



Experiências e Ações no Combate a Perdas Comerciais com Resultados na Otimização de Perdas Técnicas

Eng. Bruno Regueira

brunoregueira@celpe.com.br

Eng. Nivaldo Paulo Feodrippe de Souza

feodripe@celpe.com.br

CELPE – Companhia Energética de Pernambuco

Eng. Fabiano Cardoso Ferreira

fabiano@elotek.com.br

Elo Sistemas e TECNOLOGIA Ltda.

RESUMO

Os avanços da comunicação integrada à tecnologia e aos avanços da medição eletrônica possibilitaram a implantação de um projeto piloto com fins de automação comercial e combate a perdas na CELPE, e os resultados foram bastante animadores.

Este trabalho tem por objetivo apresentar a experiência da CELPE, em parceria com a Elo Sistemas e TECNOLOGIA, na utilização, desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos e soluções visando o combate às perdas técnicas e comerciais do sistema de distribuição da CELPE. Além dos resultados já obtidos, serão abordados alguns aspectos técnicos e a análise de retorno econômico da solução empregada no projeto.

PALAVRAS-CHAVE

AMR, Automação da Baixa Tensão, Perdas Comerciais, Perdas Técnicas.

1. INTRODUÇÃO

A CELPE – Companhia Energética de Pernambuco – detentora da concessão dos serviços públicos de distribuição de energia elétrica para o Estado de Pernambuco, foi adquirida pelo Consórcio Guarani S.A., hoje NEOENERGIA, no dia 17 de fevereiro de 2000. A área de concessão da CELPE compreende 98.938 Km², servindo um total de 2.750.000 clientes.



Fig. 1 Localização Geográfica

As perdas técnicas e comerciais das concessionárias, que no caso da CELPE foram de 17,8 % no ano de 2005, sempre foram fatores preocupantes, especialmente após a revisão do modelo tarifário nacional, que coibiu o repasse dessas perdas às tarifas nas taxas que ocorria no passado.

Infelizmente os retornos associados aos custos para automação dos processos de monitoramento dos pontos de medição para consumidores comerciais e residenciais, na escala relativa à distribuição na baixa tensão, não tinham sido, até então, condizentes com a adoção massiva de qualquer tecnologia. Esse fato sempre deixou a desejar os resultados de qualquer ação ou política de

combate às perdas, uma vez que, em sua grande maioria, tais resultados mostravam uma curva decrescente em desempenho.

Historicamente, a maioria das ações de combate às perdas, especialmente às comerciais, tem sido feita com base na “tecnologia empreiteira”, ou seja, equipes de campo varrem áreas em busca de fraudes e inadequações e autuam os consumidores irregulares. Essas ações têm resultados razoáveis, mas são de curto prazo, pois o monitoramento não é constante e, dada a área de concessão da maioria das concessionárias, o tempo para nova visita a um ponto recém inspecionado é longo, o que estimula, indiretamente, o retorno de certos consumidores à condição irregular.

Preocupada com os altos índices de perdas técnicas e comerciais, a CELPE analisou diversos produtos com o objetivo de quantificar o impacto da adoção de tecnologias modernas numa política massificada de combate às perdas, elegendo posteriormente alguns pontos críticos de sua área de concessão para implantação da solução estudada e confirmação de seus resultados.

Para que o projeto tomasse início, foi elaborado um estudo interno planejado que resultou na:

- Revisão de procedimentos existentes;
- Busca de uma solução que viabilizasse a automação de diversos processos para os consumidores conectados à rede de distribuição na baixa tensão;
- Escolha de um parceiro juntos aos fornecedores para realizar este projeto.

A tecnologia selecionada envolve o uso de medidores e equipamentos de rede que se comunicam por PLC (*Powerline Carrier*), que possibilita o uso da própria rede elétrica de distribuição para tráfego dos dados, reduzindo custos e possibilitando aplicações específicas de atualização e manutenção do cadastro.

Os equipamentos de medição são dotados de diversas funcionalidades que permitem a completa automação do processo comercial de energia, possibilitando ações de corte e religação dos consumidores de forma remota, tarifação diferenciada, pré-pagamento, ações de GLD (Gerenciamento pelo Lado da Demanda), entre outros.

Como a CELPE adota metodologia de cálculo de perdas em operação (medição eletromecânica do transformador de distribuição), foi possível comparar os resultados obtidos nas áreas de implantação do projeto em Recife com outras áreas semelhantes.

