



XIX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2010 – 22 a 26 de novembro

São Paulo - SP - Brasil

Gerenciamento e Otimização dos Níveis de Tensão no Sistema de Distribuição até 23KV

Cristiano Cantos Pimentel	Alexandre Doralino Pretto	José Adolfo Cipoli
Rio Grande Energia	Rio Grande Energia	CEC Engenharia e Consultoria
cpimentel@rge-rs.com.br	apretto@rge-rs.com.br	cipoli@lexxa.com.br

Alex Sandro da Silva Nitsch	Gabriel José Ribeiro
Rio Grande Energia	Rio Grande Energia
anitsch@rge-rs.com.br	gribeiro@rge-rs.com.br

Palavras-chave

Otimização, Supervisão de Tensão MT, Nível de Tensão

Resumo

A metodologia equaciona os tipos de medidores, as medições, as avaliações e as ações para a otimização dos níveis de tensão até 23 kV, considerando os consumidores atendidos por uma determinada rede secundária, por um circuito primário, uma subestação ou um conjunto de subestações.

São detalhadas as ações desenvolvidas para a otimização dos níveis de tensão em alimentadores, considerando: a utilização de cálculos, medições, ajustes de reguladores de tensão e adequação de tap's. Esta faixa otimizada de tensão se situa na parte superior faixa adequada da resolução ANEEL, possibilitando que as concessionárias vendam uma energia com qualidade, justificando estudos e investimentos. Nos alimentadores testados foram estimados os ganhos de tensão decorrentes dos estudos de otimização.

1. Introdução

As medições trimestrais realizadas pelas concessionárias para atender as exigências da Resolução 505/ANEEL não são suficientes para possibilitar o efetivo e permanente controle da tensão entregue aos consumidores. Assim sendo, é de fundamental importância pesquisar e desenvolver uma metodologia eficiente e que sistematize a medição de tensão em pontos estratégicos da rede de média tensão, que assegure a constante supervisão do nível de tensão entregue aos consumidores, bem como, a possibilidade ao atendimento a ocorrência de tensões inadequadas aos consumidores, assim como, avaliar as alternativas técnicas mais adequadas para evitá-las, sempre levando em consideração o binômio custo x benefício.

A originalidade da pesquisa está na sistematização de medições na rede de média tensão e também no fato de que a concessionária não mais efetuará apenas a medição de tensão para atender as reclamações de consumidores e aos pedidos específicos da ANEEL, mas sim, efetuará supervisão e controle sistemático da tensão fornecida a todos os seus consumidores, antecipando futuras reclamações, pois disporá de uma ferramenta que possibilitará o acompanhamento da evolução da tensão ao longo da rede a tempo que subsidiará e orientará a regularização antes do surgimento de reclamações.

2. Estado da Arte

A primeira regulamentação adotada no Brasil estabelecendo requisitos técnicos relativos a conformidade dos níveis de tensão, a serem observados pelas concessionárias dos serviços de energia elétrica, foi a Portaria DNAEE no 047, de 17 de abril de 1978.

Tal Portaria estabeleceu uma série de regras e procedimentos a serem cumpridos pelas concessionárias dos serviços de energia elétrica.

Em função das evoluções ocorridas nos equipamentos utilizados pelos consumidores, houve necessidade de rever, atualizar e consolidar as disposições referentes à conformidade dos níveis de tensão de energia elétrica definidas na Portaria DNAEE no 047 e, para tanto foram publicadas as seguintes Resoluções ANEEL :

- Resolução 505 ANEEL de 26 de novembro de 2001,
- Resolução 676 ANEEL de 02 de dezembro de 2003,
- Resolução 505 ANEEL republicada em 02 de agosto de 2004.

Já os Procedimentos de Distribuição (PRODIST) são documentos que normatizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica.

A maioria das concessionárias de serviços de energia elétrica do Brasil efetua medições e atendimento a reclamações de consumidores referentes a níveis de tensão observando basicamente o estabelecido na Resolução 505/ANEEL, ou seja, instalação de registrador de tensão no ponto de entrega de energia ou no poste da concessionária de onde deriva o ramal do consumidor, sendo que este possui, um tempo de registro integralizado em 10 minutos com 168 horas de duração.

2.1 Estado da Arte na Rio Grande Energia S.A

A empresa Rio Grande Energia, a exemplo da maioria das concessionárias de serviços de energia elétrica do Brasil efetua medições trimestrais e atendimento a reclamações de consumidores referentes a níveis de tensão observando o estabelecido na Resolução 505/ANEEL.

Os procedimentos técnicos, as responsabilidades e os prazos aplicáveis a cada tipo de caso em análise, bem como a documentação a ser gerada durante o atendimento a cada reclamação de níveis de tensão para consumidores atendidos com tensão até 69 kV são definidos na Norma Técnica – RGE – Correção de Níveis de Tensão.

