso mostrado na Figura 2, vê-se que para a falta indicada, somente o elo fusível F1 deverá atuar para isolar o trecho defeituoso. Como resultado, todos os consumidores a jusante de F1 sofrerão interrupção de regime permanente.

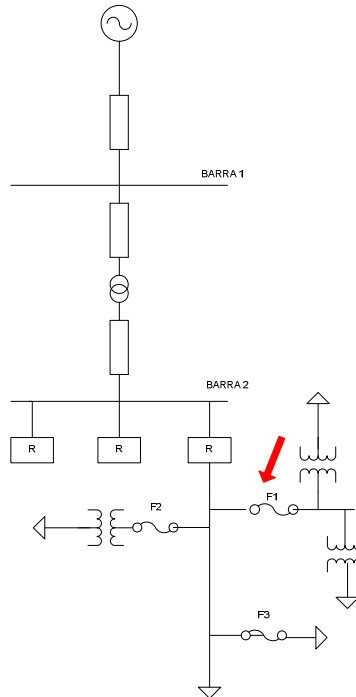


FIGURA 2 – Demonstração de Falha em um Sistema Hipotético

Onde na Figura 2 tem-se: F – Elo fusível; R – Religador.

3.2 Proteção Coordenada

Nesta filosofia de proteção há a necessidade da presença de religadores ou disjuntores associados a relés de religamento.

Ao contrário da filosofia seletiva, na presença de uma falta no sistema, haverá atuação do equipamento de proteção mais próximo do defeito somente depois da atuação do religador de retaguarda. Isso é bastante eficaz, já que reduz significativamente o número de interrupções de energia, pois segundo (4), de 70% a 86% das ocorrências em redes de distribuição são temporárias e ocorrem entre fase e terra. Portanto, no esquema de proteção coordenado, a proteção é ajustada de tal forma que as faltas temporárias são eliminadas através do religamento automático do dispositivo de proteção de retaguarda, normalmente um religador, e as faltas permanentes são eliminadas através da operação do dispositivo de proteção mais próximo ao ponto de falta, geralmente um elo fusível (5).

Na Figura 2, considerando, portanto, a proteção coordenada, o religador R deverá atuar e posteriormente religar e restabelecer o fornecimento de energia caso a falta seja temporária. Como resultado, todos os consumidores a jusante do religador R sofrerão uma interrupção temporária e o fornecimento de energia será restabelecido normalmente. Em contrapartida, caso a falta seja permanente, o religador fará algumas tentativas para restabelecer o funcionamento da rede e antes que o religador seja bloqueado o elo fusível atuará e isolará o trecho defeituoso. Neste caso, os consumidores a montante de F1 sofrerão interrupções temporárias e os consumidores a jusante de F1, além das interrupções temporárias citadas, sofrerão uma interrupção permanente.

Para se obter coordenação entre religador-fusível, tem-se que as curvas rápidas do religador devem atuar antes da fusão do elo, e as curvas lentas devem atuar somente após a fusão do fusível. Na Figura 3, apresentam-se as curvas dos dispositivos de proteção ajustados de forma coordenada (5).

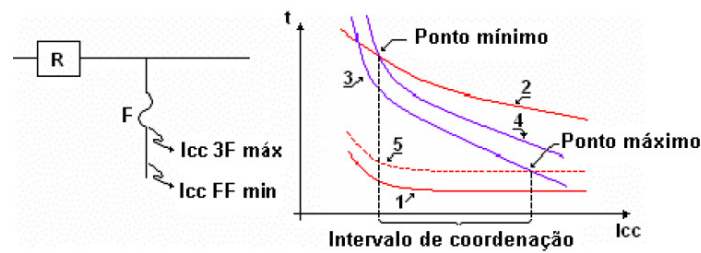


FIGURA 3 – Coordenação Religador-Fusível

Onde na Figura 3 tem-se: 1-Curva de operação rápida do religador; 2- Curva de operação lenta do religador; 3-Curva de tempo mínimo do elo; 4- Curva de tempo total de interrupção do elo; 5-Curva de operação rápida do religador multiplicada pelo fator K, que é um fator que depende do intervalo de religamento além do número de operações na curva rápida (6).

4.0 - INFLUÊNCIA DA AGREGAÇÃO TEMPORAL NA CONTABILIZAÇÃO DE AMTs

4.1 Contabilização de AMTs

Uma das formas de contabilizar os AMTs é através da tabela de contagem de eventos por faixas de amplitude e duração apropriadas. Com base na Tabela 1, proposta no Submódulo 2.8 dos Procedimentos de Rede do ONS (2), obteve-se a Tabela 2, adaptada neste trabalho para sistemas de distribuição.