Os resultados inerentes ao processo utilizado neste projeto foram:

- Redução no tempo de ação de corte e religação;
- Monitoramento constante das condições de carga com indicadores de anormalidade;
- Levantamento do perfil de carga horário dos consumidores;
- Monitoramento do fator de carga do transformador;
- Monitoramento da distribuição de carga entre as fases.

Os resultados operacionais imediatos foram:

- Redução significativa do tempo de solicitação de religação por inadimplência;
- Otimização da distribuição de carga entre as fases do transformador;
- Redução de perdas técnicas provocadas pelo desbalanceamento da rede de BT;
- Inibição de fraudes por derivação, inversão do sentido da carga, e derivação parcial.

Os resultados financeiros, apresentados ao longo deste trabalho, mostram que tanto a técnica quanto a tecnologia adotadas são compatíveis com implantações massivas.

2. PROJETO IMPLANTADO NA CELPE

Para colocar em prática os estudos sobre o desempenho do sistema PLC na CELPE, com vistas ao combate às perdas comerciais e técnicas, a CELPE selecionou duas áreas na região de Recife, PE, para instalação dos equipamentos. As áreas selecionadas e suas características são:

- a. **Imbiribeira:** área de alta incidência de fraudes e de inadimplência. Bairro de classe média (C) com baixo índice de violência.
 - i. Total de circuitos medidos: 02
 - ii. Total de consumidores medidos: 167
- b. **Brasília Teimosa:** área de alta incidência de fraudes, erros cadastrais e de inadimplência. Bairro de classe baixa (D e E) com índice de violência superior à média.
 - i. Total de circuitos medidos: 08
 - ii. Total de consumidores medidos: 956

2.1. Resultados Preliminares

Durante o processo de substituição dos medidores e instalação dos equipamentos de rede foram levantadas informações sobre as condições de campo da medição então existente.

Este procedimento objetivou normalizar as condições de análise de campo, com a instalação dos equipamentos de medição, garantindo que qualquer mudança no cenário seria notada pelo sistema. Paralelamente, objetivou-se atualizar os dados de campo de áreas onde a inadimplência e as fraudes eram relativamente altas, e onde pouco se sabia sobre as perdas técnicas devido aos valores elevados das perdas comerciais.

O resultado foi surpreendente, como se pode observar na figura 2.