A figura 1 exemplifica o conteúdo do citado documento técnico descrevendo: objetivo, conteúdo e os comentários sobre eventuais aplicações com resultados práticos e mensurados.

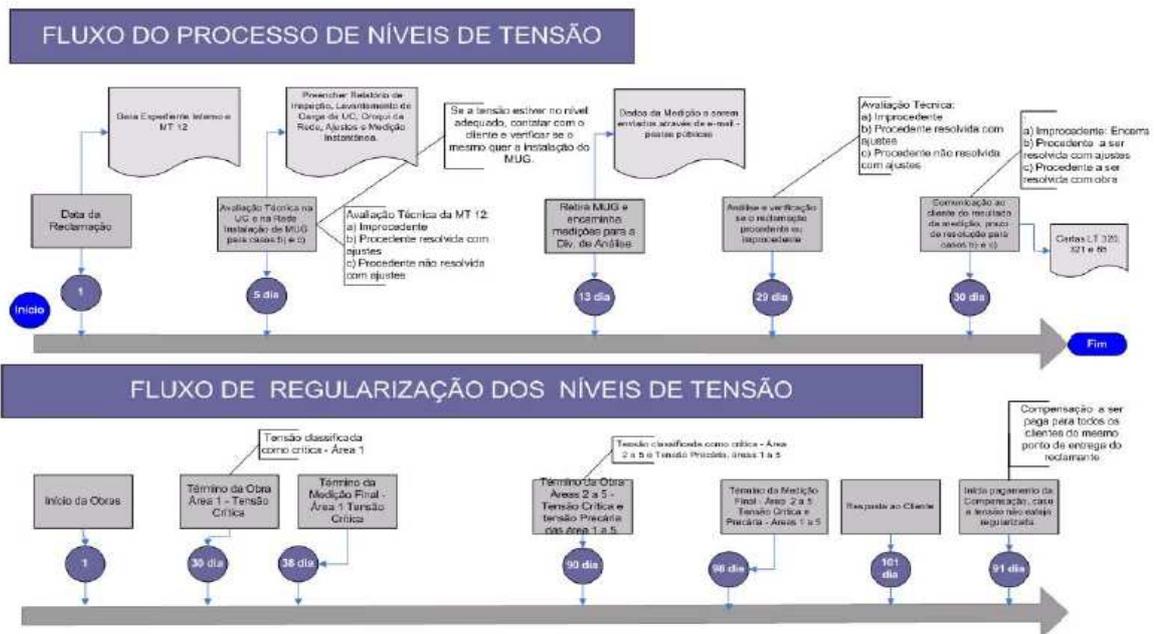


Figura 1 – Fluxo do Processo de Nível de Tensão

2.2 Norma Técnica de Gerenciamento e de Otimização dos Níveis de Tensão

O resultado foi a Norma Técnica – “GERENCIAMENTO E OTIMIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE TENSÃO NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO”, que contém todo o detalhamento necessário a adequada utilização dos registradores, análise das medições e definição das alternativas aplicáveis para a melhoria da tensão, de acordo com o tipo de problema observado. Tal Norma abrange os seguintes pontos:

- Tipos de medição necessários em sistemas de distribuição para supervisão do nível de tensão, oscilação de tensão e reclamação de tensão nas redes das classes de baixa tensão e até 23 kV;
- Periodicidade de medição de tensão nos diversos segmentos do sistema elétrico de distribuição;
- Técnicas de medição de grandezas elétricas aplicáveis a cada tipo de medição;
- Características técnicas mínimas do registrador a ser utilizado em cada tipo de medição;
- Arranjo típico de registradores, para cada tipo de medição, visando assegurar a eficiência da medição;
- Definição do tempo de medição e do tempo de registro de acordo com o tipo de medição;
- Metodologia de análise de registros de medição em sistemas elétricos da classe de tensão até 23 kV;
- Definição das alternativas aplicáveis para a melhoria da tensão de fornecimento a cada tipo de deficiência observada na medição.

Como exemplo apresentamos a seguir alguns itens do citado documento.

A, Roteiro para Verificação de Nível de Tensão.

No documento sistematiza os procedimentos adotados para o recebimento de Solicitação de Medição de Nível de tensão na Rio Grande Energia são detalhados os tipos de solicitação, envolvendo os consumidores atendidos por redes secundárias e primárias, além disso, são tratadas também as solicitações geradas pelas diversas áreas da empresa.

