

Indicadores de Continuidade e Projeto Seletividade – Estudo de Caso na Energisa Sul Sudeste

Danilo Bettoni Molina, Homero Krauss Ribeiro Filho, Felipe Marques dos Santos, Danilo D'Arce Rotta
Energisa Sul Sudeste, Rod. SP 425, km 455- Caixa Postal 36 – 19015-970 – Presidente Prudente - SP

Resumo— Este artigo tem o objetivo de apresentar o projeto seletividade e sua metodologia de implementação prática na Energisa Sul Sudeste. Além disso, o artigo apresenta os resultados obtidos com o projeto, com foco na qualidade do serviço prestado (DEC/FEC) para 24 alimentadores (entre rurais e urbanos), em duas concessões diferentes. Finalmente, é analisado os alimentadores com as melhores características para se implementar o projeto, ressaltando o porquê de se priorizar um alimentador rural para implementação deste tipo de plano de ação.

Palavras-chave— Qualidade do Serviço, Indicadores de Continuidade, Proteção de Sistemas de Distribuição, Seletividade e coordenação.

I. INTRODUÇÃO

A continuidade no fornecimento da energia elétrica está fortemente relacionada ao desenvolvimento da sociedade atual. Além de fator para melhor qualidade de vida, a energia elétrica se tornou ponto importante no crescimento da sociedade moderna e portanto, há uma cobrança cada vez maior para que as concessionárias de energia elétrica reestabeleçam o sistema e que o menor número de clientes possível seja atingido, em caso de uma ocorrência [1].

As ocorrências de curtos circuitos em sistemas elétricos são intrínsecas ao padrão de rede Brasileira, caracterizada por grande extensão de linhas (transmissão e distribuição) aéreas, expostas a todo tipo de intempéries, faltas e vandalismos. Um sistema de proteção mal ajustado, pode trazer problemas na recomposição e localização do defeito. Por isso, a seletividade tem forte influência na contabilização dos indicadores de continuidade da empresa, já que um maior número de clientes interrompidos, por um maior intervalo de tempo, acaba por aumentar os indicadores de duração e frequência (DEC e FEC, respectivamente) [2].

Portanto, a perspectiva atual do setor elétrico deixou de ser apenas gerar, transmitir, distribuir e comercializar o produto energia elétrica, mas também de prestar os serviços necessários à operação de rede e atender seus consumidores da melhor forma possível. Internamente nas distribuidoras de energia elétrica, existem indicadores para medir a eficiência no atendimento aos clientes. Um deles é o TMA (tempo médio de atendimento), que quantifica a rapidez do atendimento da equipe em solucionar a falta de energia em determinado setor. Tudo isso buscando sempre minimizar os custos de operação e maximizar a satisfação dos clientes.

Neste contexto, o objetivo deste artigo é apresentar um projeto realizado na Energisa Sul Sudeste (ESS), denominado Projeto Seletividade. Será apresentado um comparativo real dos ganhos em diferentes tipos de alimentadores rurais e urbanos,

e a grande contribuição na redução dos indicadores de continuidade, aumentando a satisfação dos clientes.

II. INDICADORES DE CONTINUIDADE E SATISFAÇÃO DOS CLIENTES

No Brasil, o órgão responsável pela regulamentação do setor elétrico é a ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Tal instituição criou o PRODIST – Procedimentos da distribuição, que normatiza os serviços prestados pelas distribuidoras de energia, mais especificamente o módulo 8 deste documento [3], estabelece procedimentos e limites para os fenômenos relacionados a qualidade de energia, os quais as concessionárias devem atender, sob pena de multas e/ou reembolsos.

As distribuidoras são avaliadas em diversos aspectos no fornecimento de energia elétrica. Entre eles, está a qualidade do serviço e do produto oferecidos aos consumidores [3].

Destacam-se no aspecto da qualidade do serviço os indicadores de continuidade coletivos, DEC e FEC, e os indicadores de continuidade individuais, DIC, FIC e DMIC.

Expressivas penalizações têm sido aplicadas às distribuidoras de energia que não praticam a qualidade do serviço segundo os parâmetros estabelecidos pela ANEEL, seja nos conjuntos, seja individualmente. Algumas empresas podem passar por intervenção federal, se não conseguirem atingir às exigências do órgão regulador, tornando-se inviáveis economicamente [4].

A satisfação do cliente com a concessionária de energia tem relação direta com a continuidade do serviço. Caso ocorra um problema e venha faltar energia para determinado consumidor ou conjunto destes, o tempo de atendimento às ocorrências emergenciais passa a ser fator determinante para a satisfação do cliente.