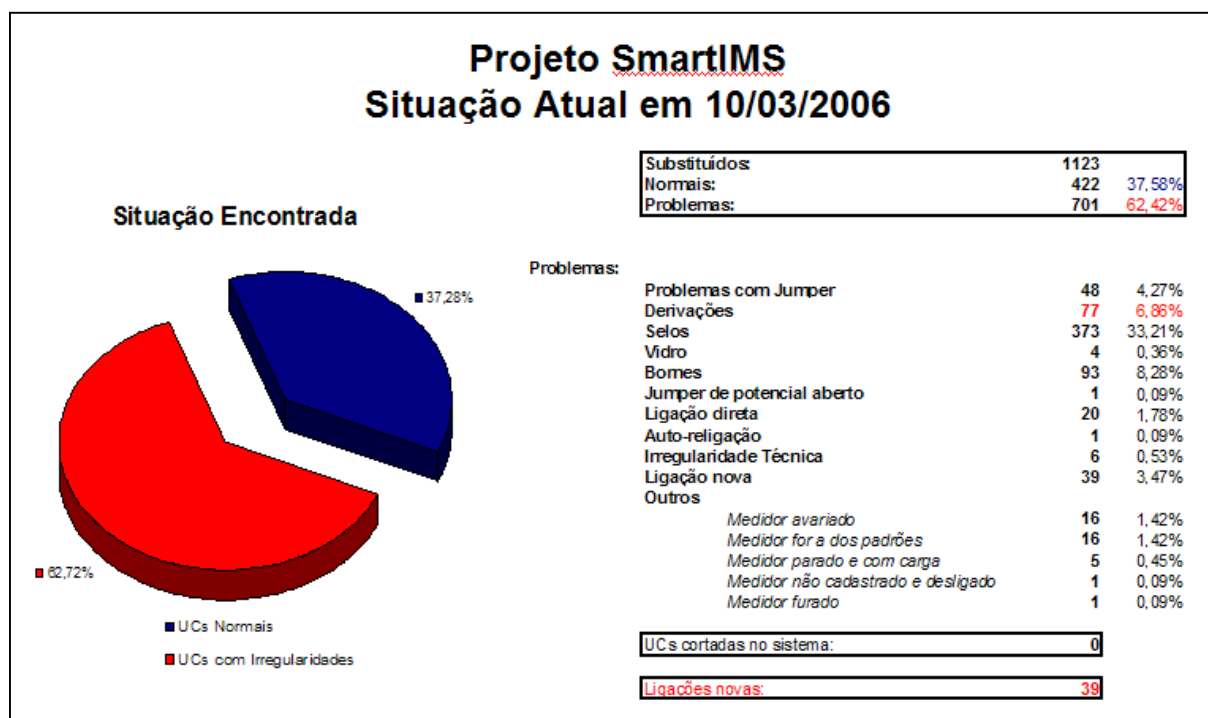


FIGURA 2

Do total de clientes envolvidos no projeto 62,72 % apresentaram algum tipo de problema no medidor. Os demais, considerados bons, foram retirados de campo e uma amostra de 210 equipamentos foi coletada para testes em laboratório. Tal procedimento também apresentou um resultado surpreendente, pois 64 medidores desta amostra foram reprovados ou refugados, além de constatar-se que os níveis de erros médios (negativos) eram bastante acentuados, como se pode observar na figura 3 a seguir.

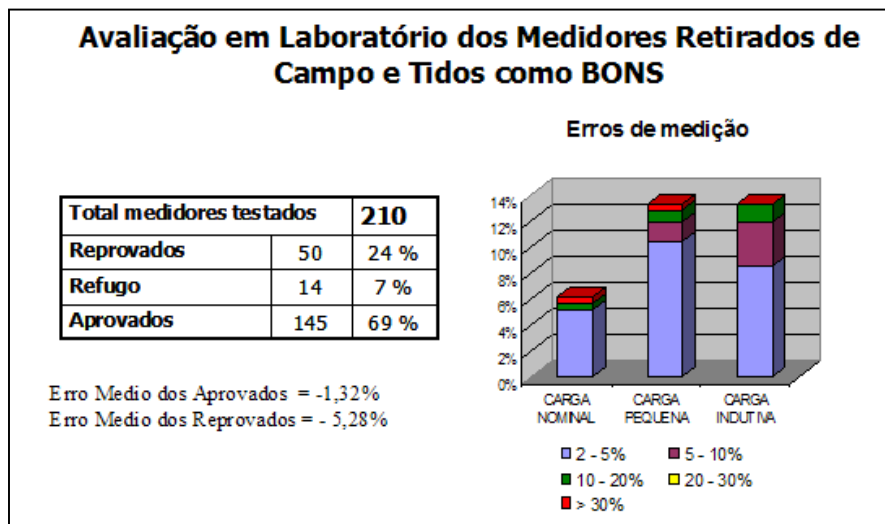


FIGURA 3

Podemos facilmente observar a fragilidade do sistema de medição convencional eletromecânica, ora pela vulnerabilidade do medidor às fraudes, ora pela atribuição de perda para a concessionária devido ao erro negativo em sua medida.

2.2. Resultados Iniciais

Com o fechamento de alguns circuitos nas áreas do projeto foram constatadas algumas mudanças no perfil dos clientes conforme a tabela 1, ou seja, no início do projeto onde tivemos uma ação imediata de corte e o acompanhamento diário do projeto, foi alcançado 100% de resposta no tocante ao pagamento da fatura em atraso.

Numa segunda etapa foi avaliada a eficiência do processo tradicional de acompanhamento das

	Cortes	Religações	Tempo Médio	Início das ações
Imbiribeira	15	11 (73%)	21h	2/9/2005
Brasília Teimosa	33	17 (52%)	1d, 14h	25/1/2006

TABELA 1

fraudes em campo, de forma que os cortes foram executados, mas o acompanhamento do comportamento do consumidor, pelo sistema, foi ignorado, ou seja, a área operacional não mais passou a ser avisada e, portanto, as visitas imediatamente após uma ação ilegal por parte do cliente não mais ocorreram. Passou-se a depender do processo comercial e operacional para que tal visita ocorresse. O relaxamento das inspeções e, por sua vez, a falsa sensação de liberdade do cliente para se religar culminaram no interessante resultado obtido que está apresentado na tabela 2, após 1.5 mês nessa condição.

Posição do Projeto 15/03/2006

Não-irregulares	Irregulares
7 Pagou a fatura	6 Ligados por 3 ^{os}
2 Continuam cortados	7 Ligados no meio do vão
7 Imóveis fechados	4 Impediram a inspeção (ap. cortados)

TABELA 2

Como resultado prático pode-se observar uma correlação direta entre a inibição das fraudes pelo efeito punitivo por vigilância constante e aquele por visitas esporádicas. Em apenas 45 dias a população local já havia “esquecido” que algo os vigiava e passou a fraudar as instalações novamente.