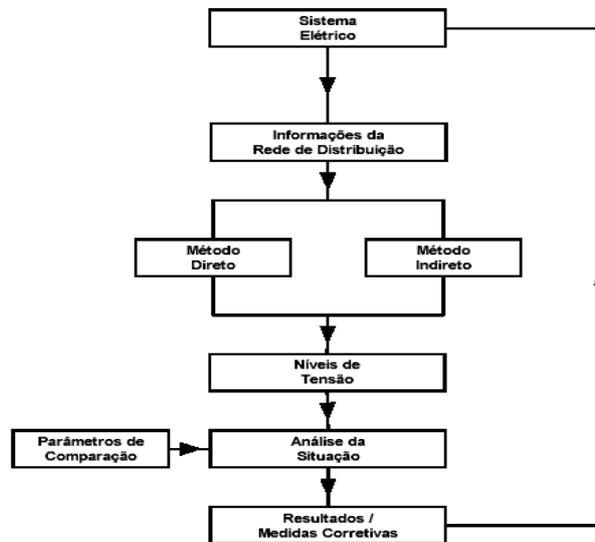


Figura 2 – Fluxograma Básico de Gerenciamento e Controle de Tensão

B. Procedimentos para Execução de Tarefas de Medição em Redes e Equipamentos de Distribuição.

O documento elenca as tarefas de medição em redes e equipamentos de distribuição sistematizando e padronizando os procedimentos de tais atividades englobando: qualidade das medições, ferramental adequado e a segurança dos operadores.

A seguir apresentamos, a título de exemplo, o detalha-mento de uma tarefa englobando a seqüência de operações e o ferramental necessário.

5. INSTALAR REGISTRADOR DE CORRENTE PARA REDE CLASSE 15 kV, MODELO P-27, PARA MEDIÇÃO DE CORRENTE EM REDE PRIMÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO

5.1 OBJETIVO

Medir e registrar as variações de corrente em rede primária de distribuição, de acordo com necessidades específicas.

5.2 SEQUÊNCIA DE OPERAÇÃO

- Inspecionar visualmente a área de trabalho.
- Sinalizar e isolar a área de trabalho, se necessário.
- Posicionar e amarrar a escada no poste.
- Instalar o conjunto de içamento do bastão e do registrador (carretilha, corda).
- Isolar a rede secundária, se houver, com lençol de borracha ou desligar o transformador, caso necessário.
- Desligando o transformador :
 - a) Usar o detector de tensão;
 - b) Aterrar a rede secundária.
- Remover o registrador da caixa metálica que o acondiciona. **Não segure o registrador pelo TRANSDUTOR e sim pelo grampo de linha viva.**
- Verificar a posição da face posterior interna do transdutor em relação ao grampo de linha viva, adequando-os de forma que o cabo a ser medido toque a face do transdutor quando o grampo de linha viva for fechado.
- Abrir o grampo de linha até o final de seu curso.
- Certificar-se que a tampa da caixa metálica, que contém uma borracha na sua superfície interna, está adequadamente comprimida sobre o conector para comunicação existente na caixa interna de poliéster, evitando penetração de água no registrador.
- Fixar o gancho do bastão no grampo de linha viva do registrador.
- Içar o bastão com o registrador através do conjunto de içamento, o qual já está instalado na estrutura.
- Instalar o registrador no cabo da fase na qual se efetuará a medição da corrente, mantendo afastamento seguro da cruzeta e ferragens, acomodando o grampo de linha viva no cabo.
- Fixar o grampo de linha viva no cabo.
- Desengatar o bastão do grampo de linha viva, e removê-lo.
- Retirar o aterramento e religar o transformador, se esse foi desligado.
- Retirar a isolação da rede secundária, caso tenha sido utilizada.
- Retirar os equipamentos na ordem inversa à de instalação.

5.3 FERRAMENTAL E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- Registrador digital de corrente modelo P-27.
- Vara de manobra para operação de chaves corta-circuito.
- Escada extensível de madeira de 5,40 x 9,60 m.
- Carretilha com gancho.
- Corda de polipropileno.
- Estropo de nylon.
- Bastão de manobra de 3,20 ou 3,80 m para grampo de linha viva.
- Balde de lona.
- Detector de tensão.
- Conjunto de aterramento temporário secundário.
- Cones de sinalização.
- Fita de sinalização.
- Lençol de borracha com velcro.
- Capacete de segurança.
- Óculos de segurança - Lentes Escuras.
- Cinturão de segurança.
- Correia de segurança.
- Luvas isolante de borracha - classe 1 ou 2.
- Luvas de couro para proteção das luvas de borracha.
- Botinas de segurança.
- Luvas de vaqueta para serviços gerais.

NOTA :

Para procedimentos complementares de trabalho com o registrador digital de corrente, modelo P-27, consultar o Manual do Registrador Digital de Corrente modelo P-27.