O atendimento às ocorrências emergenciais é avaliado por meio de indicadores vinculados a conjuntos de unidades consumidoras. Esses indicadores são apurados mensalmente pelas distribuidoras, e são expressos em minutos. O TMA, que é o tempo médio de atendimento, nada mais é que a soma de três parcelas. São elas:

- Tempo médio de preparação (TMP);
- Tempo médio de deslocamento (TMD);
- Tempo médio de execução (TME).

Para esse indicador vale o raciocínio: quanto menor for o tempo com descontinuidade de energia elétrica, maior foi a eficiência da equipe para sanar o problema, aumentando a satisfação do cliente.

III. SELETIVIDADE E COORDENAÇÃO EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

O foco de um estudo de coordenação e seletividade em sistemas elétricos tem por finalidade a melhora na qualidade do serviço de fornecimento da energia elétrica, onde se busca sempre a redução nas interrupções de longa duração. O resultado de todo trabalho deve ser melhores condições de operação do sistema, com isolamento do trecho em falta o mais rápido possível, com o mínimo de impacto nos consumidores [5].

A grande probabilidade de faltas no sistema elétrico pertence a categoria transitória (70-90%), [6]. Com isso, cabem as filosofias de proteção minimizarem estes efeitos.

Na filosofia de proteção seletiva, a proteção é ajustada de tal forma que para qualquer tipo de falta (temporária ou permanente), o dispositivo de proteção mais próximo do defeito deve atuar. Na Fig. 1, para o defeito indicado, somente o fusível F1 deverá atuar.

Na filosofia de proteção coordenada, ao contrário da filosofia seletiva, haverá atuação do dispositivo de proteção mais próximo do defeito, somente depois da atuação do religador de retaguarda. Essa filosofia explora o alto índice de interrupções temporárias na rede, já que assim evita-se a queima do elo fusível e consequente deslocamento de equipes para regularização da situação. Na Fig. 1, considerando a filosofia coordenada, o religador R deverá atuar e posteriormente religar e restabelecer o fornecimento de energia caso a falta seja temporária. Entretanto, caso a falta seja permanente, o religador fará o número de religamentos pela curva rápida ajustado e antes do bloqueio, o elo fusível atuará isolando o trecho em defeito [7].

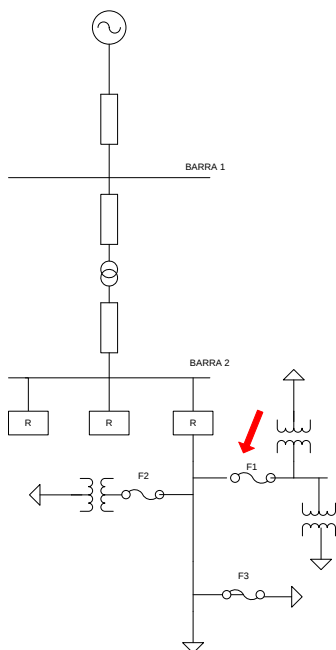


Fig. 1. Demonstração de Falta em um Sistema Elétrico de Distribuição [7].

Onde na Figura 1 tem-se:

F – Elo fusível;

R – Religador.

A análise de coordenação e seletividade é feita pela superposição das curvas tempo x corrente dos equipamentos presentes no sistema em estudo. O estudo deve ser feito para o nível

de curto circuito em cada ponto de interesse, comum aos equipamentos que se pretende obter a coordenação e seletividade [8].

A. Seletividade Fusível-Fusível

Para dois fusíveis em série serem seletivos, o tempo máximo de atuação para o elo fusível mais próximo do defeito deve ser de 75% do tempo mínimo de fusão do elo fusível de retaguarda. Este fator busca garantir a atuação do elo fusível para situações adversas, onde possa haver possíveis alterações de suas características construtivas, e consequentemente, no seu princípio de funcionamento.

B. Coordenação e Seletividade Religador-Fusível

A coordenação entre um religador instalado a montante de um fusível acontece quando o religador, para uma falta a jusante do fusível, realiza operações pela curva rápida ajustada, sem a queima do elo fusível. Em caso do defeito persistir, a curva temporizada deve ser retaguarda para o fusível, ou seja, o último deve vir a isolar o defeito. O intervalo de tempo mínimo entre a curva lenta do religador e a curva total de interrupção do elo fusível deve ser de no mínimo 0,2 segundos [8].