A conclusão é a de que por mais eficientes que sejam os processos de *back-office*, a automação dos processos de corte e leitura e a “presença constante” no cliente é que são fatores de fato inibidores das ações fraudulentas.

Restabelecendo-se os processos de visita a campo em virtude das ocorrências detectadas automaticamente pelo sistema SmartIMS, constatou-se que, de fato, duas principais mudanças passaram a ocorrer, as quais podem ser agrupadas em duas categorias:

- Mudanças na ousadia quanto a fraudes
- Mudanças no comportamento comercial de consumo

A seguir, as duas mudanças são discutidas.

2.2.1. Comportamentos ousados

As mudanças na ousadia resultaram do fato de que toda vez que um consumidor tentava algum tipo de fraude, o sistema indicava a tentativa e uma equipe da CELPE era enviada ao local para investigar (primeira etapa da área Imbiribeira).

As tentativas de fraude que ocorreram em alguns consumidores espalhados na área do projeto sempre foram moralmente repreendidas pela imediata resposta da CELPE à tentativa, com sua visita ao local.

Após algumas visitas, logo a população local percebeu haver algum tipo de controle inteligente frente ao processo e, assim, as novas tentativas de fraude logo tiveram sua taxa minimizada.

Passados 2 meses da implantação da primeira área, apesar de se ter a sinalização *online* no sistema, as equipes não eram encaminhadas imediatamente ao local. Aguardavam-se informações do leitorista ou avaliação da área comercial, para só então encaminhar uma equipe ao local. Apesar de desnecessário, pois as áreas estavam telemidas, foram mantidos os procedimentos regulares de campo para completa avaliação de desempenho do projeto. Conforme pode ser visto na tabela 2 anterior, as informações provenientes dos procedimentos originais foram insuficientes para coibir integralmente a auto religação, pois, mesmo com as visitas a campo e as análises de desvio de consumo, ainda houveram consumidores em estado de fraude, somente detectados com o uso do sistema implantado com o projeto.

Como conclusão ficou a certeza da fragilidade dos processos tradicionais de análise de histórico, gestão de cortados e informações das equipes de leitura. Assim como a vulnerabilidade das redes nuas em áreas de baixa renda.

2.2.2. Comportamento comercial

Nas áreas selecionadas para o projeto, o índice de inadimplência era bastante alto. O tempo de solicitação de religação da energia por falta de pagamento, com a implantação do corte remoto, caiu para menos de 36h, especialmente por dois motivos:

- Como não mais havia contato pessoal para a realização do corte, as ordens de serviço de corte falsamente dadas como executadas deixaram de existir e o corte, de fato, passou a ser realizado;
- Por conta de que tentativas de fraude são detectadas remotamente e pelo fato de a população perceber que as fraudes estavam sendo, de fato, monitoradas, não restava outra opção senão pagar a conta para o restabelecimento do consumo de energia.

Esse comportamento, por si, já apresenta resultados bastante atrativos do ponto de vista do retorno do investimento.

2.3 Resultados Secundários

Concomitantemente às mudanças comportamentais, o sistema em operação permitiu à CELPE monitorar a distribuição entre as fases de cada transformador de distribuição do projeto, que antes eram feitas apenas para atendimento dos itens de qualidade de energia exigidos pela ANEEL, permitindo que a equipe de planejamento reorganizasse os circuitos, trazendo valor agregado ao projeto tanto por conta do aumento na vida útil do transformador quanto por conta da redução nas perdas técnicas associadas. Note-se a diferença comparativa da distribuição de carga entre as fases antes e depois da ação, indicada na figura 4.