Figura 3 – Tarefa englobando seqüência de operação e material necessário

C. Arranjos Típicos para Medição em Redes de Distribuição.

O documento uniformiza os critérios e os tipos de aparelhos que devem ser utilizados na realização das diversas medições em regime no sistema elétrico de distribuição da Rio Grande Energia, tais como, a verificação de queda de tensão nas redes primária e secundária, verificação de oscilação de tensão nas redes primária e secundária, determinação de demanda e/ou curvas de corrente e tensão na rede de distribuição e avaliação da qualidade de fornecimento.

A seguir apresentamos, a título de exemplo, o detalhamento de um arranjo típico.

	Tipo de Documento: NORMA TÉCNICA	
	Área de Aplicação: DISTRIBUIÇÃO	
	Título do Documento: PD 05 - GERENCIAMENTO E OTIMIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE TENSÃO NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO ATÉ 23 kV	

4.1 - QUEDA DE TENSÃO NA REDE SECUNDÁRIA

4.1.1 - Verificação de nível de tensão com o uso de Registrador Eletrônico Programável Trifásico para Rede de Distribuição da Classe de Tensão 600 V

Deve-se, inicialmente, efetuar medições instantâneas de corrente, nos bornes secundários do transformador, para a escolha do TAP dos transformadores de corrente a serem utilizados. Como medida de segurança, o TAP a ser adotado corresponderá ao maior valor de corrente medido ou, em caso de dúvida escolher de acordo com a potência nominal do transformador a ser medido.

Instalar, nos bornes secundários do transformador, um registrador eletrônico para medir a tensão entre as fases e o neutro, acrescido dos transformadores de corrente para medição da corrente das fases. Observar se a ligação do transformador na secundária é ESTRELA.

Programar o registrador para efetuar o registro das seguintes grandezas : tensão, corrente e fator de potência das fases.

Na(s) ponta(s) mais distante(s) do circuito deve-se instalar um registrador eletrônico, medindo as tensões fase-neutro.

NOTA IMPORTANTE :

Para este tipo de medição serão adotados os seguintes parâmetros para o registrador :

- Intervalo entre amostras ou período de medição = 1 (hum) segundo
- Intervalo programável entre registros ou período de registro = 90 (noventa) segundos

Figura 4 – Detalhamento da Norma Técnica

D. Análise das Medições de Tensão e Medidas Corretivas.

O documento contém métodos para análise dos valores de tensão obtidos por medições indicadas e registradas, visando detectar qual a parte ou componente do sistema elétrico apresenta deficiências de tensão, recomendando, também, as medidas corretivas para adequar os níveis de tensão no barramento das subestações, na rede primária, no transformador, na rede secundária, no ramal de serviço e na instalação interna do consumidor.

2.3 Parâmetros da Resolução 505/ANEEL na Rio Grande Energia.

A Resolução 505/ANEEL define os limites da tensão para os consumidores atendidos nos diversos níveis de tensão do sistema elétrico.

2.3.1 Consumidores Atendidos até 23KV

Para estes consumidores a Resolução 505/ANEEL estabelece o seguinte com relação à tensão de fornecimento:

Tensão contratada:

Art. 5o Para unidades consumidoras atendidas em tensão superior a 1 kV, a tensão a ser contratada com a concessionária ou com o ONS deve situar-se entre 95% e 105% da tensão nominal de operação do sistema no ponto de entrega ou de conexão e, ainda, coincidir com a tensão nominal de um dos terminais de derivação previamente exigido ou recomendado para o transformador da unidade consumidora.

Em atendimento em pontos de entrega ou conexão em tensão nominal superior a 1 kV e inferior a 69 kV a resolução estabelece.

Tabela 1 – Tensão de atendimento ANEEL

Classificação da Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de variação da Tensão de Leitura (TL) em relação à Tensão Contratada (TC)
Adequada	$0,93 TC \leq TL \leq 1,05 TC$
Precária	$0,90 TC \leq TL < 0,93 TC$
Crítica	$TL < 0,90$ ou $TL > 1,05 TC$

Com relação a RGE a parte dos seus alimentadores possuem tensão nominal de 23 kV, sendo assim, e a tensão contratada deve se situar na faixa de $21,85 \text{ kV} \leq TC \leq 24,15 \text{ kV}$ e também coincidir com o TAP exigido ou recomendado para o transformador.

Para o caso foi adotado para a Tensão Contratada, doravante denominada TC, o valor 22,00 kV que atende aos requisitos estabelecidos pela ANEEL.

Portanto: TCRGE - MT = 22,00 kV

Como a Tensão Contratada adotada foi 22,00 kV resulta no seguinte quadro para a Tensão de Leitura, doravante denominada TL.