Para existir seletividade entre o religador e fusível, o religador deve operar somente pelas curvas lentas [9]. Ou seja, para este caso, sempre que ocorrer um defeito a frente do elo fusível, este irá operar, independente se a falta for transitória ou permanente.

C. Coordenação e Seletividade Religador-Religador

Para dois ou mais religadores instalados em série, poderá haver coordenação ou seletividade. Haverá coordenação quando dois religadores operam junto pela curva rápida, mas o mais próximo do defeito somente atua pela curva lenta [9]. Para seletividade, não haverá atuações pela curva rápida, somente pela lenta. O intervalo de tempo mínimo entre a curva lenta do religador mais próximo do defeito e o de retaguarda deve ser de no mínimo 0,2 segundos [8].

Importante ressaltar que o ajuste de partida do religador mais próximo do defeito deve ser igual ou menor que o ajuste de partida do religador de retaguarda. Na Fig. 2 é apresentado um exemplo da interação no sistema entre dois religadores instalados em série.

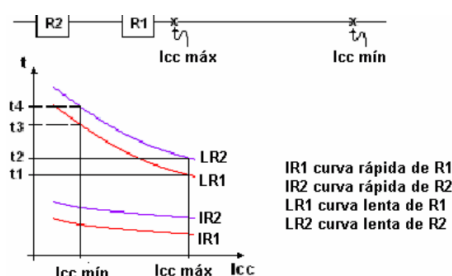


Fig. 2. Coordenação entre Dois Religadores Instalados em Série.

Por fim, é importante ressaltar que a verificação da coordenação deve ser feita levando-se em consideração tanto as faltas entre fases quanto as faltas fase-terra. Para faltas entre fases, consideram-se as curvas de fase do religador, sendo que para faltas fase-terra, considera-se tanto as curvas de fase como as

curvas de terra. Quando não se conseguir coordenação para toda faixa de corrente, deve-se buscar pelo menos a coordenação para o defeito fase-terra mínimo.

IV. PROJETO SELETIVIDADE E METODOLOGIA APLICADA

O denominado Projeto Seletividade na Energisa Sul Sudeste tem como proposta o estudo de todos os elementos de proteção de alimentadores, sejam eles urbanos, rurais ou mistos.

Todo estudo leva em consideração as características de topologia de rede já existentes, para que, quando da realização do estudo e implementação em campo, seja proposta a melhor filosofia de proteção e se tenha os melhores resultados.

Na Fig. 4 é apresentado o fluxograma do procedimento proposto.

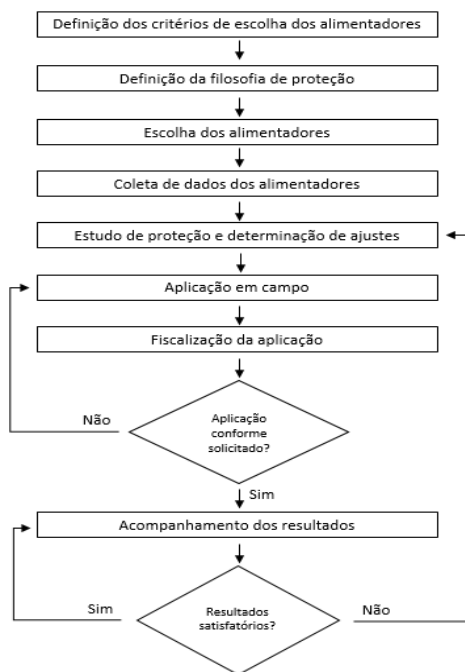


Fig. 4. Fluxograma do Procedimento para o Projeto Seletividade.

O projeto foi motivado ao verificar o crescente número de ocorrências em que registrou-se abertura simultânea, aberturas indevidas ou até a não abertura de elementos de proteção como elos fusíveis e religadores de linha.

A proteção na distribuição é de difícil gestão, uma vez que a maioria dos elementos de proteção são chaves fusíveis e chaves fusíveis religadoras (conhecida como 3 estágios). Nas ocorrências diárias, várias equipes são mobilizadas a fim de restabelecer o fornecimento, onde ocorrem as trocas destes elos fusíveis. O fator humano influencia diretamente neste ponto, pois a troca dos elos fusíveis é um processo manual e que depende da correta orientação e disposição de equipe de campo para instalar o elo correto. Nem sempre a equipe dispõe no momento da ocorrência dos elos, ou até mesmo não há meio de comunicação para contato com o centro de operação para questionar qual o dimensionamento correto do elo fusível (em lugares remotos). Em situações extremas, tem-se relatos de troca de elos fusíveis pelo próprio consumidor.