As principais modificações acrescentadas em relação a tabela proposta do ONS (2) foram: Acréscimo de uma faixa que contempla os eventos com duração entre 0,5 e 1 ciclo, tomando como base medições reais em sistemas de distribuição, onde foi observada uma concentração significativa de eventos nesta região; Divisão entre 1 ciclo e 300 ms em uma de 1 ciclo a 100 ms e de 100 a 300 ms, melhorando a visualização da distribuição dos eventos; Acréscimo de uma faixa de durações entre 1 e 3 minutos, visto que a definição de AMTs por (1) contempla eventos com duração de até 3 minutos.

Tabela 2 – Proposta de Tabela Modificada

Amplitude [pu]\Duração	[8.33 - 16.67]ms	[16.67 - 100]ms	[100 - 300]ms	[300 - 600]ms	[600ms - 1seg]	[1 - 3]seg	[3seg - 1min]	[1 - 3]min
(0.85 - 0.90)								
(0.80 - 0.85)								
(0.70 - 0.80)								
(0.60 - 0.70)								
(0.50 - 0.60)								
(0.40 - 0.50)								
(0.30 - 0.40)								
(0.20 - 0.30)								
[0.10 - 0.20]								
<0.10								

4.2 Influência da Proteção Seletiva

Na filosofia de proteção seletiva envolvendo religadores e elos fusíveis, mediante uma falta, há a preocupação em desligar o menor trecho possível da rede. Portanto, tem-se que tanto para faltas transitórias como para faltas permanentes, o equipamento de proteção que irá atuar será o mais próximo da falta, geralmente o elo fusível.

Logo, nestes casos, não ocorrerão religamentos e consequentemente, AMTs sucessivos, e a implementação ou não da agregação temporal não influenciará na contabilização dos eventos.

Desse modo, consumidores que estiverem conectados ao ramal protegido pelo elo fusível sofrerão uma interrupção de regime permanente, com piora dos indicadores de continuidade (frequência e duração). Já os consumidores conectados aos ramais adjacentes ou a montante do ponto de falta poderão sofrer apenas um AMT.

4.3 Influência da Proteção Coordenada

Na filosofia de proteção coordenada, há a preocupação de se evitar o desligamento permanente do sistema quando ocorrerem faltas transitórias. Em outras palavras, mediante ajuste adequado do religador, este tenta restabelecer a normalidade da rede através das ações de religamento, minimizando a atuação (queima) de elos fusíveis.

No caso da proteção coordenada, o tipo da falta influencia na contabilização de AMTs. Para faltas transitórias, o número de variações de tensão de curta duração (VTCDs) contabilizado dependerá do tempo de permanência da falta na rede e, consequentemente, do número de tentativas de religamento. Em geral, os religadores são

programados para realizar até três religamentos antes do bloqueio. No entanto, há concessionárias que adotam apenas dois religamentos na rede de distribuição (7).

Para faltas permanentes, o religador fará, sem sucesso, até três tentativas de religamento. Nestes casos, o religador realizará a sequência completa de operações, isto é, três religamentos e quatro disparos. Após o quarto disparo, o religador será bloqueado e permanecerá aberto até receber um comando de fechamento local ou remoto. Por outro lado, se a falta for eliminada antes do último religamento, não haverá bloqueio do religador (8). Desse modo, consumidores conectados ao alimentador protegido pelo religador sofrerão interrupções de curta duração, caso a falta seja temporária e caso seja permanente, sofrerão também uma interrupção de longa duração.

A título de ilustração, na Figura 4 (5), tem-se o perfil da tensão a montante de um religador instalado num sistema de distribuição hipotético. Para esse caso, o consumidor sofre 2 afundamentos de tensão. Neste caso o sistema é restabelecido no segundo religamento.