Tabela 2 – Tensão de atendimento RGE

Classificação da Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de variação da Tensão de Leitura (TL) em relação à Tensão Contratada (TC)
Adequada	$20,46 \text{ kV} \leq TL \leq 23,10 \text{ kV}$
Precária	$19,80 \text{ kV} \leq TL < 20,46 \text{ kV}$
Crítica	$TL < 19,80 \text{ kV}$ ou $TL > 23,10 \text{ kV}$

Transformando em representação gráfica fica:

Tensão Nominal = 23,00 kV e Tensão Contratada = 22,00 kV os valores são:

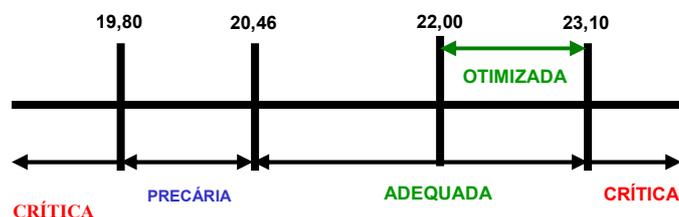


Figura 5 – Faixa otimizada MT

Observações.

1 – Observar que apesar da faixa adequada, do ponto de vista da ANEEL, ser entre 20,46 kV e 23,10 kV, ela não otimiza a qualidade e a quantidade de energia entregue ao consumidor, o que ocorre com a operação na faixa entre 22,00 kV e 23,10 kV que chamaremos de FAIXA OTIMIZADA DE OPERAÇÃO, sendo que, para cargas resistivas aumento de 1 % na tensão e um aumento de 2 % na energia faturada. Para Outros tipos de carga o aumento de 1 % na tensão, ocasiona um aumento entre 0,3 e 0,5 % na energia faturada.

2 – É importante observar que a faixa precária inexistente na direção das maiores tensões, o que implica em maiores riscos para a concessionária e menores prazos para regularização de possíveis desvios da tensão nessa região.

2.3.2 Consumidores Atendidos em Tensão Secundária

Para estes consumidores a Resolução 505/ANEEL estabelece o seguinte com relação a tensão de fornecimento:

Art. 6o Para unidades consumidoras atendidas em tensão nominal de operação igual ou inferior a 1 kV, a tensão a ser contratada com a concessionária deve ser a tensão nominal do sistema no ponto de entrega.

Pontos de entrega em tensão nominal igual ou inferior a 1 kV

Tabela 3 – Tabela (parcial)

Valores Adequados (Volts)	Valores Precários (Volts)	Valores Críticos (Volts)
$(348 \leq TL \leq 396) / (201 \leq TL \leq 231)$	$(327 \leq TL < 348 \text{ ou } 396 < TL \leq 403) / (189 \leq TL < 201 \text{ ou } 231 < TL \leq 233)$	$(TL < 327 \text{ ou } TL > 403) / (TL < 189 \text{ ou } TL > 233)$

Tensão contratada

Como na RGE a tensão nominal na rede secundária é 380/220 volts a Tensão Contratada, doravante denominada TC, assume o valor abaixo que atende aos requisitos estabelecidos pela ANEEL.

Portanto: TCRGE - BT = 380 / 220 V

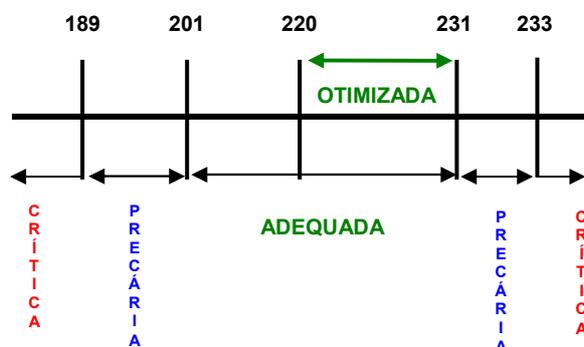


Figura 6 – Faixa otimizada BT

Observação:

É importante observar que apesar da faixa adequada, do ponto de vista da ANEEL, ser entre 201 V e 231 V, ela não otimiza a qualidade e a quantidade de energia entregue ao consumidor, o que ocorre com a operação na faixa entre 220 V e 231 V que chamaremos de FAIXA OTIMIZADA DE OPERAÇÃO. Nesta faixa temos para as cargas resistivas um aumento de 1 % na tensão, ou seja, aumento de 2 % na energia faturada. Para outros tipos de carga o aumento de 1 % na tensão representa um aumento entre 0,3 e 0,5 % na energia faturada.