No projeto foi contemplada uma agenda de cursos e treinamentos para equipes de campo, a fim de informar sobre o projeto, suas implicações, assim como padronizar os atendimentos em ocorrências envolvendo elos fusíveis e religadores de linha. O completo entendimento da importância da seletividade e coordenação na distribuição pelas equipes de campo foi de suma importância para o sucesso dos estudos, pois a manutenção dos resultados tem dependência direta da ação em campo dos eletricitistas. Essa etapa do projeto foi chamada de “conscientização” das equipes de campo.

A. Determinação de Critérios e Filosofias de Proteção

Para determinação da filosofia de proteção a ser adotada, assim como ajustes a serem inseridos nos religadores de linha e dimensionamento dos elos fusíveis da rede, foram levados em consideração fatores determinantes como:

- Extensão e quantidade de clientes do alimentador;
- Tipo de clientes (industriais, comerciais, residenciais);
- Corrente de carga do alimentador e níveis de curto circuito;
- Chaves fusíveis e chaves fusíveis religadoras instaladas;
- Tipos de aterramento, cabos e estruturas do sistema;
- Histórico de faltas mais comuns no alimentador;
- Capacidade nominal de elos fusíveis (mínimos e máximos);
- Resistência de falta.

Aliado a estes dados, os critérios de proteção para cada alimentador foram especificados: tempo entre curva de religadores de linha vs. religadores de linha; tempo entre curva de religadores de linha vs. fusíveis; tempo entre curva de fusíveis vs. fusíveis; percentual admissível de seletividade para fase e terra; utilização de curvas rápidas e lentas e utilização e tempos das curvas SEF (GS).

A determinação dos alimentadores a serem contemplados no projeto seletividade foi feita através do ranking de impacto DEC, FEC e TMA, ou seja, visando uma melhor qualidade do serviço, e diretamente ligados aos planos de ações referentes a manutenção da distribuição. Desta forma é possível iniciar o projeto em alimentadores que contribuíam consideravelmente para a piora dos indicadores de continuidade. Alimentadores de ambas as tipologias (urbanos e rurais) foram escolhidos, enriquecendo os comparativos para o trabalho.

Após a etapa citada acima, os dados, critérios e filosofias podem ser extraídos e compilados em memoriais descritivos e de cálculos. Alguns dados principais precisam ser coletados para que o estudo tenha consistência e reflita a realidade em campo. Diante disso, foram confirmadas informações de cada alimentador, como características dos cabos, transformadores, religadores de linha, reguladores de tensão, banco de capacitores, fases ligadas e tipo de ligação dos transformadores de distribuição. Além disso, foram levantadas informações (quando disponível) de ocorrências passadas.

Com o auxílio do software NIX – Proteção da Distribuição [10] é possível importar muitas destas informações e inserir em uma plataforma voltada a seletividade e coordenação dos elementos de proteção.

Os valores de curto circuito em cada ponto do alimentador, são calculados automaticamente pelo NIX [10], quando da entrada do equivalente de curto circuito do barramento da subestação. Os dados resultantes foram homologados e validados através da comparação de amostras de níveis de curto circuito em diversos pontos do alimentador, comparados principalmente com ocorrências já analisadas. Os dados de curto circuito calculados pelo software NIX foram coerentes com o esperado. Dessa forma tem-se dados confiáveis para realização de estudos de seletividade e coordenação da proteção.

Prioritariamente foram definidas as filosofias de proteção que seriam utilizadas. Em alimentadores predominantemente urbanos, a filosofia seletiva mostrou-se mais adequada, uma vez que curvas rápidas não atendem as necessidades de clientes comerciais e industriais (devido ao aumento de desligamentos momentâneos e VTCDs), além de não ser recomendada para áreas urbanas populosas (devido a religamentos para casos de cabo rompido, trazendo problemas de segurança para os centros urbanos).

Em alimentadores predominantemente rurais, a filosofia coordenada mostrou-se mais adequada, uma vez que pode-se reduzir o TMA e deslocamento desnecessários de equipes com a inserção de curvas rápidas nos religadores de linha, “salvando” fusíveis estrategicamente alocados nos ramais rurais.

A Fig. 5 apresenta um exemplo de estudo de um alimentador tipicamente rural no NIX [10], com as curvas de um religador de linha coordenadas com os elos fusíveis a jusante.