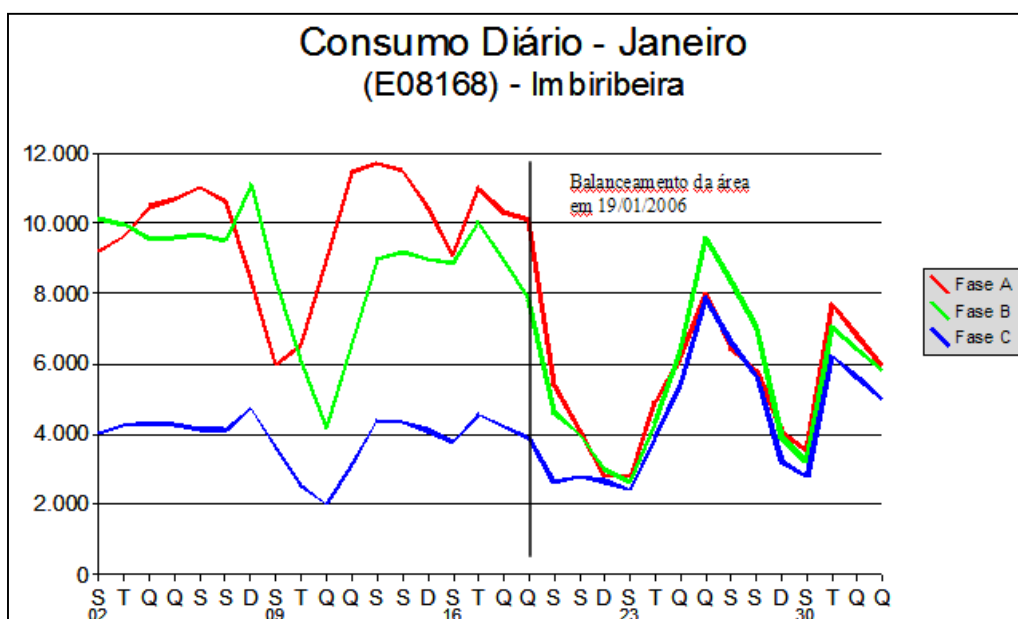


FIGURA 4

Obs.: nove clientes não estavam com a medição eletrônica instalada ainda no período antes e depois do balanceamento.

Após o balanceamento da área observamos uma redução na energia total fornecida pelo transformador, algo em torno de 4,5% , conforme mostrado na figura 5.

Análise de Perdas

Perdas técnicas

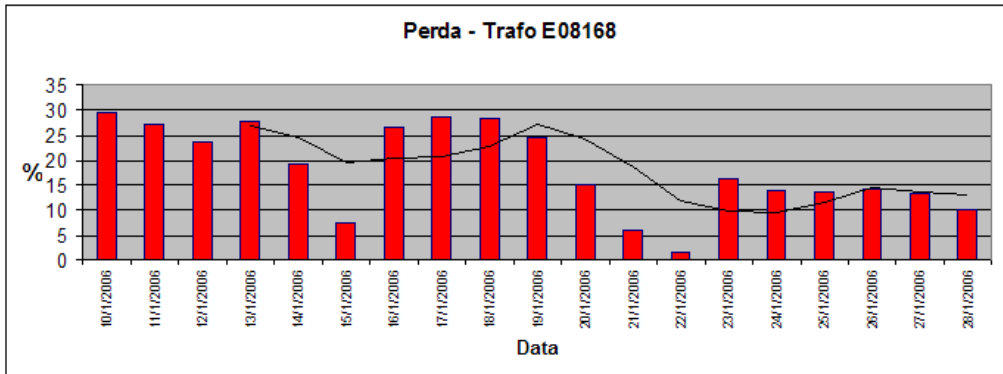


FIGURA 5

Obs.: nove clientes estão consumindo sem contabilização por não estarem com o medidor digital e, por isso, estão computados como perdas.

Com os resultados da medição, procurou-se avaliar matematicamente os resultados, conforme se segue:

1 - O valor do balanceamento é dado pela seguinte equação:

$$Bal = \frac{3 \cdot D_{mx}}{(D_a + D_b + D_c)}$$

onde

Bal é o valor do balanceamento, que idealmente deveria ser 1

D_{mx} é a Demanda Máxima entre as três fases,

D_a é a Demanda da Fase A

D_b é a Demanda da Fase B

D_c é a Demanda da Fase C

2 – Podemos calcular a redução percentual do valor da perda técnica antes e depois do balanceamento da área considerando toda carga concentrada no primeiro vão (35 m) do transformador com um cabo de 35 mm², conforme demonstrado na figura 6 e na tabela 3 a seguir.