2.4 - Considerações Sobre o Gerenciamento de Tensão em Alimentadores

As medições realizadas pelas concessionárias para atender as exigências da ANEEL não são suficientes para possibilitar o efetivo e permanente controle da tensão entregue aos consumidores. Portanto, é importante sistematizar a medição de tensão em pontos estratégicos da rede de média tensão visando assegurar a supervisão do nível de tensão entregue aos consumidores possibilitando antever a ocorrência de tensões não conformes nos mesmos e, também avaliar a alternativa técnica mais adequada para evitá-la, levando em consideração o binômio custo x benefício.

Para a concessionária, a execução da medição somente no ponto de entrega do consumidor não é suficiente para identificar o ponto do sistema elétrico em que o problema se origina, além de não assegurar que ela efetua a supervisão da tensão ao longo do sistema elétrico de distribuição visando a otimização a qualidade do fornecimento de energia elétrica a seus consumidores, adequado direcionamento dos investimentos em melhoria da tensão no sistema de distribuição visando inclusive o aumento de arrecadação e minimizando o número de reclamações de tensão.

Para melhor entender estes conceitos vejamos o exemplo a seguir :

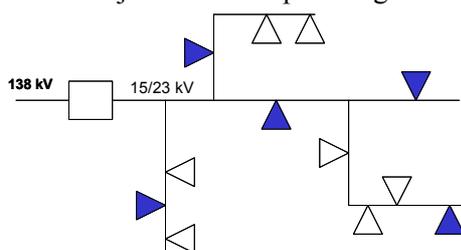


Figura 7 – Reclamações de Nível de Tensão em um AL

Os transformadores destacados em azul são aqueles em que os consumidores de baixa tensão efetuaram reclamação de tensão. Porém, ao se analisar o conjunto constata-se que há mais transformadores com problema de tensão e, que existem consumidores com cargas menos sensíveis a variação da tensão.

Caso se tome providências com base unicamente nas reclamações recebidas certamente se efetuará a reforma dos correspondentes circuitos secundários, mas com o decorrer do tempo o problema se repetirá e o investimento será perdido, porém, se a concessionária supervisiona a tensão na rede de 15/23 kV constatará que o problema não é isolado e que sua solução passa por providências ao nível de alimentador. E, que a irregularidade na tensão poderá ser solucionada, por exemplo, com um reajuste no tap do transformador de força da S/E e/ou no regulador de tensão. Soluções essas de baixo custo e de rápida execução.

Por essas razões, a equipe técnica do Projeto definiu por sistematizar o controle da tensão em alimentadores como ferramenta de gerenciamento de tensão do ponto de vista da concessionária dos serviços de eletricidade, sendo que, a adoção de um “arranjo típico” assegura a eficiência das medições dependendo do tipo de problema a ser analisado.

2.5 - Gerenciamento de Tensão de um Alimentador Típico

Alimentador com carga instalada da ordem de 22.000 kVA, com 253 transformadores de distribuição, 3 bancos de reguladores de tensão que atende cerca de 2.100 consumidores localizados nas áreas urbana e rural e com importante consumidor instalado na área rural.

As medições objetivaram analisar o comportamento da tensão ao longo do alimentador e também avaliar o desempenho dos reguladores de tensão instalados ao longo da rede primária, nos quais o compensador de queda de tensão estava desativado.

Para a eficiente e objetiva avaliação do comportamento da tensão ao longo da rede primária e também do desempenho dos reguladores de tensão é necessário que se efetue medição de tensão simultaneamente na saída do alimentador ou regulador e no ponto de maior queda de tensão do rede primária do mesmo. Outro ponto a destacar é que esse tipo de medição é mais eficiente para o gerenciamento e supervisão da tensão no sistema de distribuição do que as trimestrais estabelecidas pela ANEEL, isto é função da visão de conjunto que elas proporcionam.

A partir das medições efetuadas constatou-se que havia oportunidade de melhoria nos níveis de tensão nas regiões atendidas pelos reguladores de tensão instalados no alimentador. Foram efetuados estudos específicos que resultaram nos seguintes ajustes para os reguladores de tensão :

Tabela 4 – Características do Regulador 1

Uref	UR	UX	Insensibilidade	Temporização (s)
113	4	1	1	30

Tabela 5 – Características do Regulador 2

Uref	UR	UX	Insensibilidade	Temporização (s)
112	6	4	1	45

Tabela 6 – Características do Regulador 3

Uref	UR	UX	Insensibilidade	Temporização (s)
112	7	7	1	60

Os gráficos a seguir apresentam como exemplo as curvas das medições antes e após o ajuste do regulador de tensão 3, sendo as situações apresentadas correspondente à tensão logo após o mesmo e na ponta da rede primária por ele atendida.

