

V SBQEE

Seminário Brasileiro sobre Qualidade da Energia Elétrica

17 a 20 de Agosto de 2003

Aracaju – Sergipe – Brasil



Código: AJU 04 117

Tópico: Análise, Diagnóstico e Soluções

AValiação DO COMPROMISSO NO USO DE RELIGADORES EM ALIMENTADORES COM CARGAS SENSÍVEIS

Ruth P.S. Leão*
DEE - UFC
rleao@dee.ufc.br

Marcus S. Medeiros
DEQUAE - COELCE
superbus@coelce.com.br

Eudes B. de Medeiros
DEOPE - COELCE
eudes@coelce.com.br

José Giordane Silveira
DEMAP - COELCE
giordane@coelce.com.br

Thelma M.M. Pinheiro
DEQUAE - COELCE
thelma@coelce.com.br

RESUMO

A maioria das faltas em sistemas de distribuição aérea de energia elétrica é de natureza temporária, provocadas em sua grande maioria por agentes externos ao sistema elétrico. Para diminuir a indisponibilidade do fornecimento, as concessionárias têm adotado o uso de religadores, os quais possuem a propriedade de automaticamente religar, seqüencialmente, um número de vezes, restaurando a continuidade do circuito mediante faltas de natureza temporária. Entretanto, o religamento automático introduz perturbações como afundamentos de tensão e interrupções de curta duração, causando má operação e por vezes desligamento em um número cada vez crescente de cargas sensíveis. O objetivo do artigo é avaliar para uma dada seqüência de religamento o número de variações de tensão de curta duração, e o número de interrupções de longa duração para a condição com e sem religador.

PALAVRAS-CHAVE

Qualidade da energia elétrica. Faltas permanentes e temporárias. Afundamento de tensão. Interrupção de curta duração.

1.0 - INTRODUÇÃO

Os sistemas de distribuição apresentam um elevado índice de falta devido à exposição da rede a agentes externos como descargas atmosféricas, vendavais, acidentes de trânsito, e contato de galhos de árvores e de animais. Nos

sistemas de distribuição aéreos entre 80 e 95% das faltas são de natureza temporária com duração de no máximo poucos ciclos ou segundos [1] e [2].

As faltas temporárias podem levar a interrupções de curta duração e afundamentos de tensão, neste último caso afetando consumidores em uma extensa área. Nas interrupções de curta duração o suprimento em geral é restaurado automaticamente através de religadores ou por chaveamento de disjuntores com transferência de alimentador, na tentativa de limitar a duração da interrupção. A transferência de alimentador é típica em sistemas industriais supridos por um arranjo de alimentadores independentes, com controle de intertravamento para transferência automática entre alimentadores mediante ocorrência de falta [3].

Tradicionalmente os religadores têm sido considerados como dispositivos de proteção. Nos modernos sistemas digitais de automação, os religadores automáticos têm sido alocados como dispositivos de controle de faltas permanentes. Uma falta é dita permanente quando resulta em uma interrupção de longa duração no fornecimento, isto é, acima de 1 minuto.

Uma interrupção de longa duração pode ser do tipo programada ou forçada. A interrupção forçada em geral é ocasionada por agentes externos, erro humano, ou falha de dispositivo do sistema, neste último caso, o processo de restauração do fornecimento é obtido por reparo ou reposição do dispositivo.

* Caixa Postal 6001 – Campus do Pici - CEP 60.455-760 - Fortaleza - CE - BRASIL
Tel.: +55 (081) 288-9576 - FAX: +55 (085) 288-9574 - E-mail: rleao@dee.ufc.br

A prática comum de uso de religadores automáticos pelas concessionárias de energia elétrica tem reduzido a duração das interrupções de patamares de 1h para menos de 1 min, acarretando em benefícios para as concessionárias quanto aos valores de seus indicadores de continuidade, em especial DEC – Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora, DIC – Duração de Interrupção por Unidade Consumidora, assim como FEC - Freqüência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora e FIC - Duração de Interrupção por Unidade Consumidora.