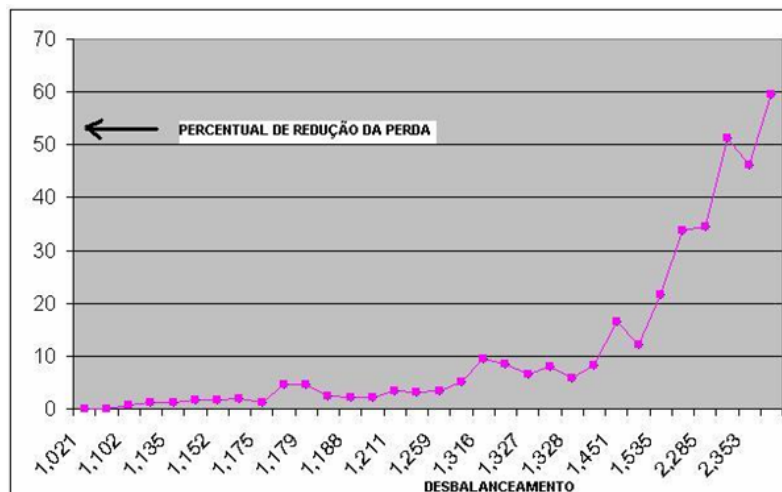


FIGURA 6

SE	ALIM	PLACA	UCS	COMPRIMENTO	BALANCEAMENTO	KVA	kW antes	kW bal	kWh antes	kWh bal	kWh difer	Dimin %
PAM	01C9	T24042	112	501	2,387	75	3,99	1,61	1148,23	463,73	684,51	59,61
PAM	01C9	T23840	135	867	2,353	75	1,3	0,7	374,4	201,52	172,87	46,17
PAM	01C4	T22183	205	1411	2,31	75	1,97	0,96	568,56	277,41	291,15	51,21
PAM	01C9	T24001	111	697	2,285	75	0,84	0,55	242,64	158,62	84,02	34,63
PAM	01C4	T22181	124	719	2,085	75	1,01	0,67	292,02	193,71	98,31	33,67
PAM	01C9	T23751	249	1021	1,535	75	3,96	3,11	1141,62	895,98	245,64	21,52
PAM	01C9	T24011	102	1761	1,459	45	1,12	0,99	323,72	284,01	39,7	12,27
PAM	01C9	T23699	168	682	1,451	113	2,09	1,74	600,86	501,25	99,61	16,58
PAM	01C4	T22175	141	752	1,34	75	1,36	1,25	392,5	360,03	32,47	8,27
PAM	01C4	T12353	119	693	1,328	75	1,09	1,02	312,99	294,99	18	5,75
PAM	01C4	T13652	153	810	1,327	75	1,59	1,48	457,09	426,64	30,45	6,66
PAM	01C9	T23661	186	908	1,327	113	2,77	2,55	799,16	734,65	64,51	8,07
PAM	01C4	T22187	165	808	1,324	75	2,9	2,65	834,64	764,08	70,57	8,45
PAM	01C9	T23655	143	793	1,316	150	3,45	3,13	993,11	900,14	92,97	9,36
PAM	01C9	T23664	107	1008	1,309	75	1,01	0,96	291,76	277,18	14,58	5
PAM	01C9	T23832	111	699	1,259	75	0,69	0,67	199,6	192,69	6,91	3,46
PAM	01C4	T21050	155	1272	1,22	75	0,84	0,81	240,78	233,19	7,59	3,15
PAM	01C9	T24127	273	1180	1,211	113	2,96	2,86	853,46	824,31	29,14	3,41
PAM	01C4	T13670	114	746	1,205	75	0,94	0,92	270,75	264,64	6,11	2,26
PAM	01C9	T23662	105	871	1,188	113	0,97	0,94	277,98	272,02	5,96	2,14
PAM	01C4	T22192	138	1054	1,185	75	0,7	0,69	202,53	197,46	5,07	2,5
PAM	01C4	T13659	177	999	1,179	113	7,93	7,57	2283,72	2179,5	104,22	4,56
PAM	01C9	T23683	116	900	1,179	75	1,54	1,47	442,55	422,56	19,99	4,52
PAM	01C4	T22176	142	670	1,175	113	1,21	1,19	349,07	342,56	6,51	1,87
PAM	01C9	T24029	128	509	1,175	75	1,92	1,89	551,82	545,18	6,64	1,2
PAM	01C9	T24002	164	619	1,152	75	0,78	0,77	225,29	221,72	3,57	1,59
PAM	01C9	T23673	112	1148	1,143	113	1,39	1,37	401,26	394,76	6,5	1,62
PAM	01C9	T23658	166	609	1,135	113	1,52	1,5	436,75	431,74	5,01	1,15
PAM	01C9	T24003	215	784	1,117	75	1,72	1,7	494,68	488,18	6,5	1,31
PAM	01C9	T24006	270	1410	1,102	75	1,33	1,32	381,88	379,19	2,69	0,7
PAM	01C9	T24009	115	1103	1,028	75	0,67	0,67	194,36	194,19	0,16	0,08
PAM	01C9	T23685	160	672	1,021	150	4,76	4,76	1371,51	1370,96	0,55	0,04

TABELA 3

Obs.: a tabela 3 apresenta o estudo de áreas de transformador da Subestação Pau Amarelo, que será envolvida na próxima etapa do projeto.

Foi observada aderência entre o estudo teórico e os resultados reais encontrados nas leituras dos medidores em tempo real.