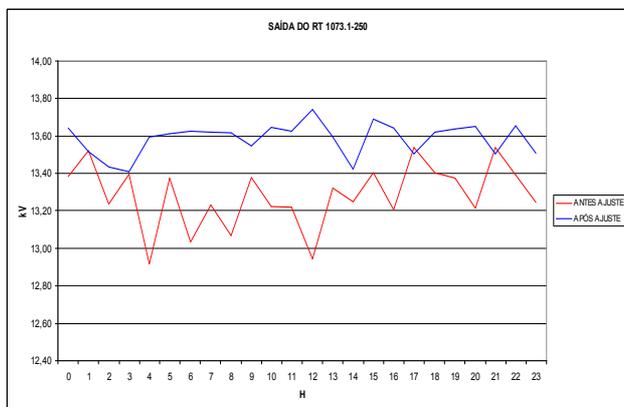


Figura 8 – Saída do Regulador 3

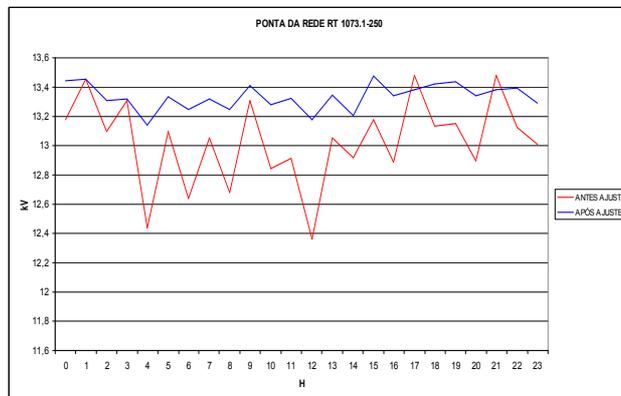


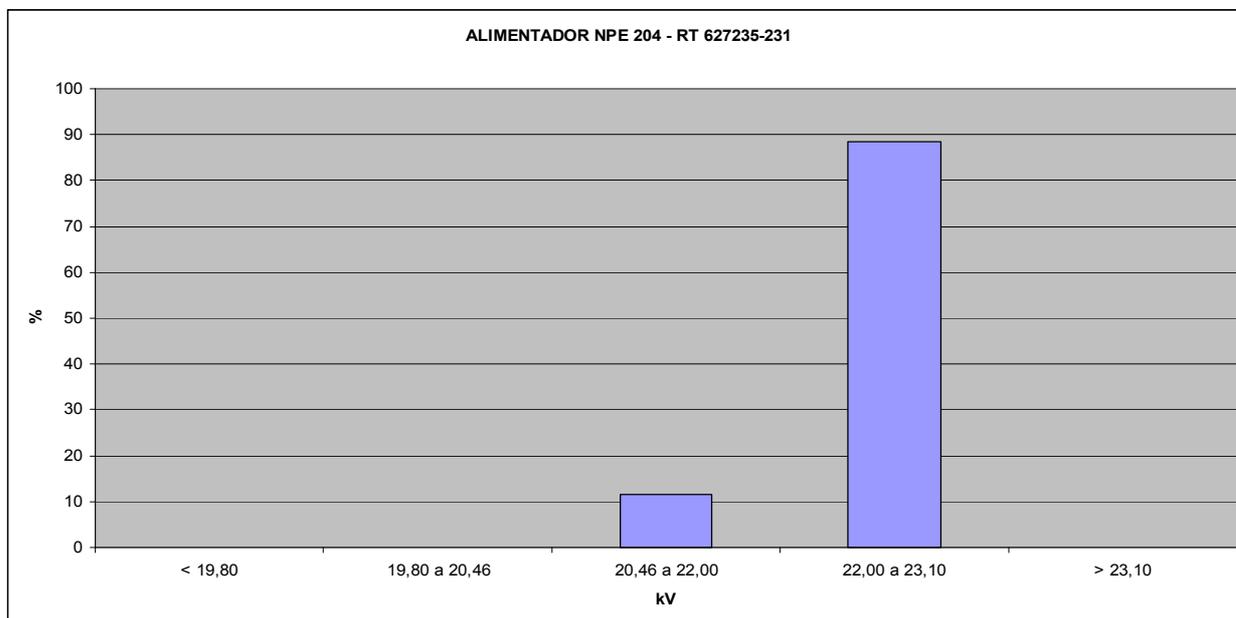
Figura 9 – Ponta da Rede Primária do Regulador 3

Como exemplo para alimentadores de 23 kV, apresentamos a seguir os ajustes propostos para o regulador de tensão localizado ao longo do alimentador piloto.

Tabela 7 – Ajustes Propostos

Uref	UR	UX	Insensibilidade	Temporização (s)
110	7	7	1	45

Ao juntarmos o histograma da tensão no regulador de tensão do alimentador 23 kV após o seu ajuste com o conceito de faixa otimizada de operação, que implica na otimização da qualidade e da quantidade de energia entregue ao consumidor, verificamos que a otimização foi efetivamente obtida e se revelou adequada para o caso deste alimentador.