Por outro lado, o uso de religadores automáticos acarreta variações de tensão de curta duração, sendo os afundamentos de tensão e as interrupções de curta duração os distúrbios de maior impacto sobre as cargas sensíveis. A intolerância das cargas sensíveis às variações de tensão de curta duração, e o custo associado a tais distúrbios têm levantado questões, em especial por parte do consumidor, quanto ao uso disseminado de religadores nos sistemas de distribuição, no que tange ao número de religamentos, o tempo de abertura, ou até mesmo a eliminação de tais dispositivos de acordo com a natureza da carga suprida.

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficácia do uso difundido de religadores em alimentadores primários aéreos quanto aos efeitos advindos das tentativas de religamento. Com base na seqüência de religamentos adotado serão contabilizados o número de afundamentos de tensão, de interrupções de curta duração, e o número de interrupções de longa duração para a condição de eliminação de falta com e sem religador.

Para a avaliação do uso de religador automático foi selecionado um alimentador da subestação do Distrito Industrial (DID) em Maracanaú-CE, da Companhia Energética do Ceará (COELCE), com característica predominante de cargas industriais. O alimentador 01F1 tem 3,88km de extensão e 6 sub-ramais. Todos os sub-ramais variam em extensão entre 10 e 40m. O religador foi ajustado para uma operação rápida de 2s e duas operações temporizadas de 5s e 15s.

2.0 - CARACTERÍSTICAS DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Uma variedade de equipamentos é usada na proteção de sistemas elétricos de potência. Os dispositivos mais comuns para proteção de sistemas de distribuição são fusíveis, relés de sobrecorrente, religadores e seccionadores.

O mais simples de todos os dispositivos de proteção é o fusível, simples em princípio de operação e em construção física. Um fusível é um dispositivo de proteção de sobrecorrente. A maioria dos fusíveis usados em sistemas de distribuição é do tipo expulsão. Os fusíveis de expulsão são basicamente formados por uma estrutura de suporte, o elo fusível, e um tubo para confinar o arco elétrico. O elo fusível é diretamente aquecido pela passagem de corrente sendo destruído quando a corrente excede um valor pré-determinado. O interior do tubo é preenchido por uma fibra desionizante. Na presença de uma falta, o elo fusível funde produzindo um arco elétrico e gases desionizantes. Os gases ao serem expelidos pelos terminais do tubo arrastam e expõem as partículas que mantêm o arco. Desta forma, o arco é extinto no momento em que o zero da corrente é alcançado [1].

Os relés são de diferentes tipos e de várias funções. Um relé de proteção é um dispositivo que sente qualquer mudança no sinal, em geral de tensão e/ou corrente, que está recebendo. Se a magnitude do sinal de entrada está além de uma faixa pré-ajustada, o relé operará para iniciar a abertura de um disjuntor associado. O relé de sobrecorrente é o mais simples de todos os relés e opera quando sua corrente excede um valor pré-determinado. Relés de sobrecorrente são geralmente fornecidos com um elemento instantâneo e um elemento com tempo de retardo na mesma unidade.

Os religadores e seccionadores são dispositivos usados em média tensão, particularmente 25kV e abaixo, para a proteção de linhas de distribuição radiais [4].

Os religadores automáticos são dispositivos auto controlados para automaticamente interromper e religar um circuito em corrente alternada, baseados em uma seqüência pré-determinada de aberturas e fechamentos. Normalmente os religadores são projetados para ter até quatro operações abre-fecha e após isso uma operação de abertura final bloqueará a seqüência. A abertura pode ser instantânea, eliminando a falta em cerca de 0,2s a 0,5s, ou retardada com tempos de extinção de dezenas de segundos para permitir a extinção de faltas temporárias nesse intervalo de tempo. A seqüência de religamento depende da filosofia de proteção adotada. Um tempo entre cada religamento pode ser ajustado antes que o religador seja bloqueado. O intervalo de tempo entre cada religamento é denominado de tempo morto, tempo em que os contatos do religador mantêm-se abertos.