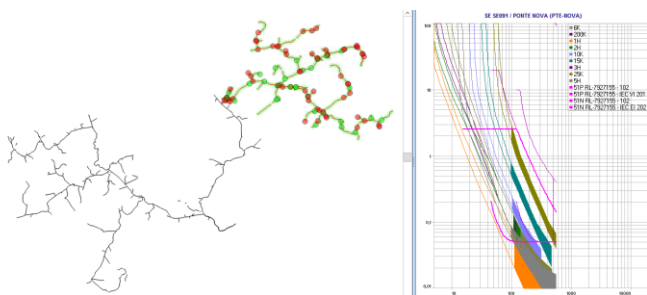


Fig. 5. Estudo de Proteção e Visualização de Diversos Elementos do Alimentador – Plataforma NIX [10].

B. Implementação em Campo

Como já comentado anteriormente, o procedimento de implementação em campo do estudo de proteção em sistemas de distribuição requer bastante atenção e controle, pois os resultados dependem diretamente da correta interpretação e assimilação da importância do projeto por parte dos eletricitistas.

Após a finalização do estudo dos elos fusíveis, é importante que se reveja os ajustes dos religadores de linha. Assim, a implementação em campo dos ajustes foi feita sempre após total implementação da troca dos elos fusíveis.

No trabalho de troca de elos fusíveis foi utilizada a chave de by-pass para não interromper o fornecimento de energia dos clientes, atentando-se sempre para a manutenção da qualidade do serviço. Atualmente, no modelo do setor elétrico da distri-

buição, não há margem para desligamentos, devido aos estreitos limites dos indicadores de continuidade regulados pela ANEEL.

Os eletricitistas dispunham de várias ferramentas para o auxílio do trabalho. Uma destas ferramentas é o PDA (*process data acquisition*) onde havia a ordem de serviço para cada troca de elo, além de um GPS para localização exata de cada chave a ser visitada, deixando o processo mais rápido e produtivo. A cada chave que tinha seus elos trocados, uma ordem de serviço era associada para que o trabalho ficasse registrado e controlado pontualmente, gerenciando a produtividade das equipes e otimizando a programação no decorrer do projeto.

Para a troca dos elos, foi padronizada a troca dos mesmos e também dos cartuchos.

Nas ordens de serviço ficaram registrados os elos encontrados e qual elo foi inserido. Estas ordens, com sua devida descrição de serviço executado, eram encaminhadas para atualização cadastral. Desta forma o sistema é mantido atualizado, garantindo informações confiáveis para o centro de operação em tempo real.

Pode-se pontuar também a manutenção feita em chaves fusíveis: à medida que era identificada alguma anomalia na chave fusível (como base solta, chave trincada, e outras), a própria equipe já realizava a manutenção, contribuindo para melhora da performance da rede e sistema de proteção. Sabe-se que a manutenção e acompanhamento da situação de chaves fusíveis, principalmente em alimentadores rurais é um grande desafio para as concessionárias de energia.

Por fim, após as atividades de implantação em campo, disparou-se um processo de auditoria do trabalho executado, no qual através de sorteio aleatório de chaves fusíveis e religadores, uma amostra dentro do universo de implementação foi auditada. Assim foi possível garantir a execução fidedigna e com qualidade do estudo feito proposto.

V. ESTUDO DE CASO

Como estudo de caso foram utilizados alimentadores reais da concessão da Energisa Sul Sudeste (Energisa Caiuá e Energisa Bragantina), que passaram pelo Projeto Seletividade. Vale ressaltar que além do projeto seletividade, estes alimentadores também passaram por manutenções e podas de árvores.

A. Os Alimentadores Estudados

Na Energisa Caiuá (ECI) e Energisa Bragantina (EBR) foram estudados alimentadores com diferentes características e grande impacto nos indicadores de qualidade do serviço. A Fig. 6 mostra a região denominada “Energisa Caiuá” e a Fig. 7 a região denominada “Energisa Bragantina”.

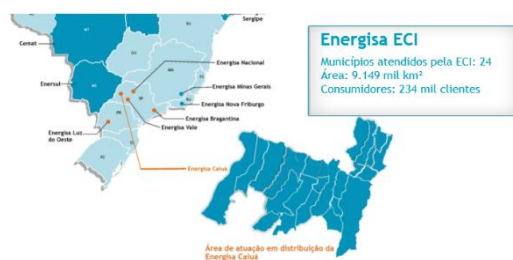


Fig. 6. Região da ECI onde os Estudos de Proteção foram Implementados.

