

Redução do Impacto de VTCDs em Clientes Industriais: Um Estudo de Caso

Moira Bastos Prates
Departamento de Pesquisa e
Desenvolvimento
Neoenergia
Salvador, Brasil
moira.bastos@neoenergia.com

Gustavo Travassos Aguiar da Silva
Departamento de Pesquisa e
Desenvolvimento
Neoenergia
Salvador, Brasil
gtravassos@neoenergia.com

José Antonio de Souza Brito
Departamento de Pesquisa e
Desenvolvimento
Neoenergia
Salvador, Brasil
jbrito@neoenergia.com

Resumo— Este trabalho apresenta uma abordagem metodológica para redução do impacto de Variações de Tensão de Curta Duração no processo de um cliente industrial. A metodologia foi sistematizada e implementada pela Neoenergia Coelba, tornando possível a constatação de resultados rápidos e eficientes. O desenvolvimento faz uso de informações oriundas de registradores de qualidade da energia Classe A, do cadastro da rede GIS e dos ajustes do sistema de proteção da distribuidora. O desenvolvimento foi motivado por reclamações de um cliente conectado ao sistema elétrico, em 13,8 kV e cuja área de influência é formada por 35 alimentadores de distribuição, que totalizam 6.565 km de rede. O método desenvolvido consiste na determinação da área de vulnerabilidade do cliente frente a eventos de VTCDs. Inicialmente, a determinação dessa área reduziu a dimensão do problema em estudo para 621 km, ou seja, menos de 10% da rede analisada. Em seguida, foram propostas ações para o sistema da distribuidora e para as instalações internas do cliente, visando alcançar uma área de vulnerabilidade menor. No estudo de caso, foi obtida uma redução para 185 km, que representa a diminuição de 70% em relação a primeira análise. As medições e a verificação dos resultados também foram sistematizadas e permitiram constatar ganhos significativos na redução de desligamentos e interrupções do processo produtivo do cliente, demonstrando que foi possível evitar mais de 90% dos desligamentos com ações simples, sem a necessidade de investimentos.

Palavras-chave—Variação de Tensão de Curta Duração, Qualidade da Energia, Área de Vulnerabilidade, PRODIST, Fator de Impacto.

I. INTRODUÇÃO

As Variações de Tensão de Curta Duração (VTCDs) representam um dos principais problemas de Qualidade da Energia Elétrica (QEE) para os clientes industriais que possuem equipamentos e processos produtivos sensíveis. As VTCDs podem ser originadas por ocorrências no sistema de transmissão, nas instalações internas do consumidor ou na rede de distribuição, sendo esta a maior causa deste tipo de perturbação no sistema [1], uma vez que os efeitos de eventos como curtos-circuitos ou manobras em um determinado alimentador podem reverberar nos circuitos adjacentes.

No Brasil, os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) estabelecem um indicador denominado Fator de Impacto como uma referência para caracterizar a severidade da ocorrência de VTCDs para um determinado cliente [2]. Para a definição deste parâmetro, cada ocorrência de VTCD é alocada em uma das nove classes definidas pelo PRODIST, que classifica os eventos de acordo com sua duração e

amplitude. Para cada região onde os eventos podem ser classificados, é atribuído um peso diferente que será utilizado no cálculo do Fator de Impacto a partir de uma média ponderada. Vale ressaltar que, diferentemente dos indicadores de continuidade do serviço (DEC, FEC, DIC, FIC e DMIC) e dos indicadores de conformidade das tensões de regime permanente (DRP e DRC), para o Fator de Impacto não existem critérios de ressarcimento aos clientes em caso de ultrapassagem do valor de referência.

Já no cenário internacional, não se verifica a utilização de um indicador ponderado como o Fator de Impacto, mas sim a utilização de curvas de sensibilidade de equipamentos, como ITIC (*Information Technology Industrial Council*), antiga CBEMA (*Computer and Business Equipment Manufacturers Association*) [3]. A utilização de um único indicador para VTCDs também não consta como recomendação de normativos internacionais, nem na literatura especializada em Qualidade da Energia Elétrica.