Para faltas temporárias em que a seqüência de religamentos é bem sucedida, o religador restaura a continuidade do circuito e em seguida é re-iniciado. Se a falta que originou a operação do religador ainda persiste, então o religador permanecerá aberto após um número de operações pré-definidas, isolando a seção em falta do resto do sistema.

Um seccionador é um dispositivo que isola automaticamente seções de um circuito de distribuição em falta. Os seccionadores não possuem capacidade de interrupção de correntes de falta por isso são usados com um dispositivo de retarguarda, em geral um religador, com capacidade de interrupção de corrente de falta. Os seccionadores atuam após um número pré-selecionado de aberturas do religador e enquanto o religador está aberto, o seccionador abre seus contatos e isola a seção da linha em falta. Isto permite que o religador feche e restabeleça o suprimento para o restante do circuito. Se a falta é temporária, o mecanismo de operação do seccionador é re-iniciado.

3.0 - COORDENAÇÃO DA OPERAÇÃO DO RELIGADOR

Um importante aspecto da proteção é a coordenação entre os dispositivos de proteção a fim de garantir que a perda de suprimento causada por uma falta seja restrita a menor parte do sistema pelo menor tempo possível.

Os alimentadores de distribuição são normalmente radiais, com apenas uma fonte de suprimento. Por conseguinte, os circuitos radiais podem ser protegidos usando tão somente relés de sobrecorrente, religadores, seccionalizadores, e fusíveis, dispensando funções de direção e de distância.

O planejamento de uma estratégia de proteção envolve otimizar a continuidade do serviço para o maior número de usuários a um menor custo. Usualmente isto significa aplicar uma combinação dos dispositivos de proteção para eliminar faltas temporárias com religamento rápido, e isolar faltas permanentes por uma estratégia apropriada de chaveamento.

O custo da proteção inclui pelo lado da concessionária o custo de restauração, perda de faturamento, e aumento e penalização por violação dos indicadores de continuidade. Do ponto de vista do cliente, as variações de tensão de curta duração podem ser tão prejudiciais quanto às de longa duração em termos de parada de processo, perda de produtividade, perda de qualidade do produto, etc. Um outro fator

imensurável é a insatisfação do cliente podendo resultar em mudança de fornecedor.

Um arranjo comumente adotado pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica para alimentadores primários consiste na alocação de religadores automáticos no alimentador principal, e fusíveis de expulsão de ação retardada nos ramos laterais. Assim, uma falta temporária será eliminada pelo religador e o suprimento será automaticamente restaurado. Uma falta permanente, por sua vez, é eliminada pelo fusível de expulsão. Para tanto, o religador tem dois ajustes: disparo instantâneo e disparo retardado. A coordenação da proteção deve ser tal que o disparo instantâneo do religador seja mais rápido do que o fusível de expulsão e o disparo retardado mais lento [3].

4.0 - PREDIÇÃO DE INTERRUPÇÕES E AFUNDAMENTOS DE TENSÃO – CASO PRÁTICO

Serão analisados a seguir os efeitos decorrentes do uso de religador em um alimentador da subestação Distrito Industrial em Maracanaú – CE, o qual opera em 13,8kV.

Os dados necessários para o desenvolvimento do trabalho foram adquiridos do banco de dados da COELCE através dos relatórios da Operação do Sistema onde está registrada toda falta ocorrida em qualquer parte do alimentador, e os diagramas unifilares e cartográficos dos alimentadores de onde se pode pesquisar a extensão dos alimentadores e de seus ramais.

A metodologia aplicada para o desenho dos unifilares simplificados foi a partir dos dados de falhas e a localização destas falhas no diagrama completo do alimentador e após esta identificação foi elaborado o desenho simplificado do alimentador em questão com seu ramo principal e seus ramos secundários.

Foi feita uma pesquisa de todas as faltas que levaram ao bloqueio do religador e de todas as reclamações de consumidores, no período de um ano. Através de filtros no banco de dados e análise de cada motivo das reclamações foi determinada a taxa de falhas do tronco do alimentador e de seus ramais.