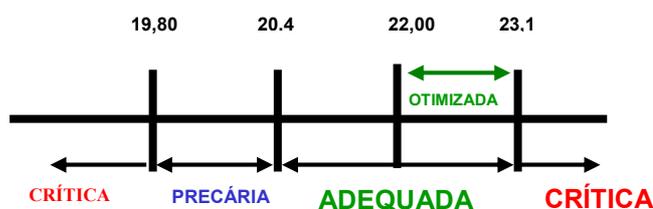


Figura 10 – Histograma com informação de otimização

A tabela a seguir resume os ganhos de tensão obtidos com a otimização dos níveis de tensão nos alimentadores piloto sendo que SOS mesmos foram calculados entre fase e neutro.

Tabela 8 – Ganho de tensão com a otimização

ALIM	R.T	GANHO SECUNDÁRIA	
		VOLTS	% (*)
1		2,18 V	0,99 %
2	1	2,13 V	0,97 %
	2	11,34 V	5,15 %
	3	5,02 V	2,28 %
3		1,30 V	0,59 %

3. Conclusões

Um dos benefícios mais palpáveis e visíveis do Projeto é referente a eficácia da supervisão e do gerenciamento da tensão a partir de medições no sistema de Média Tensão, quando comparado com a disponibilizada a partir das medições trimestrais em Baixa Tensão programadas pela ANEEL. A medição em Média Tensão fornece uma visão de conjunto e, a solução do provável problema observado se estende de forma automática a todos os consumidores atendidos pelo alimentador, fato este que não ocorre ao se tomar providências em circuitos secundários isolados.

A ANEEL através da Resolução 505 define limites de valores e de duração para as violações de tensão nas faixas críticas e precárias, com isso, e em função da divulgação dada ao assunto, o nível de exigência dos consumidores vem crescendo constantemente, sendo que, as concessionárias devem se adaptar rapidamente a esse novo cenário.

Além da melhoria da qualidade do serviço a utilização de tensões secundárias dentro de uma faixa de operação otimizada proporciona, o aumento do faturamento em função da melhoria da tensão, isto porque com tensões operacionais mais elevadas os equipamentos dos consumidores consomem mais energia, a qual é registrada pelos medidores de energia elétrica (exemplo: aumento da tensão média de fornecimento na B.T de 215 para 217 V).

Para cargas com característica resistivas verifica-se que para um aumento de 1 % (um por cento) na tensão média de fornecimento, a energia faturada aumentará da ordem de 2 % (dois por cento). Para outros tipos de carga para um aumento de 1 % na tensão estima-se, de maneira conservadora, um aumento de faturamento entre 0,3 e 0,5 %.

Assim sendo, os estudos e as ações desenvolvidas mostraram ser possível a otimização da qualidade do fornecimento de tensão aos consumidores, acompanhada de um aumento no faturamento.

4. Referências bibliográficas e/ou bibliografia

1 - Curso de Manutenção e Operação de Sistemas da Distribuição - ABRADÉE / COGE / MACKENZIE - Set/2006MEDIÇÃO de Grandezas Elétricas e Níveis de Tensão em Sistemas de Distribuição.

2 - Sistemas de supervisão de nível de tensão e carregamento de alimentadores - Garrido, Regina M. Bonetto S. Blumenau CELESC , 1992 - Trabalho apresentado no SENDI.

3 - Registradores Digitais de Tensão e de Corrente para Redes da Classe 15 kV – PRIMATA

4 - Registrador P 35 – PRIMATA

5 - Registradores ELO. 2160 e 631T – ELO

6 – Registradores MARH 21 e MARH-MT – RMS

7 - RESOLUÇÃO ANEEL n. 505 de 26/11/2001

8 - ELETROBRÁS - Coleção Distribuição de Energia Elétrica - Volume 5 - "CONTROLE DE TENSÃO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO".

9 - CIPOLI, JOSÉ ADOLFO - ENGENHARIA DE DISTRIBUIÇÃO - CAPÍTULO 14 - "Aplicação de Capacitores em Sistemas Elétricos de Distribuição" e CAPÍTULO 15 - "Regulação de Tensão".

10 - São Paulo State Regulatory Experience in the Evaluation of Voltage Level - CSPE/USP - IEEE/PES T&D 2002

11 - CODI-13.05 - Diretrizes, critérios e procedimentos para supervisão e controle de níveis de tensão do fornecimento de energia elétrica

12 - CODI-13.06 - Avaliação do desempenho operacional do sistema elétrico de distribuição quanto aos níveis de tensão