Comparado com a análise de parâmetros de regime permanente, a avaliação do desempenho do sistema por conta de VTCDs normalmente demanda mais tempo. Ao mesmo passo que os clientes estão se mostrando cada vez mais exigentes com relação a qualidade do produto entregue, demandando respostas cada vez mais rápidas e assertivas por parte das empresas distribuidoras de energia.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de atender as demandas de clientes e promover um cenário de cumprimento dos requisitos regulatórios no que diz respeito a qualidade do produto. O objeto de análise é um estudo de caso real para atendimento de um cliente industrial conectado a um alimentador com nível de tensão de 13,8 kV, administrado pela distribuidora Neoenergia Coelba, o qual alegava instabilidades na sua planta industrial devido a problemas de qualidade da energia. Para isso, foi desenvolvido um sistema de análise de dados que torna possível recomendar ações rápidas e de baixo custo para melhoria da compatibilidade entre o sistema da distribuidora e do cliente industrial, de modo a reduzir o impacto das VTCDs que afetam o seu processo produtivo. O sistema em questão possibilita mensurar e verificar os resultados das ações realizadas.

O presente trabalho irá apresentar um estudo de caso realizado como forma de sanar as reclamações referentes a Qualidade da Energia Elétrica de um cliente industrial. Após a Introdução, a Seção II irá abordar a metodologia utilizada para resolução do caso. Em seguida, na Seção III, será abordado o estudo de caso realizado. Na Seção IV, serão apresentadas as medições e verificação dos resultados obtidos.

Por fim, na Seção V, serão feitas as considerações finais sobre o trabalho.

II. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho seguiu uma metodologia sistemática que consiste na identificação da sensibilidade do cliente para definição da sua zona de vulnerabilidade. Em seguida, são verificadas as ações na rede de distribuição e ainda são sugeridas ações nas instalações do cliente, visando a redução da zona de vulnerabilidade [4] e, consequentemente, do impacto das VTCDs. As ações de manutenção também podem ser priorizadas e direcionadas para a região mapeada e os resultados podem ser verificados rapidamente. Os itens a seguir apresentam maiores detalhes sobre o método utilizado, apresentando-se os resultados obtidos em um estudo de caso real.

Como forma de prospectar ações de melhoria e adquirir um entendimento mais aprofundado sobre as instalações internas do cliente, uma visita técnica foi realizada, tornando-se possível conhecer os equipamentos que são sensibilizados por VTCDs, entender o sistema de proteção da fábrica e prospectar oportunidades de melhoria conjunta que corroborem com os ajustes supracitados. Como parte desta visita foram realizadas as atividades abaixo:

- Instalação do equipamento classe A [5], com oscilografia contínua, GODEL PQA-900, mostrado na Figura 1, desenvolvido no programa de P&D da Neoenergia;
- Reunião com consultor do cliente para entendimento do sistema de automação, proteção e mapeamento dos equipamentos sensíveis;
- Obtenção dos estudos de proteção e dados do projeto de instalações elétricas do cliente atualizados.



Figura 1 – Analisador de Qualidade da Energia, GODEL PQA-900.

III. ESTUDO DE CASO

A. Identificação da Sensibilidade do Cliente

A primeira etapa do processo de análise foi coletar os dados disponíveis dos sistemas de medição no ponto de conexão do cliente industrial à rede de média tensão. Os dados para realização da análise compuseram um banco de dados com registros de grandezas elétricas, os quais foram coletados ao longo de um ano e dois meses. Nesse período, foram registrados 1258 eventos de VTCDs, sem considerar a agregação de 3 minutos definida no Módulo 8 PRODIST [2], tendo em vista que o objetivo inicial da análise é identificar a característica dos eventos que desligam equipamentos do cliente. Além dos eventos de VTCDs, foram coletadas medições de regime permanente, integralizadas em intervalos

de 5 minutos, das grandezas de correntes e potências visando realizar a verificação do impacto nos processos da fábrica.

Dessa forma, para a avaliação de desempenho do sistema industrial frente as VTCDs, realizou-se a correlação assíncrona para obtenção das potências ativas dos intervalos imediatamente anteriores e posteriores a cada evento registrado. Observou-se que os eventos de intensidade superior a 20% causaram impacto para o cliente com desligamento total ou parcial. Na Figura 2, são apresentados os resultados desta correlação, onde observa-se a maior concentração de desligamentos do cliente para eventos com duração superiores a 2 segundos e intensidade superior a 15%. Nota-se ainda que, diversos eventos que causaram desligamento no cliente estiveram situados dentro de regiões de insensibilidade da curva de referência ITIC e não seriam contabilizados para o indicador Fator de Impacto, conforme método de cálculo explicitado no Módulo 8 do PRODIST.