A seqüência de religamento adotada pela empresa para os consumidores da área metropolitana de Fortaleza é de até três tentativas de religamento, com tempos de abertura de 2s, 5s e 15s.

As taxas de sucesso observadas para o primeiro, segundo e terceiro religamentos foram de 75%,

10% e 2% do número total de faltas, respectivamente. Isto significa que 25% dos casos experimentam uma segunda tentativa (abrir-fechar); 15% dos casos experimentam um terceiro religamento; e finalmente em 13% dos casos a terceira tentativa não elimina a falta.

4.1 Alimentador Industrial

A Figura 1 mostra o diagrama unifilar do alimentador industrial que apresenta um tronco de 3,88km e 6 ramais com extensões que variam entre 0,01km e 0,04km.

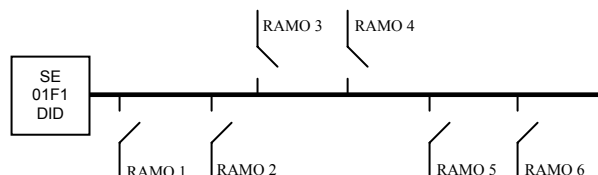


Figura 1 – Alimentador industrial 01F1 e seus ramais.

A extensão de cada trecho e a taxa de falha por km no ano do alimentador e de seus ramais é mostrada na Tabela 1. A partir desses dados foi calculado o número de faltas/ano de cada trecho do alimentador, obtida pelo produto da taxa de falha vezes a extensão do ramo, e o número total de faltas no alimentador, igual a 23,51 faltas/ano.

Tabela 1. Número de faltas por trecho e total do alimentador industrial 01F1.

Trecho	Extensão (km)	Taxa falha/km/ano	NF
Tronco	3,88	6	23,28
Ramo 1	0,04	1	0,04
Ramo 2	0,01	1	0,01
Ramo 3	0,04	1	0,04
Ramo 4	0,01	1	0,01
Ramo 5	0,04	3	0,12
Ramo 6	0,01	1	0,01
		TOTAL	23,51

Na seqüência de religamento de um religador verifica-se um tempo para extinção da falta e um tempo entre religamentos em que os contatos do religador mantêm-se abertos. Durante o tempo decorrido para extinção da falta o sistema sofre afundamento de tensão que será tão mais severo quanto mais próximo o ponto monitorado está da falta. Durante o intervalo de religamento as cargas experimentarão interrupção de curta duração, cuja freqüência e duração dependem do número e do intervalo de religamento adotados.

A Figura 2 apresenta um diagrama ilustrativo para a seqüência de religamentos adotada pela empresa para uma falta em um dos ramais do alimentador em análise. O diagrama apresenta a seqüência de interrupções experimentada para a condição de falta permanente.

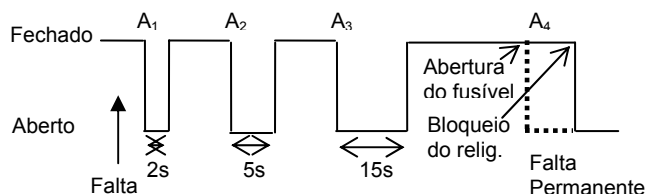


Figura 2 – Seqüência de religamentos.

Em A_1 o religador abre instantaneamente mediante sobrecorrente devido à falta. O religador permanece aberto por um curto intervalo de tempo de 2s. Nesta primeira abertura 75% das faltas são eliminadas e o religador ao fechar seus contatos após 2s a falta não mais está presente.

Considerando a permanência da falta o religador abre instantaneamente pela segunda vez por sobrecorrente – isto acontece em 25% dos casos. O tempo morto do religador é de 5s na segunda abertura. Neste período outras 10% das faltas são eliminadas.