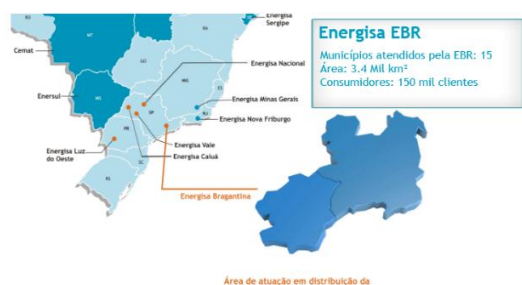


Fig. 7. Região da EBR onde os Estudos de Proteção foram Implementados.

Na Tabela I, são apresentadas as características de cada alimentador detalhadamente. Observa-se a quantidade de chaves fusíveis, a classificação (rural ou urbano), extensão de rede e número de clientes.

Tabela I. Características dos Alimentadores Estudados na ECI e EBR.

Empresa	Alimentador	Quantidade de chaves fusíveis	Classificação	Extensão Rede MT (km)		Clientes (nº)	
				Rural	Urbano	Rural	Urbano
Energisa Caiuá	Alimentador 1	200	Rural	256,16	5,72	871	1203
	Alimentador 2	147	Rural	255,58	19,56	2239	361
	Alimentador 3	154	Rural	201,26	4,95	941	45
	Alimentador 4	169	Rural	240,85	8,92	1154	135
	Alimentador 5	120	Rural	180,73	1,19	320	137
	Alimentador 6	130	Rural	247,99	9,06	480	886
	Alimentador 7	135	Rural	269,57	6,26	420	27
	Alimentador 8	86	Rural	110,80	0,00	906	0
	Alimentador 9	27	Urbano	0,00	46,12	0	7223
	Alimentador 10	21	Urbano	0,00	19,58	0	4573
	Alimentador 11	31	Urbano	1,81	25,17	12	4970
	Alimentador 12	30	Urbano	0,77	24,05	1	4774
Energisa Bragantina	Alimentador 13	131	Rural	87,34	4,38	1264	92
	Alimentador 14	185	Rural	134,45	0,73	1578	0
	Alimentador 15	246	Rural	200,77	5,23	2110	46
	Alimentador 16	151	Rural	158,75	0,56	847	1
	Alimentador 17	301	Rural	254,95	2,80	1894	113
	Alimentador 18	307	Rural	254,05	1,52	1768	45
	Alimentador 19	172	Rural	128,33	4,09	1613	284
	Alimentador 20	176	Rural	124,05	8,03	1703	991
	Alimentador 21	38	Urbano	9,87	17,99	173	5002
	Alimentador 22	58	Urbano	23,20	14,63	336	1143
	Alimentador 23	22	Urbano	0,98	12,66	1	6090
	Alimentador 24	25	Urbano	0,00	20,51	0	6092

B. Premissas Utilizadas

- Foram desconsideradas as chaves fusíveis de proteção exclusiva de transformadores - Estas são intrínsecas às proteções dos transformadores e não impactam sensivelmente na coordenação e seletividade entre tronco e ramais dos alimentadores;
- Implementação considerada – Julho a Setembro de 2016 com referência de comparação – último trimestre dos anos de 2015 e 2016 - Comparados os indicadores de qualidade do serviço antes e depois da realização do projeto seletividade.

C. Resultados Obtidos – Sistema Energisa Caiuá e Energisa Bragantina

A divisão das características dos alimentadores em rurais e urbanos permite uma análise mais criteriosa da relação entre o projeto seletividade, o tipo de alimentador estudado e a melhora na qualidade do serviço. A Tabela II apresenta estas informações. Nos 16 alimentadores rurais analisados, houve redução significativa no DEC/FEC do conjunto a que pertencem. Todos estes alimentadores apresentaram a mesma tendência de redução nestes indicadores.

Já nos 8 alimentadores urbanos, a tendência de melhora dos indicadores de qualidade não foi observada. Percebe-se comportamentos distintos nestes, havendo melhora em alguns, porém em outros até mesmo uma piora consideravelmente alta.

Percebe-se por exemplo, o Alimentador rural 7 e os enumerados de 15 a 20, que também tem características rurais. Houve melhora dos indicadores DEC/FEC, porém aumento no número de ocorrências. Houve mais desligamentos, porém devido ao projeto, a proteção se tornou mais seletiva, desligando menos clientes. Isso afeta os indicadores de continuidade, e também o TMA, já que é mais fácil de se identificar o defeito (menor chance de queima de elos simultaneamente).