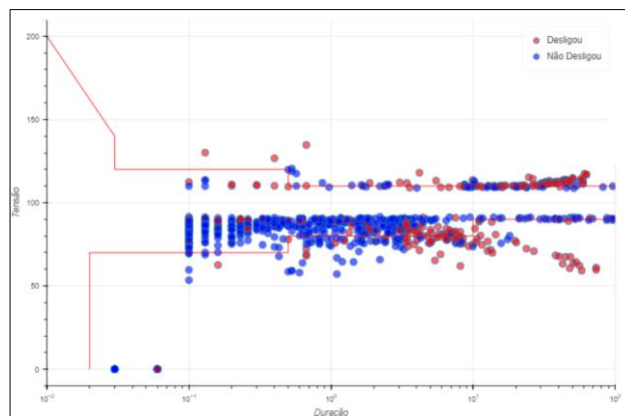


Figura 2 – Sensibilidade do cliente frente a VTCD.

De modo a caracterizar os eventos capazes de desligar parte ou a totalidade dos circuitos ou equipamentos do cliente, a etapa seguinte se deu com a realização de simulações de curto-circuito para obtenção da sua área de vulnerabilidade.

B. Determinação da área de vulnerabilidade

A área de vulnerabilidade é um recurso utilizado para avaliar a sensibilidade de um determinado equipamento ou sistema a variações na magnitude de tensão em um determinado período. É constituída por todos os circuitos onde, a ocorrência de uma falta causa variações de tensão de curta duração em um determinado usuário [4].

Para determinação da área de vulnerabilidade do cliente, foi realizada a modelagem do sistema no software de código aberto, *OpenDSS*, que realiza análise de redes integrado ao sistema de informações geográficas (GIS). O *OpenDSS* (*Open Distribution System Simulator*) é um software de código aberto amplamente utilizado para a simulação de sistemas de distribuição de energia elétrica, tendo sua relevância manifestada pela recomendação da ANEEL como ferramenta para cálculo de perdas técnicas em redes de distribuição, devido a sua precisão e flexibilidade.

Posteriormente, cada trecho de rede foi vinculado com o dispositivo de proteção (religador ou disjuntor) responsável pela atuação em caso de defeitos. As equações que definem as curvas de atuação da IEC e demais curvas padrões dos equipamentos, foram cadastradas e vinculadas a cada trecho de rede, bem como os valores de *pick-up* e *dial* de tempo. Com isso, a realização de cálculos de curto-circuito em todos os trechos da rede possibilitou o cálculo dos tempos de atuação

da proteção em cada local. Além disso, no ambiente de simulação, para cada nível de curto-circuito simulado, a tensão no ponto de conexão do cliente foi monitorada. Esta análise foi realizada com o auxílio da biblioteca Pandas da linguagem *Python*, possibilitando o processamento de 85.606 trechos de rede.

Uma vez determinada a tabela com os níveis de curto-circuito, tempos de atuação e valores de corrente mínimas que provocam VTCDs superiores a 15%, efetuou-se a plotagem da rede, destacando na cor vermelha os trechos no qual as ocorrências de defeitos podem resultar em desligamentos de circuitos ou equipamentos sensíveis do cliente. A Figura 3 ilustra a área de vulnerabilidade obtida para a condição inicial do sistema, formada por 620km de extensão de rede.

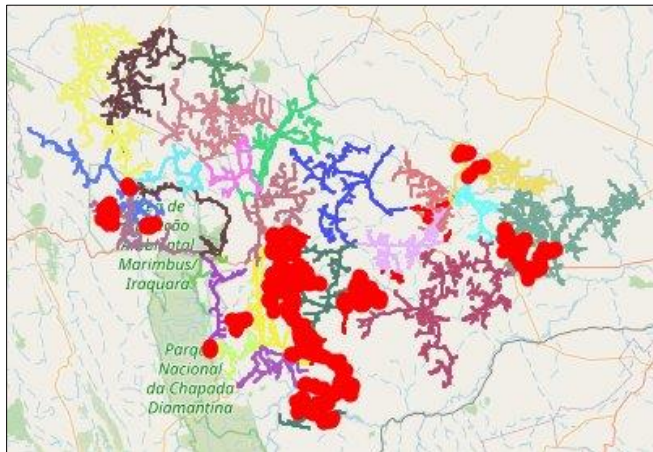


Figura 3 – Área de Vulnerabilidade no sistema elétrico da Neoenergia Coelba, considerando sensibilidade do cliente para VTCDs com intensidade superior a 15% e duração superior a 2 segundos.

C. Otimização do sistema para redução da área de vulnerabilidade

Após a determinação da área de vulnerabilidade do cliente, o passo seguinte foi avaliar as alterações possíveis de serem realizadas no sistema para reduzir a dimensão dessa área. Para isso, o processo de cálculo apresentado anteriormente foi repetido de forma sistemática, considerando alterações topológicas, tais como abertura de barramentos no sistema de transmissão, realização de manobras de transferência e revisão de ajustes de proteção dos religadores com zona de proteção dentro da área de vulnerabilidade.