Em permanecendo a falta uma terceira abertura é efetivada em A_3 . O religador mantém seus contatos abertos por 15s ao final dos quais tenta o terceiro e último religamento - 15% das faltas experimentarão o terceiro religamento. Na terceira tentativa de religamento 2% dos casos são bem sucedidos, isto é, o serviço é restaurado. No entanto, em 13% dos casos o religador ao fechar seus contatos a falta ainda está presente; o religador mantém os contatos fechados até que o fusível do ramal em falta atinja seu tempo de abertura. Em abrindo o fusível, a falta é eliminada e o religador permanece fechado. Caso o fusível não atue, o religador abrirá pela última vez bloqueando seus contatos.

Durante a ocorrência de falta, e nos intervalos em que os contatos do religador estão fechados na condição de falta, o alimentador e todos os seus ramais experimentam afundamento de tensão.

Com base no diagrama da Figura 2 observa-se que uma falta poderá causar os possíveis eventos durante a seqüência de operações:

- 1ª abertura do religador: antecedida por um afundamento de tensão e seguida de uma interrupção de 2s;
- 2ª abertura do religador: antecedida por dois afundamentos de tensão e uma interrupção de 2s e seguida de uma interrupção de 5s;
- 3ª abertura do religador: antecedida por três afundamentos de tensão e duas interrupções de 2s e 5s, e seguida de uma interrupção de 15s;
- 4ª abertura do religador: antecedida por quatro afundamentos de tensão e três interrupções de 2s, 5s e 15s, seguida de interrupção sustentada

no ramal em falta provocada pela queima do fusível do ramal defeituoso, ou interrupção sustentada em todo alimentador e seus ramais para falta no alimentador ou descoordenação da proteção. O número de interrupções de longa duração depende da posição da falta no alimentador.

4.2 Classificação do número de variações de tensão de curta duração

Seja o número total de faltas no alimentador 01F1 igual a 23,51 faltas/ano, conforme mostrado na Tabela 1. Com base na taxa de sucesso do primeiro religamento tem-se que 75% das faltas, isto é, 17,63 eventos/ano causam um afundamento de tensão (AT) durante a falta, e uma interrupção de tensão (IT) de 2s durante a abertura do religador.

Um percentual de 10% das faltas, ou seja, 2,35 eventos/ano causam dois AT, um IT de 2s e um IT de 5s. Enquanto que 2% das faltas, i.e., 0,47 evento/ano causa três AT, e três IT de 2s, 5s e 15s, respectivamente. Uma taxa de 13% das faltas é permanente, i.e., 3,06 eventos/ano causam quatro AT, e três IT de 2s, 5s e 15s, respectivamente.

A Tabela 2 apresenta os números anuais de variações de tensão de curta duração, por categoria e duração, para cada abertura do religador. A duração do afundamento depende do tempo de ajuste da proteção e de extinção da falta.

Para ilustrar o cálculo dos resultados mostrados na Tabela 2, considere a condição de abertura A₃ do religador, com sucesso, condição esta em que envolveu três afundamentos de tensão e três interrupções de 2s, 5s, e 15s, como mencionado anteriormente. Assim, tem-se: (3x0,47) + (3x0,47) = 2,82 eventos/ano

O gráfico de barras na Figura 3 mostra o número de variações de tensão por categoria, afundamentos de tensão (AT) e interrupções (IT) em cada religamento com sucesso.

Tabela 2. Número anual de afundamentos de tensão (AT) e de interrupções de tensão (IT) em alimentador de média tensão.

	Seqüência de Religamentos												
	A1		A2			A3				A4			
	AT	IT (2s)	AT	IT (2s)	IT (5s)	AT	IT (2s)	IT (5s)	IT (15s)	AT	IT (2s)	IT (5s)	IT (15s)
Ramo 1	17,63	17,63	4,7	2,35	2,35	1,41	0,47	0,47	0,47	12,24	3,06	3,06	3,06
Ramo 2	17,63	17,63	4,7	2,35	2,35	1,41	0,47	0,47	0,47	12,24	3,06	3,06	3,06
Ramo 3	17,63	17,63	4,7	2,35	2,35	1,41	0,47	0,47	0,47	12,24	3,06	3,06	3,06
Ramo 4	17,63	17,63	4,7	2,35	2,35	1,41	0,47	0,47	0,47	12,24	3,06	3,06	3,06
Ramo 5	17,63	17,63	4,7	2,35	2,35	1,41	0,47	0,47	0,47	12,24	3,06	3,06	3,06
Ramo 6	17,63	17,63	4,7	2,35	2,35	1,41	0,47	0,47	0,47	12,24	3,06	3,06	3,06
Tronco	17,63	17,63	4,7	2,35	2,35	1,41	0,47	0,47	0,47	12,24	3,06	3,06	3,06