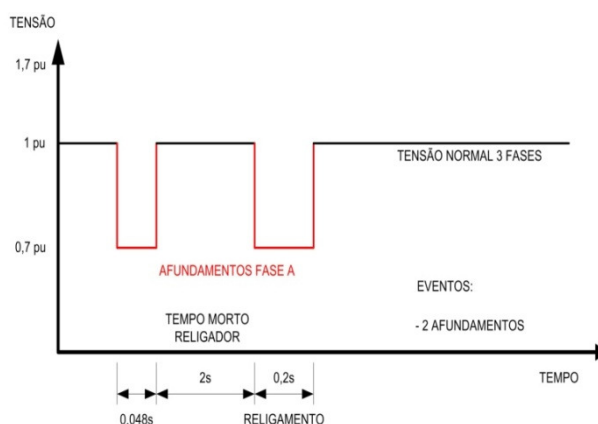


FIGURA 4 – Tensão a Montante do Religador

Na Figura 5 (5), igualmente como mostrada anteriormente, tem-se o perfil da tensão de um religador instalado num sistema de distribuição hipotético, porém nesse caso o consumidor se encontra a jusante do religador. Para esse caso, é mostrado que o consumidor sofre duas interrupções de curta duração.

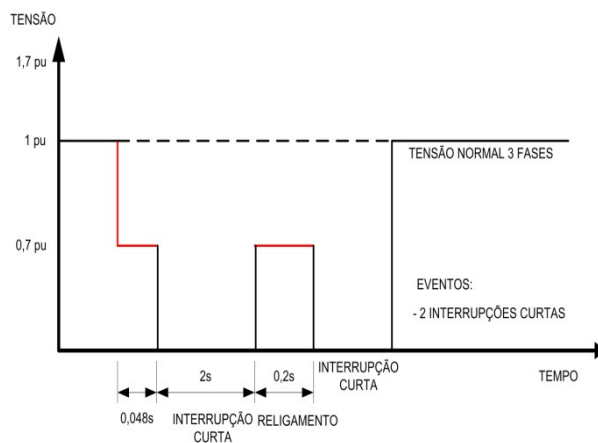


FIGURA 5 – Tensão a Montante do Religador

As barras localizadas a montante do religador, assim como os consumidores alimentados através de alimentadores adjacentes ao circuito sob falta perceberão apenas AMTs e não interrupções, conforme Figura 4. Já os consumidores localizados a jusante do religador perceberão afundamentos de tensão sucedidos de interrupções temporárias, conforme Figura 5. Logo, o número de AMTs percebidos pelos consumidores a montante dependerá da quantidade de religamentos realizados na rede, a saber: 0 religamento ou 1 religamento com sucesso – 1 AMT; 2 religamentos, com sucesso no segundo – 2 AMTs; 3 religamentos, com sucesso no terceiro – 3 AMTs; 3 religamentos sem sucesso – 4 AMTs.

Portanto, com base no que foi exposto, fica evidente a influência da agregação temporal na contabilização dos AMTs. Outro ponto de destaque é que a duração dos AMTs está intimamente relacionada com o tempo de atuação do sistema de proteção, seja elo fusível, religador ou disjuntor associado a relé.

5.0 - ESTUDO DE CASO

5.1 Descrição do Sistema

O sistema de distribuição utilizado como caso teste é constituído de uma subestação de 138/13,8 kV, onde encontram-se instalados dois transformadores de 100 MVA. Possui dois barramentos em 13,8 kV, com possibilidade de interligação através de uma chave que opera normalmente aberta. Cada barramento possui 5 alimentadores. O comprimento total da rede do sistema de distribuição tem cerca de 600 km, sendo 168 km ligados ao secundário do TR-1 e 432 km ao TR-2.

No sistema de distribuição estão instalados 26 religadores, além de inúmeros elos fusíveis. Do total de religadores, 18 (69%) estão com a curva rápida ajustada, de acordo com a filosofia da proteção coordenada. Para a realização das análises foram utilizados os registros de AMTs obtidos através de um monitor de qualidade da energia, tipo SEL 734 (9) instalado no secundário do TR-1. Trata-se de um sistema que alimenta muitos consumidores industriais, sendo que em média cada alimentador tem 32 km de extensão.

5.2 Análise dos Resultados de Medição

As medições foram realizadas durante o período de um ano, desde julho de 2012 a junho de 2013. Os dados recebidos já estavam agregados pelo medidor segundo o critério da união das fases (1). Em seguida, realizou-se a agregação temporal, utilizando uma janela de tempo de três minutos e a organização dos eventos em uma tabela modificada, conforme proposta apresentada na Tabela 2. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 3, onde se observa a contabilização total (E.T) de 128 AMTs, quando se efetua a agregação temporal de 73 eventos (E.A).