As VTCDs neste cliente foram ocasionadas por faltas em alimentadores adjacentes e, sabe-se que a duração destas faltas depende do tempo de atuação das proteções dos alimentadores [6]. Portanto, para o caso em estudo, as alterações topológicas simuladas resultaram em ganhos pouco expressivos, quando comparado com as otimizações propostas para os ajustes de proteção, pois embora reduzissem a quantidade de alimentadores a diminuição do nível de curto-circuito acarretou no aumento da área de vulnerabilidade.

A proposição de revisão dos ajustes de proteção dos equipamentos localizados dentro da área de vulnerabilidade levou em consideração a redução dos valores de ajustes da corrente de *pick-up* e o dial de tempo, mantendo as curvas já utilizadas, de modo que o tempo de atuação da proteção mais lenta não ultrapasse os 2 segundos. Outro aspecto importante foi a verificação dos registros de oscilografia dos religadores em questão, pois a análise destas oscilografias evidenciaram

que, em sistemas de baixo nível de curto-circuito, é extremamente importante considerar o somatório das correntes de carga com a corrente de curto-circuito para a definição dos ajustes de proteção, evitando problemas de descoordenação.

Os gráficos apresentados nas Figuras 4 e 5 apresentam oscilografias do religador mais próximo da origem de um curto, que apresentou corrente de falta em torno de 130A. Já o religador de retaguarda apresentou para esse mesmo evento uma corrente de 240A, fazendo com que ele atue de forma mais rápida que o religador mais próximo do evento, ocasionando uma descoordenação. Esse tipo de efeito não é normalmente visto em *softwares* tradicionais utilizados para definição dos ajustes e estudos de coordenação e seletividade da proteção.

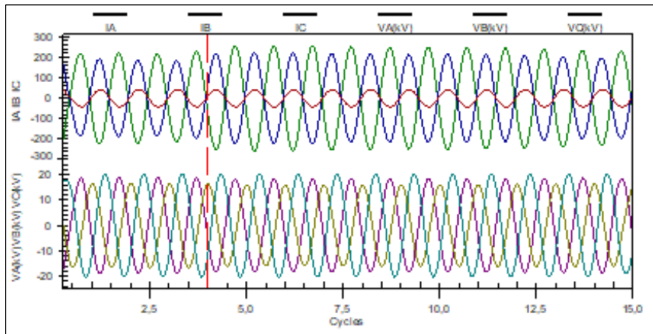


Figura 4 – Correntes de falta do religador de retaguarda.

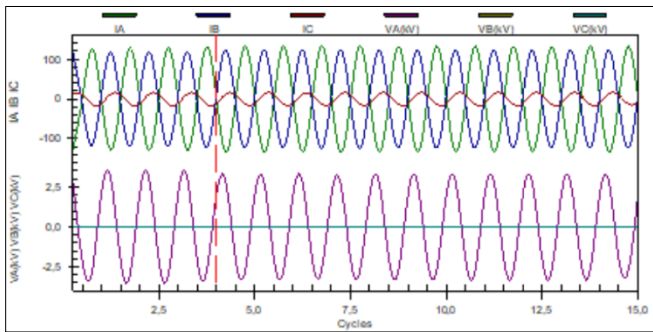


Figura 5 – Correntes de falta do religador principal.

Tendo em vista essa característica observada, os ajustes propostos para os religadores da zona de vulnerabilidade levaram em conta as suas respectivas medições de regime permanente obtidas através do sistema SCADA. As Tabelas 1 e 2 apresentam as alterações realizadas em diversos religadores do sistema de distribuição em questão, bem como os resultados das simulações visando a obtenção do máximo tempo de atuação para eventos dentro da zona de vulnerabilidade do cliente, considerando o somatório das correntes de pré-falta com as correntes de curto-circuito.

Tabela 1 – Alterações de Ajustes sugeridos para implementação (Religadores da Zona de Vulnerabilidade).

Equipamento	Ajustes originais			Ajustes propostos		
	I_{pickup}	Curva	TD	I_{pickup}	Curva	TD
01	230 A	C2	0,35	150 A	C2	0,2
02	180 A	C2	0,2	80 A	C2	0,1

03	140 A	C2	0,3	90 A	C2	0,2
04	100 A	C2	0,3	75 A	C2	0,2
05	90 A	C3	0,1	60 A	C3	0,1
06	80 A	C3	0,1	50 A	C3	0,1
07	80 A	C3	0,1	50 A	C3	0,1

Tabela 2 – Resultados da revisão dos ajustes de proteção no alimentador do cliente.