A vantagem do uso do sistema com telemetria é a de que pode-se monitorar o perfil horário de consumo por fase e realizar a comparação entre a medição do transformador e a soma das medições das cargas, indicando perdas, eventuais desvios de consumo por conexão direta à rede e sem medidores, horários de maior perda, entre outros, garantindo ações corretivas mais precisas do ponto de vista da engenharia, conforme podemos ver nas figuras 7 e 8.

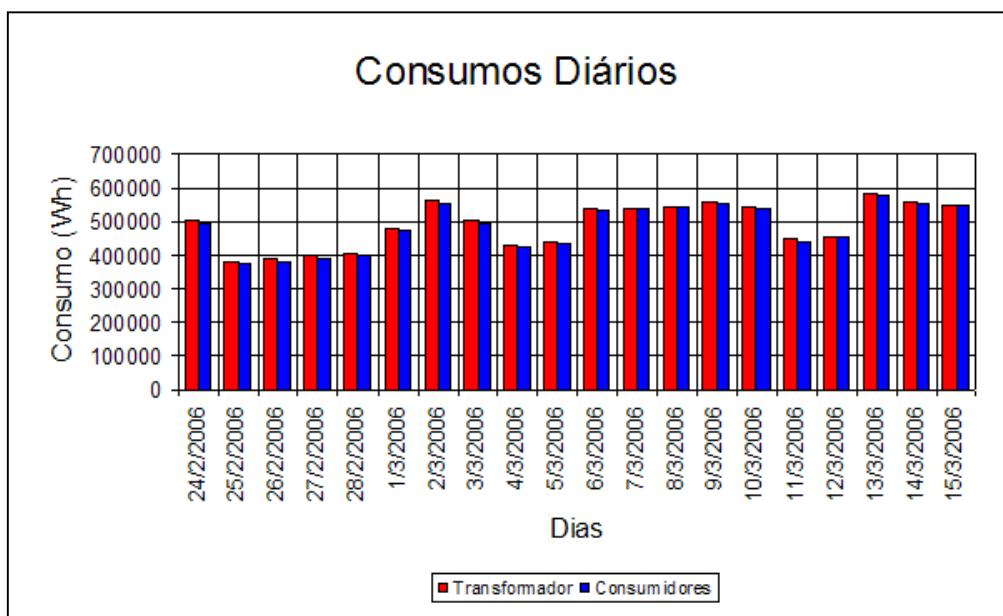


FIGURA 7

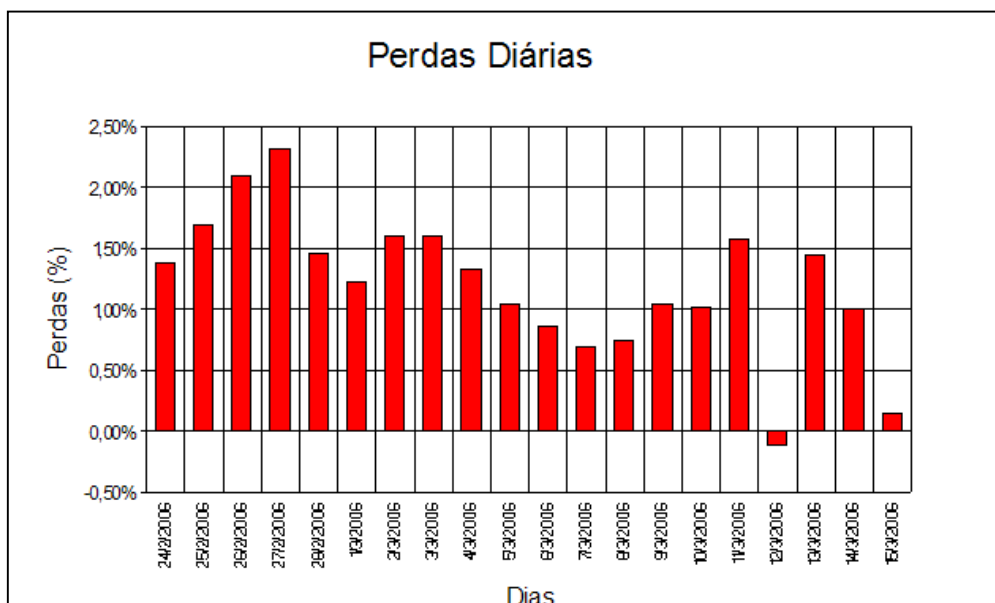


FIGURA 8

Observa-se assim que a área, após integração de 100 % dos clientes ao sistema e sua rede de baixa tensão balanceada, passou a apresentar perda técnica da ordem de 1% da energia total que passa pelo secundário do transformador e é distribuída para os clientes.