Tabela II. Comparação 2015/2016 para os Alimentadores Estudados.

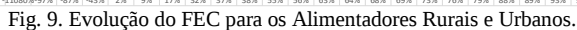
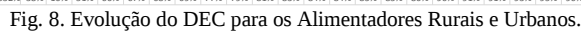
Empresa	Alimentador	Classificação	DEC do conjunto		FEC do conjunto		Quantidade de Ocorrências		Redução DEC	Redução FEC	Redução Ocorrências
			4º Trim 2015	4º Trim 2016	4º Trim 2015	4º Trim 2016	4º Trim 2015	4º Trim 2016			
Energisa Caiuá	Alim 1	Rural	0,565	0,133	0,198	0,135	99	95	77%	32%	4%
Energisa Caiuá	Alim 2	Rural	0,951	0,131	0,455	0,052	102	61	86%	89%	40%
Energisa Caiuá	Alim 3	Rural	0,881	0,436	0,460	0,417	116	90	51%	9%	22%
Energisa Caiuá	Alim 4	Rural	0,728	0,116	0,457	0,056	73	48	84%	88%	34%
Energisa Caiuá	Alim 5	Rural	0,942	0,043	0,196	0,046	53	35	95%	76%	34%
Energisa Caiuá	Alim 6	Rural	0,752	0,116	0,760	0,243	54	44	85%	68%	19%
Energisa Caiuá	Alim 7	Rural	0,290	0,094	0,049	0,041	57	64	68%	17%	-12%
Energisa Caiuá	Alim 8	Rural	0,592	0,040	0,432	0,157	69	34	93%	64%	51%
Energisa Caiuá	Alim 9	Urbano	0,052	0,327	0,390	0,556	11	11	-532%	-43%	0%
Energisa Caiuá	Alim 10	Urbano	0,145	0,006	0,137	0,006	8	4	96%	96%	50%
Energisa Caiuá	Alim 11	Urbano	0,048	0,007	0,008	0,280	1	7	85%	-1108%	-600%
Energisa Caiuá	Alim 12	Urbano	0,048	0,041	0,117	0,218	8	4	16%	-81%	50%
Energisa Bragantina	Alim 13	Rural	0,262	0,022	0,140	0,007	43	23	91%	95%	47%
Energisa Bragantina	Alim 14	Rural	1,138	0,098	0,339	0,104	53	41	91%	69%	23%
Energisa Bragantina	Alim 15	Rural	0,972	0,319	0,305	0,111	57	68	67%	63%	-19%
Energisa Bragantina	Alim 16	Rural	1,743	0,323	0,304	0,134	53	80	81%	56%	-51%
Energisa Bragantina	Alim 17	Rural	3,091	0,944	1,095	0,689	65	79	69%	37%	-22%
Energisa Bragantina	Alim 18	Rural	2,683	0,422	1,035	0,280	56	114	84%	73%	-104%
Energisa Bragantina	Alim 19	Rural	0,928	0,195	0,381	0,079	80	89	79%	79%	-11%
Energisa Bragantina	Alim 20	Rural	1,589	0,051	0,186	0,115	44	59	97%	38%	-34%
Energisa Bragantina	Alim 21	Urbano	0,435	0,073	0,745	0,333	9	8	83%	55%	11%
Energisa Bragantina	Alim 22	Urbano	0,454	0,152	0,168	0,165	74	20	66%	2%	73%
Energisa Bragantina	Alim 23	Urbano	1,250	0,130	1,605	0,112	18	9	90%	93%	50%
Energisa Bragantina	Alim 24	Urbano	0,005	0,007	0,003	0,007	2	5	-38%	-97%	-150%

Os Alimentadores 9 e 24, urbanos, tiveram piora dos indicadores após o projeto seletividade. Inclusive o 24 teve também aumento do número de ocorrências. Tal fato é explicado devido a serem alimentadores com reduzido número de chaves fusíveis e alto número de clientes. Com isso, os trechos protegidos pelo disjuntor tornam-se maiores, aumentando a chance de desligamentos impactantes. Para tais alimentadores, ações de manutenção (podas) se mostram mais eficientes que propriamente estudos de seletividade. Tal conclusão pode ser estendida para os alimentadores com número de chaves reduzida, em geral. Por outro lado, os alimentadores 22 e 23 tiveram melhora nos indicadores, mesmo com número de clientes altos e baixos números de chaves. Com certeza ações paralelas de manutenção foram feitas, como pode ser visto na redução de 73% nas ocorrências para o alimentador 22.