Barra	Corrente de Curto-Circuito		Tempo de Atuação da Proteção			
	3LG(A)	LL(A)	Original (s)		Proposto (s)	
	3LG(A)	LL(A)	3LG	LL	3LG	LL
A	528,00	457,56	3,65	4,78	1,07	1,32
B	284,00	246,11	4,67	7,35	0,99	1,29
C	274,00	237,45	4,23	5,82	1,32	1,65
D	439,00	380,44	1,20	1,44	0,56	0,66
E	328,00	284,24	0,51	0,69	0,19	0,26

Torna-se importante salientar que as medições disponíveis da saída do alimentador indicaram que os ajustes propostos não prejudicariam as condições de regime permanente, uma vez que a máxima corrente registrada nos últimos 4 anos foi inferior a 100A, conforme gráfico da Figura 6. Dessa forma, no ajuste de pick-up sugerido para a saída do alimentador foi aplicado um fator K de 1,5. Ou seja, o *pick-up* é definido como mostrado na Equação 1, resultando em 150A. A mesma verificação foi realizada para cada um dos religadores do sistema.

$$I_{pick-up} = 1,5 \cdot I_{max} = 150 A \quad (1)$$

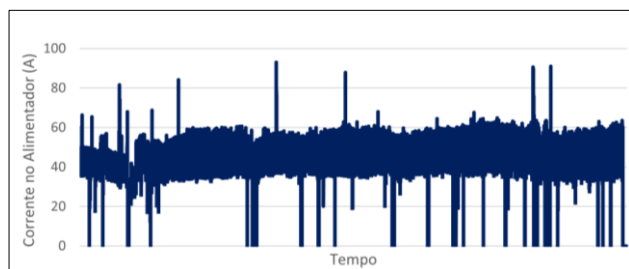
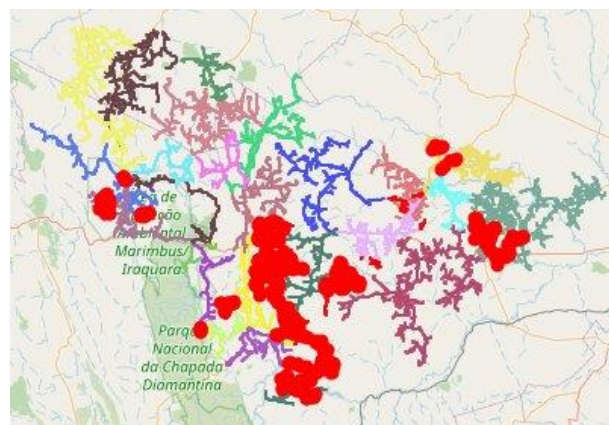
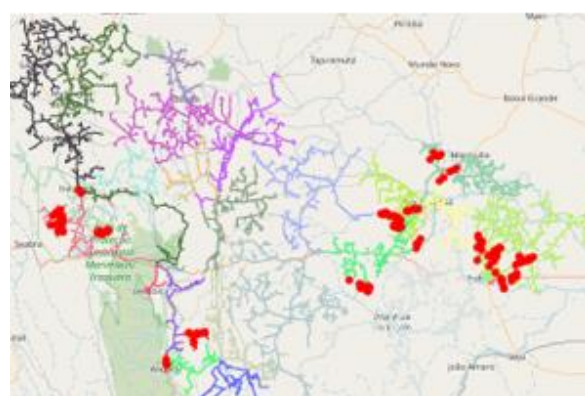


Figura 6 – Medições de corrente de saída de um dos alimentadores na área de vulnerabilidade (corrente inferior a 100A).

De acordo com a análise realizada, ao repetir o processo de cálculo considerando os ajustes propostos, verifica-se a redução da área de vulnerabilidade do cliente, dos 620km iniciais para 185km, conforme observado no quadro da Figura 7. Portanto, a quantidade de intervenções em campo, após a implementação destes ajustes, pode ser reduzida significativamente, uma vez que as equipes responsáveis por tais intervenções tiveram que cobrir uma área menor.



(a) Área de Vulnerabilidade do cliente com a condição original do sistema.



(b) Área de Vulnerabilidade do cliente com a condição proposta para os ajustes de proteção.

Figura 7 – Quadro comparativo da área de vulnerabilidade do cliente na condição original versus na condição após ajustes propostos.