Tabela 3 – Contabilização com o Uso da Agregação Temporal

Amplitude [pu]\Duração	(8.33 - 16.67)ms	(16.67 - 100)ms	(100 - 300)ms	(300 - 600)ms	(600ms - 1seg)	(1 - 3)seg	(3seg - 1min)	(1 - 3)min	
(0.85 - 0.90)	18	26	4	1	0	0	0	0	49
(0.80 - 0.85)	11	18	3	1	1	0	0	0	34
(0.70 - 0.80)	2	7	2	4	3	1	0	0	19
(0.60 - 0.70)	1	4	0	1	0	0	0	0	6
(0.50 - 0.60)	1	1	2	2	1	0	0	0	7
(0.40 - 0.50)	0	2	0	0	0	0	0	0	2
(0.30 - 0.40)	0	1	1	1	0	0	0	0	3
(0.20 - 0.30)	0	1	1	1	0	0	0	0	3
(0.10 - 0.20)	0	0	2	1	0	0	0	0	3
<0.10	0	0	0	0	2	0	0	0	2
	33	60	15	12	7	1	0	0	128 E.T
									73 E.A

Usando procedimento semelhante, porém, agora sem realizar a agregação temporal, obtém-se a Tabela 4, onde se observa que o número total de eventos aumenta para 201 AMTs, o que corresponde a um acréscimo de 57% em relação à situação anterior.

Tabela 4 – Contabilização sem o Uso da Agregação Temporal

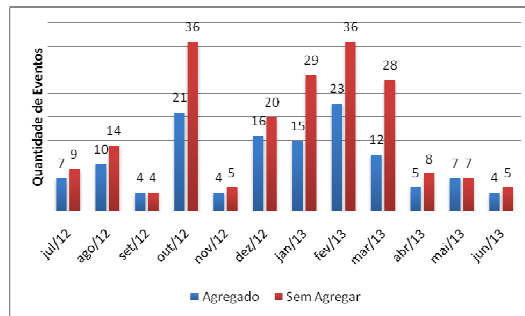
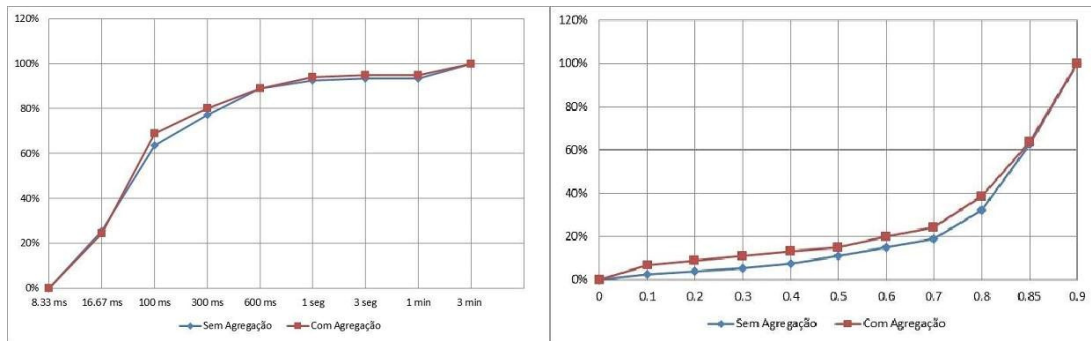
Amplitude [pu]\Duração	(8.33 - 16.67)ms	(16.67 - 100)ms	(100 - 300)ms	(300 - 600)ms	(600ms - 1seg)	(1 - 3)seg	(3seg - 1min)	(1 - 3)min	
(0.85 - 0.90)	34	34	5	2	0	0	0	0	75
(0.80 - 0.85)	16	31	8	5	1	0	0	0	61
(0.70 - 0.80)	2	8	3	8	4	2	0	0	27
(0.60 - 0.70)	1	4	1	2	0	0	0	0	8
(0.50 - 0.60)	1	1	2	3	1	0	0	0	8
(0.40 - 0.50)	0	2	5	0	0	0	0	0	7
(0.30 - 0.40)	0	1	2	1	0	0	0	0	4
(0.20 - 0.30)	0	1	1	1	0	0	0	0	3
(0.10 - 0.20)	0	0	2	1	0	0	0	0	3
<0.10	1	0	0	2	2	0	0	0	5
	55	82	29	25	8	2	0	0	201 E.T
									0 E.A

A Figura 6 apresenta, respectivamente, a frequência acumulada relativa para a duração (esquerda) e magnitude (direita) dos eventos, para as situações com e sem o uso da agregação temporal.