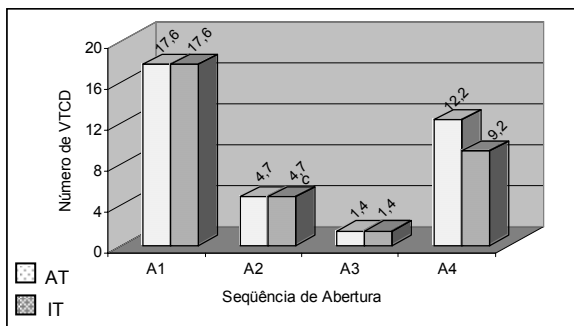


Figura 3 – Número de afundamentos de tensão e de interrupções de curta duração por seqüência de abertura.

A Tabela 3 e a Figura 4 apresentam valores totais por ano de variações de tensão experimentadas no alimentador industrial e seus ramais.

Tabela 3. Número total de afundamentos de tensão (AT) e de interrupções de tensão (IT) por ano.

	TOTAL				Total VTCD
	AT	IT (2s)	IT (5s)	IT (15s)	
Ramo 1	36,0	23,51	5,88	3,53	68,92
Ramo 2	36,0	23,51	5,88	3,53	68,92
Ramo 3	36,0	23,51	5,88	3,53	68,92
Ramo 4	36,0	23,51	5,88	3,53	68,92
Ramo 5	36,0	23,51	5,88	3,53	68,92
Ramo 6	36,0	23,51	5,88	3,53	68,92
Tronco	36,0	23,51	5,88	3,53	68,92

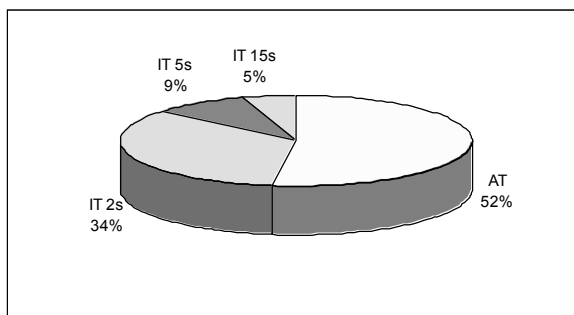


Figura 4 - Percentual total de afundamentos de tensão e de interrupções de curta duração.

Note que todos os ramais e o alimentador principal sofrem o mesmo número de variações de tensão a cada atuação do religador.

4.3 Classificação do número de interrupções sustentadas

O número de interrupções sustentadas ou de longa duração depende da posição do dispositivo de disjunção no alimentador: uma falta permanente no alimentador principal causa interrupção permanente para todos os consumidores; uma falta permanente em um dos ramais causa uma interrupção permanente somente para os consumidores alimentados por este ramal.

Tabela 4 - Número total de faltas permanentes por ano por trecho do alimentador com religador.

01F1	No. Faltas permanentes com religador	
Tronco	$23,28 \times 0,13 = 3,03$	3,030
Ramo 1	$0,04 \times 0,13 = 0,0052 + 3,03$	3,032
Ramo 2	$0,01 \times 0,13 = 0,0013 + 3,03$	3,031
Ramo 3	$0,04 \times 0,13 = 0,0052 + 3,03$	3,035
Ramo 4	$0,01 \times 0,13 = 0,0013 + 3,03$	3,031
Ramo 5	$0,12 \times 0,13 = 0,0156 + 3,03$	3,046
Ramo 6	$0,01 \times 0,13 = 0,0013 + 3,03$	3,031

O número de faltas permanentes para diferentes partes do alimentador depende do (comprimento do ramo) x (taxa de falha do ramo) x (taxa de insucesso do último religamento), ou seja, o número de faltas vezes taxa de insucesso de cada trecho do alimentador. Da Tabela 1 obtém-se os dados para o número de faltas permanentes com o uso de religador mostrados na Tabela 4.