D. Avaliação de Oportunidades nas Instalações do Cliente

A instalação do GODEL PQA-900, medidor do tipo classe A [5], desenvolvido através de projeto P&D da Neoenergia, com capacidade para registrar oscilografia contínua, proporcionou o acompanhamento dos parâmetros de qualidade da energia elétrica de forma mais detalhada. Estes registros possibilitaram simular o funcionamento das diversas funções de proteções internas, visando identificar se estas estão operando conforme os ajustes apresentados no estudo de proteção do cliente.

Através dos diagramas atualizados e fornecidos pelo cliente, foi possível identificar a existência de um relé de proteção principal e de um controlador de transferência automática para um sistema de geração de emergência.

Para o período analisado, foram identificadas três funções de proteção capazes de provocar o desligamento total da fábrica, tanto no relé de entrada principal quanto no próprio controlador do sistema de geração de emergência. Estas funções foram mapeadas na curva ITIC, mostrada na Figura 8. Posteriormente, foram feitas proposições de novos ajustes, os quais foram acatados pelos responsáveis técnicos da fábrica.

Verificou-se então que a maior parte dos desligamentos estão associados a função de subtensão (27). A maior parte

dos eventos com desligamentos relacionados com a função de sobretensão 59 normalmente vem após a desconexão da fábrica. Existe ainda uma quantidade de eventos que ocorrem com menor frequência e está associada a função de sobretensão de neutro (59N). Para as faltas monofásicas no alimentador do próprio cliente, verifica-se que a função 59N pode atuar rapidamente, ou seja, com tempo inferior a 0,5 segundos.

Observou-se ainda que os ajustes de proteção implementados na fábrica, no circuito de média tensão, utiliza como referência as tensões fase-neutro. No entanto, por conta das características do sistema, foi solicitado que as funções de proteção de tensão fossem realizadas a referência das tensões entre fases, conforme opção disponível no controlador do sistema de transferência automática do grupo gerador da fábrica. É possível observar na Tabela 3 as alterações sugeridas.

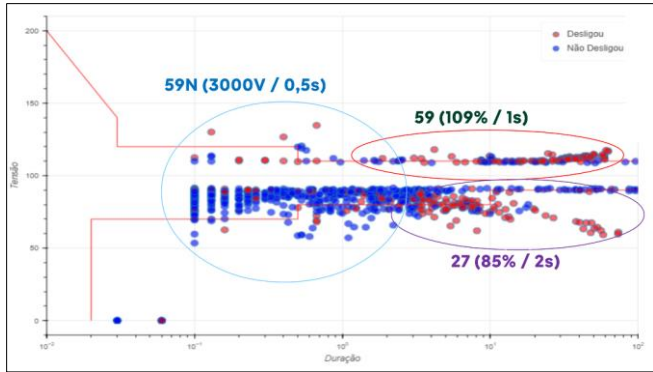


Figura 8 – Resposta das proteções do cliente frente as VTCDs.

Tabela 3 – Ajustes propostos para o cliente

Função	Descrição	Ajuste Atual	Ajuste Sugerido
27	Subtensão	6.772 Vfn (85%) por 2s	11.040 Vff (80%) por 2s
59	Sobretensão	8.700 Vfn (109%) por 1s	15.870 Vff (115%) por 2s
59N	Sobretensão Residual	3.000 V (prim) por 0,5s	5.000 V (prim) por 2s

IV. MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS

Após realizada a avaliação e implementação em campo das ações tanto na rede de distribuição quanto nas instalações internas do cliente, utilizando o sistema explicitado no item III.A, foi possível avaliar se os resultados obtidos estão conforme o previsto. Além disso, essa etapa se torna importante para verificação de novas necessidades que possam surgir.

O primeiro passo da etapa de verificação consiste na atualização periódica do gráfico da curva de intensidade e duração dos eventos, quantificando-se as ocorrências que resultaram em algum desligamento da fábrica, seguindo o mesmo algoritmo utilizado na fase de diagnóstico. O número de reclamações de desligamento do cliente no período de análise e ações pode ser verificado no gráfico da Figura 9.