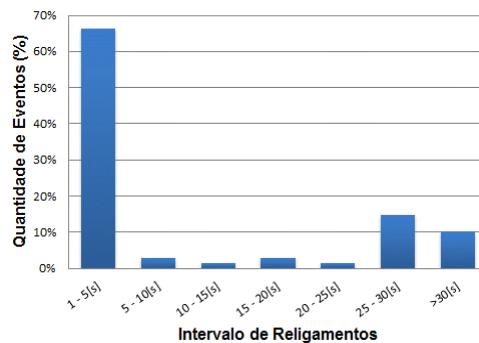
Com base na observação dos gráficos de frequência acumulada relativa, tanto de duração como de magnitude, observa-se que uma curva praticamente se sobrepõe a outra, indicando, mesmo padrão de comportamento dos resultados.

Para viabilizar uma análise da evolução mês a mês, a Figura 7 mostra, para a condição agregada e não agregada, a quantidade de eventos registrados.

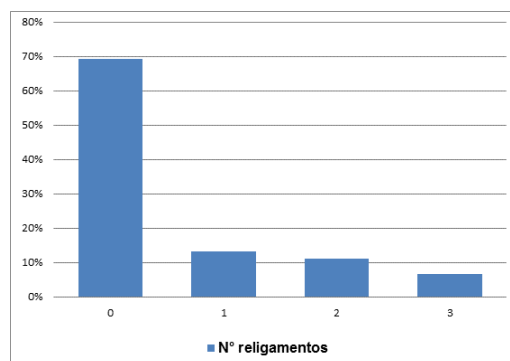
A partir do gráfico apresentado, percebe-se que alguns meses apresentam maior quantidade de eventos (agregados ou não), como outubro, janeiro e fevereiro, que são meses em que se observam maiores quantidades de descargas atmosféricas e consequentemente maior probabilidade de ocorrência de curtos circuitos, que são as principais causas de AMTs.



Ao se comparar mês a mês a contabilização de AMTs com e sem agregação temporal, constata-se que em alguns meses (outubro, janeiro, fevereiro) a diferença entre a quantidade de eventos se acentua, o que caracteriza maior incidência de faltas permanentes, ou temporárias, com religamentos onde se obteve sucesso somente a partir da segunda tentativa. A partir dos resultados de medição, foi possível calcular os intervalos de religamento (tempo morto) dos religadores, conforme resultados apresentados no histograma da Figura 8.



O histograma citado mostra que a maioria dos intervalos de religamento ficaram entre 1 e 5 segundos, mostrando que a maioria das faltas são temporárias. Alguns poucos eventos ficaram em faixas intermediárias, 14,7% concentraram entre 25 e 30 segundos e 10 % maiores que 30 s. Ainda com base nos resultados de medição de AMTs, foi possível obter o número de AMTs agregados conforme resultados apresentados na Figura 9.



O valor “0” na Figura 10 corresponde aos AMTs que não sofreram agregação temporal, resultantes de faltas que foram eliminadas na primeira atuação da proteção (elo fusível ou religador) e caso tenha havido religamento, este foi realizado com sucesso na primeira tentativa. De forma semelhante, o valor “1” representa aquelas situações em que se obteve sucesso no segundo religamento e assim sucessivamente. Portanto, pode-se observar que cerca de 69% dos registros de eventos não sofreram agregação temporal.

6.0 - CONCLUSÃO

Com base nos resultados de medição obtidos do estudo de caso apresentado, concluiu-se que a prática de se utilizar agregação temporal não revela todos os eventos de AMTs que de fato ocorreram na rede.

Observou-se que o número de AMTs contabilizados com e sem agregação temporal foi respectivamente, 128 e 201, o que representa um aumento de 57% dos eventos. Os eventos de AMTs que não sofreram agregação temporal, que representam 69% das ocorrências, são resultantes de faltas que foram eliminadas na primeira atuação da proteção (elo fusível ou religador) e caso tenha havido religamento, este foi realizado com sucesso na primeira tentativa. Por outro lado 24% das ocorrências retratam aqueles casos que houve sucesso na 2ª e 3ª tentativas de religamento e finalmente, 7% corresponde àquelas situações que não se obteve sucesso no religamento, o que certamente foi devido às faltas permanentes.