3. ANÁLISE ECONÔMICA

Uma análise preliminar e pessimista dos custos envolvidos com a implantação de um sistema de medição eletrônica com telemetria e corte remotos demonstra um retorno de todo o investimento em 19,32 meses, conforme descrito na figura 9 abaixo.

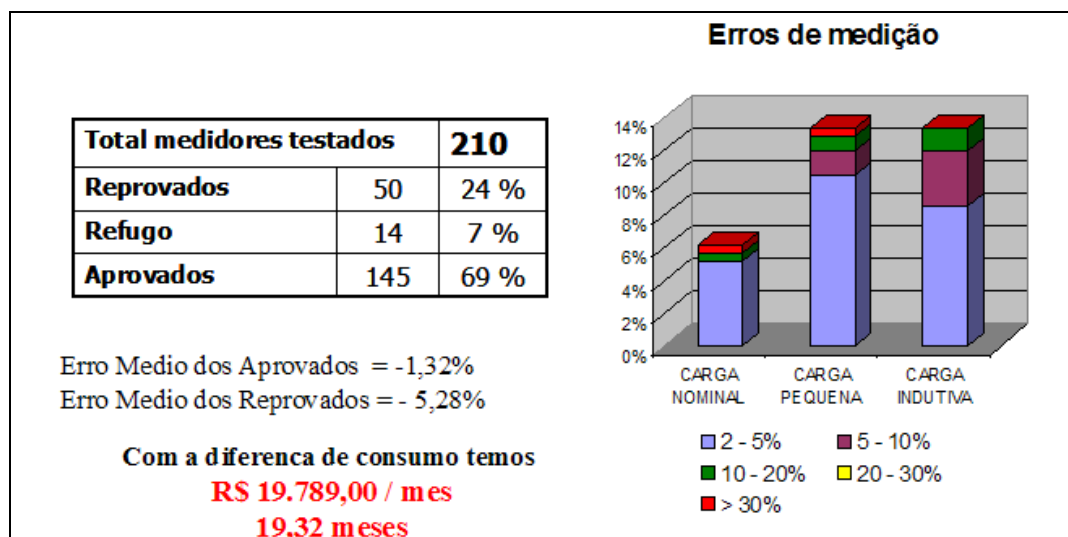


FIGURA 9

A análise pode ser considerada pessimista por só ter levado em conta a redução das perdas constatadas no processo de medição dos medidores eletromecânicos. Isto é, apenas com a redução dos erros médios existentes já teríamos uma expectativa de retorno significativa.

Os demais custos e prejuízos que estaríamos evitando, tais como:

- Falsos comunicados de corte;
- Monitoramento da qualidade do fornecimento de energia elétrica pelo acompanhamento *online* dos níveis de tensão;

- Manutenção ou substituição dos transformadores por desbalanceamento ou sobrecarga;
- Envio de equipe para efetuar os cortes e religações;
- Manipulação do equipamento;

não estão calculados até o presente instante da redação deste trabalho, mas análises preliminares apontam valores expressivos que diminuiriam significativamente o prazo de retorno do investimento. Esta análise que resultou num retorno do investimento em menos de 20 meses também não contempla a significativa redução das perdas técnicas por conta do balanceamento inadequado das cargas, como foi observado neste trabalho.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Uma conclusão importante foi a de que os procedimentos internos da companhia continham inadequações ao atual cenário sócio-econômico do perfil dos consumidores, o que somente foi possível comprovar com o uso do sistema de automação implantado. Este projeto apontou a necessidade de adequação de soluções diferentes por tipo de classe consumidora.

Outra conclusão importante foi a de que se tornou evidente a necessidade de monitoramento contínuo do consumidor, pois o fator-presença é, de fato, um inibidor natural da fraude na baixa-tensão.

Por fim, ficou demonstrado que simples ações corretivas no que diz respeito ao balanceamento das cargas num circuito podem trazer grandes benefícios no combate às perdas técnicas, melhorando significativamente o retorno do investimento em ativos por parte da distribuidora.

Podemos, assim, concluir que a utilização de medição eletrônica com concentração e balanceamento em tempo real é uma ferramenta técnica extraordinária para se manter os cadastros atualizados, além de possibilitar inúmeras soluções no campo de redução de perdas e melhoria dos circuitos de distribuição.

Como recomendação, indicamos que a utilização de soluções tecnológicas diferentes para cada segmento de clientes, é a melhor alternativa de combate às perdas técnicas e comerciais, pois a combinação da medição eletrônica com elementos adequados de comunicação e automação passa a ser a certeza do retorno do investimento e da manutenção da eficiência dos processos comerciais da distribuidora de energia.