Para os alimentadores rurais, em geral, obteve-se grande melhora dos indicadores de continuidade. Isso é explicado devido ao fato destes alimentadores terem elevado número de chaves fusíveis, o que incrementa o impacto do estudo de seletividade. Pontos que antes desligavam vários elementos série, agora desligam menos clientes ou desligam muitos porém somente um elemento, o que facilita a recomposição do sistema.

Ainda da Tabela II, a situação do FEC do Alimentador 11 merece destaque. Houve um aumento exorbitante do mesmo, quando do projeto seletividade, no ano de 2016. Se trata de um alimentador com alto número de clientes que não teve manutenção priorizada, devido ao bom desempenho no ano de 2015.

Os resultados apresentados nas Tabelas I e II, podem ser resumidos em dois gráficos, onde se mostra a evolução dos indicadores de continuidade em 2016 em relação a 2015, em porcentagem. É possível confirmar que ações de seletividade tem resultados impactantes na qualidade do serviço principalmente em alimentadores rurais, sendo que os alimentadores urbanos dependem muito de ações paralelas para os resultados. A Fig. 8 mostra a evolução para o DEC e a Fig. 9 para o FEC. Nelas, a sigla U se refere a alimentadores urbanos e R a alimentadores rurais.



Ações de manutenção na distribuição são muito importantes, principalmente para alimentadores urbanos. Em alimentadores rurais, devido à grande extensão, prioriza-se geralmente o

VI. CONCLUSÕES

Foi realizada a comparação dos indicadores de continuidade e número de ocorrências para o mesmo período de 2015 e 2016, a fim de se ter uma mesma base de comparação, para alimentadores rurais e urbanos. Contatou-se que alimentadores rurais tendem a ter resultados mais impactantes do ponto de vista de qualidade do serviço, pois possuem alto número de chaves, com menor número de clientes. Já os alimentadores urbanos, de maneira geral, dependem de outras ações diferentes do projeto seletividade para que os indicadores de continuidade tenham seu indicador reduzido. Entretanto, ressalta-se que uma boa coordenação/seletividade em qualquer tipo de alimentador é necessária para uma boa qualidade do serviço e consequente satisfação do cliente.

Finalmente, conclui-se que ações de seletividade no alimentador tem papel fundamental na qualidade do serviço, sendo mais impactante quanto maior for o número de chaves fusíveis no alimentador. Alimentadores com muitos clientes e poucas chaves, necessitam de ações diversas para sensível melhora na qualidade do serviço oferecido.

- [1] RAMOS, M.; RAVANELLO, H.; SARAIVA, D. P.; **Estudo de Topologia de Redes de Média Tensão com Foco em Desempenho de Indicadores de Continuidade**. SENDI 2014 XXI – Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica. Santos, SP, 2014.
- [2] KRAUSS, H. R. F. **Impacto de Diferentes Filosofias de Proteção na Qualidade da Energia Elétrica**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, Março de 2017.
- [3] PRODIST, Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica. 2017.
- [4] MIRANDA FILHO, J. **Agrupamento de Subestações para Estudos de Afundamentos de Tensão por Análise de Componentes Principais**, Tese de Doutorado, UNIFEI, Maio de 2016.
- [5] KOJOVIC, L. A.; HASSLER, S. P.; LEIX, K. L.; WILLIAMS, C. W.; BAKER, E. E. **Comparative Analysis of Expulsion and Current-limiting Fuse Operation in Distribution System for Improved Power Quality and Protection**. IEEE Transactions on Power Delivery, 1998.
- [6] GONEN; **Electric Power Distribution System Engineering**, 1986, McGraw-Hill Book Company, 739 págs.
- [7] CARVALHO FILHO, J. M.; DE OLIVEIRA, T. C.; KRAUSS FILHO, H. R.; DE SOUZA, P. V. G.; **Influência da Agregação Temporal nos Indicadores de Afundamentos de Tensão**. In: Conferência Brasileira sobre Qualidade da Energia Elétrica, 2015, Campina Grande, PB. XI CBQEE, 2015.
- [8] ELETROBRÁS – Eletrobrás Comitê de Distribuição; Proteção de sistemas aéreos de distribuição – Volume 2; RJ, 1982; 233 páginas.
- [9] FRANÇA ALBINI, J. . Proteção de Sistemas de Distribuição. 2003.
- [10] NIX – Proteção de Sistemas de Distribuição, Proteasy Informática e Engenharia, Licença Cooperativa Grupo ENERGISA, 2016.