Eventos de AMTs sucessivos são geralmente advindos de tentativas de religamentos da proteção, que corresponde a uma prática muito comum nas concessionárias, dado que a maioria das faltas em sistemas de distribuição é transitória. A adoção da filosofia de proteção coordenada acaba por minimizar interrupções de regime permanente, com consequente melhoria dos indicadores de continuidade (FEC e DEC), além de reduzir o custo operacional das empresas, minimizando o deslocamento de equipes de manutenção. Em contrapartida, observa-se um aumento expressivo de AMTs quando não se realizada agregação temporal.

Finalmente, propõe-se estudar e reavaliar o procedimento atual de se utilizar a agregação temporal para a definição de indicadores de AMTs, pois há evidências que alguns processos industriais sofrem paradas também em decorrência do efeito acumulado dos afundamentos de tensão oriundos das ações de religamentos.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANEEL. “Agência Nacional de Energia Elétrica –Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica”. 2014.
- (2) ONS. “Procedimentos de Rede Submódulo 2.8 - Gerenciamento dos indicadores de desempenho da rede básica e de seus componentes”. 2012.
- (3) R. S. THALLAM, G. T. HEYDT, “Power Acceptability and Voltage Sag Indices in the Three Phase Sense”, IEEE PES Summer Meeting, Seattle, USA, July 2000.
- (4) ALMEIDA, W. G.; FREITAS, F. D. “Circuitos Polifásicos - Teoria e Ensaios”. Brasília: Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos, 1995.
- (5) GODINHO, J. “Influência da proteção na qualidade da energia elétrica”, Dissertação de Mestrado, UNIFEI, Dezembro de 2010.
- (6) CEPEL. “Proteção para Sistemas MRT, RER-10”. Capturado em 15 de março de 2006. Online. Disponível na Internet. <http://www.cepel.br/~per/download/rer/rer-10.pdf>.
- (7) REDE CEMAT. “NTD-RE-002 - Norma Técnica de Distribuição”. Centrais Elétricas Matogrossense. 2008.
- (8) CLÉ DE OLIVEIRA, T.; CARVALHO FILHO, J. M. DE; GODINHO CARVALHO, J. “Influência da Proteção nos Indicadores de Continuidade e de Variações de Tensão de Curta Duração”. Conferência Brasileira de Qualidade de Energia Elétrica.Cuiabá,2011.
- (9) SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES, C. L. SEL 734. Disponível em: http://www.selinc.com.br/Produtos/SEL-734_portatil.aspx. Acessado em 15/05/2014.

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Homero Krauss Ribeiro Filho - Nasceu em Alpinópolis (MG), em 1991. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI em 2014. Atualmente é aluno de mestrado em Engenharia Elétrica, também pela Unifei. Desde 2013 desenvolve trabalhos vinculados ao Grupo de Estudos da Qualidade da Energia Elétrica, GQEE, atual Centro de Excelência em Redes Elétricas Inteligentes (CERIn), na área de Qualidade da Energia Elétrica, principalmente na área de afundamentos de tensão.



Paulo Vitor Grillo de Souza - Nasceu em São José do Rio Preto (SP), em 1992. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI em 2014. Atualmente é aluno de mestrado em Engenharia Elétrica, também pela Unifei. Desde 2012 desenvolve trabalhos vinculados ao Grupo de Estudos da Qualidade da Energia Elétrica, GQEE, atual Centro de Excelência em Redes Elétricas Inteligentes (CERIn), na área de Qualidade da Energia Elétrica, principalmente em afundamentos de tensão.



Thiago Clé de Oliveira – Nasceu em Ribeirão Preto (SP). Possui graduação, mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá em 2002, 2004 e 2008 respectivamente. Desde 2000 desenvolve trabalhos vinculados ao Grupo de Estudos da Qualidade da Energia Elétrica, GQEE, atual Centro de Excelência em Redes Elétricas Inteligentes (CERIn), com experiência e especial interesse em Medição de Grandezas Elétricas, Proteção de Sistemas Elétricos e, principalmente, Qualidade da Energia Elétrica, com destaque especial para afundamentos de tensão. Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Itajubá e membro do CERIn. Desde junho de 2012 atua como Coordenador do Programa de Graduação em Engenharia Elétrica da UNIFEI.



José Maria de Carvalho Filho - Possui mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá (1996) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá (2000). É professor associado da Universidade Federal de Itajubá. Possui bolsa do Programa Pesquisador Mineiro - PPM (FAPEMIG). Pesquisador e instrutor da Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria de Itajubá. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade da energia elétrica, VTCDs, afundamentos de tensão, proteção de sistemas elétricos de distribuição e industriais.