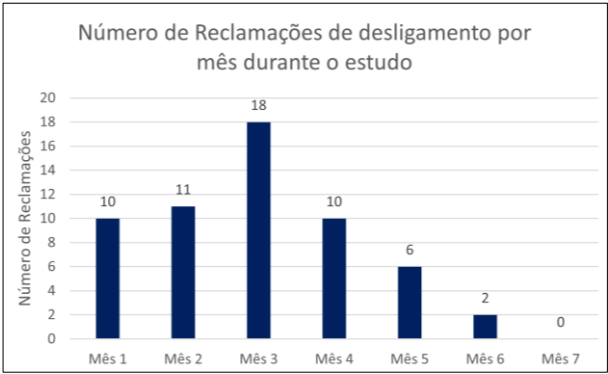
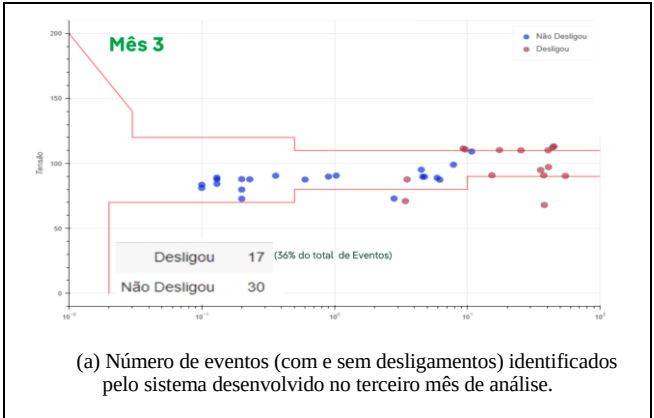


Figura 9 – Gráfico com número de reclamações registradas em um ano durante a realização do estudo de caso.

Observa-se claramente a redução significativa na quantidade de desligamentos à medida em que as ações foram sendo realizadas. As primeiras ações de revisão de ajustes das proteções da rede de distribuição foram realizadas no final do terceiro mês desde que o estudo foi iniciado, quando foram contabilizados 18 desligamentos nas instalações da fábrica devido a VTCDs. No mês 4, foram realizadas as ações mais voltadas para manutenção preventiva dentro da zona de vulnerabilidade, que já foi reduzida para 185 km com os novos ajustes implementados. Na última semana do mês 5, iniciou-se a implantação dos ajustes sugeridos nas instalações internas do cliente, sendo possível verificar apenas 2 desligamentos mensais no mês seguinte devido a VTCDs. A evolução dos desligamentos pode ser vista na Figura 11.

Verifica-se que as ações realizadas possibilitam alteração nas características de intensidade e duração das VTCDs reduzindo o seu impacto para o cliente industrial. Vale ressaltar que, analisando-se os eventos registrados tanto para o período antes quanto após as ações realizadas o indicador de fator de impacto estava adequado, conforme definições do PRODIST. No entanto, verifica-se que o real impacto para o cliente industrial, que se define pela quantidade de desligamentos de equipamentos ou circuitos devido a VTCDs, foi melhorado de forma significativa, o que demonstrou para esse caso que o indicador fator de impacto não foi o mais adequado para avaliação de desempenho do sistema.

Além disso, é possível observar a diferença entre o número de desligamentos que ocorreram por conta de VTCDs, apresentados na Figura 10, e o número de reclamações registradas pelo cliente, apresentados na Figura 10. Esta diferença também foi analisada no âmbito deste trabalho constatando que, por diversas vezes, o cliente apontou desligamentos que não foram ocasionados por VTCDs nem por alterações na forma de onda no ponto de suprimento.



(a) Número de eventos (com e sem desligamentos) identificados pelo sistema desenvolvido no terceiro mês de análise.

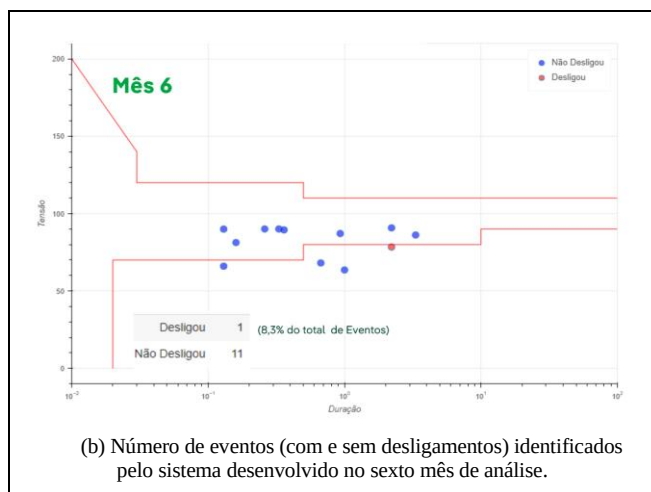


Figura 10 – Quadro Comparativo das curvas ITIC do terceiro e sexto mês de análise.