Note que sempre que o tronco do alimentador é desenergizado, acarreta indisponibilidade para seus ramais, daí porque ao número de faltas permanentes de cada ramal é acrescentado número de faltas permanentes do tronco do alimentador.

Tabela 5 - Número total de faltas permanentes por ano por trecho do alimentador sem uso de religador.

01F1	No. Faltas permanentes sem religador	
Tronco	23,28	23,28
Ramo 1	$0,04 + 23,28$	23,32
Ramo 2	$0,01 + 23,28$	23,29
Ramo 3	$0,04 + 23,28$	23,32
Ramo 4	$0,01 + 23,28$	23,29
Ramo 5	$0,12 + 23,28$	23,40
Ramo 6	$0,01 + 23,28$	23,29

Tabela 6 - Número total de faltas por ano por trecho do alimentador com e sem uso de religador.

01F1	Interrupções sustentadas		Todas interrupções (curtas e sustentadas)	
	Com religador	Sem religador	Com religador	Sem religador
Tronco	3,030	23,28	71,95	23,28
Ramo 1	3,032	23,32	71,95	23,32
Ramo 2	3,031	23,29	71,95	23,29
Ramo 3	3,035	23,32	71,96	23,32
Ramo 4	3,031	23,29	71,95	23,29
Ramo 5	3,046	23,40	71,97	23,40
Ramo 6	3,031	23,29	71,95	23,29

O número de faltas permanentes para a condição sem religador quando somente fusíveis são responsáveis na eliminação de faltas é mostrado na Tabela 5.

5.0 - CONCLUSÕES

O uso de religadores automáticos em alimentadores de média tensão é uma prática normalmente utilizada pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica. O religador exerce um importante papel no controle de faltas. Para o alimentador industrial analisado, verificou-se um número total de 23,51 faltas/ano. O uso do religador reduziu em cerca de 13% o número de interrupções de longa duração em cada trecho do alimentador quando comparada à condição sem religador.

Fatores como o controle na frequência e duração de interrupções, exercidas pelas agências fiscalizadoras, e a ausência de regulamentação concernente às variações de tensão de curta duração tem contribuído para a permanência do uso de religadores sem a devida consideração da natureza da carga do cliente.

Para o alimentador avaliado, verificou-se um total de 68,92 variações de tensão de curta duração ao ano, cerca de 96% do total de ocorrências. Isto representa uma parcela bastante significativa de distúrbios com efeito direto sobre cargas eletrônicas/digitais presentes não somente no segmento industrial bem como comercial, residencial e de serviços. Tomando como referência a ITI Curve (Information Technology Industry), uma falta temporária eliminada por uma típica operação de religamento rápido resultará em parada ou mau-funcionamento de equipamentos de tecnologia da informação no circuito afetado. O limite de capacidade de tais equipamentos para 0,5s é de 70% da tensão.

A customização no uso de religadores, com limitação no número de atuações ou até mesmo a abolição de tais equipamentos são considerações que não poderão ser relegadas pelas concessionárias face à insatisfação dos consumidores decorrentes de um uso não seletivo de religadores.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J.M. Gers, E.J. Holmes, *Protection of electricity distribution networks*, London: The Institute of Electrical Engineers, 1998, ISBN 0 85296 923 6.
- [2] E. Lakervi, E.J. Holmes, *Electricity distribution network design*, Second Edition, London: Peter Peregrinus Ltd, 1996, ISBN 0 86341 309 9.
- [3] M.H.J. Bollen, *Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions*, New York: IEEE Press, 2000.
- [4] P.M. Anderson, *Power System Protection*, New York: IEEE Press, 1999, ISBN 0-7803-3427-2.