Um exemplo de evento em que houve uma percepção de desligamento do processo fabril, mas sem alterações na forma de onda de tensão no ponto de fornecimento, consequentemente sem a ocorrência de VTCDs, pode ser observado na Figura 11. A partir de oscilografias como estas, registradas pelo GODEL PQA-900, sem que houvesse a necessidade de sensibilização de equipamento de proteção, foi possível orientar o consumidor de que tais desligamentos relatados estavam relacionados com evento internos ao sistema da fábrica.

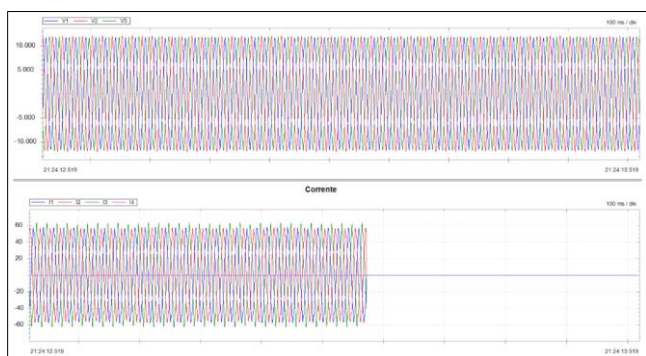


Figura 11 – Registro de desligamento do cliente sem ocorrência de VTCD.

V. CONCLUSÕES

O método apresentado neste trabalho demonstrou que é possível adotar medidas simples para redução do impacto das VTCDs em clientes industriais. Embora a metodologia exposta tenha proporcionado ganhos significativos no caso estudado, para um cliente industrial da Neoenergia Coelba, é importante ressaltar que cada caso possui as suas particularidades e, portanto, as alternativas de solução devem ser especificadas de acordo com as características sistêmicas,

ajustes de equipamentos de proteção e controle utilizados. Essa experiência demonstra também que quando o assunto é tratado de forma transparente com o cliente, fica mais fácil estabelecer uma relação salutar, o que contribui para alcançar resultados mais satisfatórios em um intervalo de tempo menor.

A obtenção da área de vulnerabilidade se mostra como uma importante ferramenta para redução da dimensão do problema e possibilita melhorar a assertividades das ações, reduzindo o esforço e, consequentemente, trazendo os melhores resultados em menos tempo. O estudo de caso apresentado também demonstra que o indicador fator de impacto, definido pelo PRODIST, não ajuda a solucionar problemas específicos. Tanto na condição antes, quanto após a implantação das ações, o indicador estava com valores inferiores a 1 pu, se mostrando adequado. No entanto, o cliente, que chegou a apresentar 18 desligamentos em um mês devido a VTCDs, passou a apresentar apenas 2, após a realização de ações simples e rápidas na rede de distribuição e em suas instalações internas.

Além dos ganhos obtidos com a redução do impacto das VTCDs para o cliente, as ações também proporcionaram benefícios gerais para a rede de distribuição melhorando a seletividade da proteção e consequentemente contribuindo para os indicadores de continuidade e aumentando a segurança da rede.

Embora as ações realizadas já tenham proporcionado 90% dos resultados, o processo de medição e verificação deve ser realizado de forma contínua, de modo a possibilitar avaliações adicionais. Equipamentos mais sensíveis, que podem ser sensibilizados por eventos de menor impacto, ainda podem ser identificados podendo resultados em novas sugestões, tais como identificação de dispositivos “ride-through” que possibilitam a passagem de equipamentos específicos pelos afundamentos momentâneos de tensão.

REFERÊNCIAS

- [1] "IEEE Guide for Identifying and Improving Voltage Quality in Power Systems," in *IEEE Std 1250-2018 (Revision of IEEE Std 1250-2011)*, vol., no., pp.1-63, 16 Nov. 2018, doi: 10.1109/IEEESTD.2018.8532376.
- [2] ANEEL, Procedimentos de Distribuição. "Módulo 8-qualidade da energia elétrica." Agência Nacional de Energia Elétrica-ANEEL (2010).
- [3] IEEE. IEEE Guide for Voltage Sag Indices. IEEE Std. 1564-2014, p. 1-59, 2014.
- [4] DUGAN, Roger C., et al. "Electric power systems quality." (2004).
- [5] IEC, International electrotechnical commission et al. IEC 61000-4-30, Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 4-30: Testing and measurement techniques-Power quality measurement methods. International Electrotechnical Commission: Geneva, Switzerland, 2015.
- [6] SHORT, Thomas Allen. Electric power distribution handbook. CRC press, 2003.