



## XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

### Telemedicação de Energia Elétrica em Unidades Consumidoras, com Comunicação via PLC na Média Tensão – Projeto Ilha de Itamaracá

<b>Marcelo Artur Xavier de Lima</b>	<b>José Aderaldo Lopes</b>	<b>Leonardo Barboza Bezerra</b>
<b>CELPE</b>	<b>CELPE</b>	<b>CELPE</b>
Marcelo.lima@celpe.com.br	Jose.lopes@celpe.com.br	leonardo.bezerra@celpe.com.br
<b>Olavo Nogueira Batista</b>	<b>Marcos P. O. Gonçalves</b>	<b>Edson da Costa Bortoni</b>
<b>Seed'el/Quadlogic</b>	<b>Seed'el/Quadlogic</b>	<b>UNIFEI</b>
olavo@quadlogic.com	marcospaulo@seedel.com.br	bortoni@unifei.edu.br

#### Palavras - chave

Medição de Energia Elétrica

PLC

Sistema de Telemetria

Telemedicação

Telemedicação de Energia Elétrica

#### Resumo

As concessionárias de energia elétrica do Brasil, atualmente estão buscando tecnologias para aperfeiçoar os seus processos de: Combate a Perdas Comerciais; Leitura; Faturamento; Corte; Recorte; e Religação.

Para melhorar a eficácia e a eficiência dos processos citados acima a Companhia Energética de Pernambuco – CELPE está testando algumas tecnologias, entre elas a Telemedicação de Energia Elétrica em unidades consumidoras, via PLC (Power Line Communications).

Este trabalho apresenta as ações desenvolvidas para montagem, comissionamento e acompanhamento de um sistema piloto de Temedicação de Energia Elétrica em Unidades Consumidoras com comunicação via PLC na média tensão, de fabricação Seed'el/Quadlogic, nos alimentadores da Subestação da Ilha de Itamaracá.

O trabalho apresenta as principais características do sistema de Telemedicação desenvolvido pela Seed'el/Quadlogic e a tecnologia PLC empregada que permite a comunicação entre o Scan Transponder, coletor dos dados, instalados na saída dos alimentadores da subestação e os medidores instalados nas Unidades Consumidoras, com transmissão do sinal capaz de passar pelo transformador, sem perda ou degradação do sinal PLC.

São descritas as atividades desenvolvidas para montagem do sistema piloto instalado em Itamaracá e apresentados os resultados obtidos até janeiro de 2008.

## **1. Introdução**

As concessionárias de energia elétrica do Brasil, atualmente estão buscando tecnologias para aperfeiçoar os seus processos de: Combate a Perdas Comerciais; Leitura; Faturamento; Corte; Recorte; e Religação.

Para melhorar a eficácia e a eficiência dos processos citados acima a Companhia Energética de Pernambuco – CELPE está testando algumas tecnologias, entre elas a Telemedicação de Energia Elétrica em unidades consumidoras, via PLC (Power Line Communications).

Este trabalho apresenta as ações desenvolvidas para montagem, comissionamento e acompanhamento de um sistema piloto de Telemedicação de Energia Elétrica em Unidades Consumidoras com comunicação via PLC, de fabricação Seed'el/Quadlogic, nos alimentadores da Subestação da Ilha de Itamaracá.

No tópico inicial descreve-se as principais características do sistema de Telemedicação desenvolvido pela Seed'el/Quadlogic e a tecnologia PLC empregada, ressaltando-se o hardware, o software, os acopladores e os medidores.

Em seguida apresenta-se uma descrição do sistema elétrico da ilha de Itamaracá e do sistema piloto de Telemedicação instalados nos alimentadores 01 e 02.

Posteriormente descreve-se como foi realizado o monitoramento dos consumidores e mostrados os resultados obtidos, até janeiro de 2008, com uma comparação dos dados obtidos do sistema de Telemedicação com os dados do sistema comercial convencional.

Finalizando são relacionadas as principais conclusões e recomendações visando aperfeiçoar o sistema e estender sua implantação na CELPE.

## **2. Sistema de Telemedicação Seed'el/Quadlogic**

O sistema Seed'el/Quadlogic utiliza a tecnologia Power Line Communications (PLC) que é um método de transferência de dados através das linhas elétricas que fornecem energia elétrica para cada cliente. A tecnologia PLC está integrada ao coletor de dados (Scan Transponder) e aos medidores, isto é, não há a necessidade de instalação de nenhum equipamento adicional ao sistema.

Uma característica importante do sistema Seed'el/Quadlogic é a capacidade de transmitir o sinal através de qualquer transformador existente, portanto, o Scan Transponder pode ser instalado em um alimentador linha (tronco), ou na própria subestação dependendo da configuração da mesma, o sistema também responde dinamicamente ao ruído elétrico variando condições normalmente encontradas em linhas e redes de distribuição elétrica, alterando frequência e a fase do sinal até encontrar a melhor combinação de variáveis para o sucesso da comunicação. Não existe uma limitação para a quantidade de consumidores associados a um Scan Transponder, nesse caso, ocorre somente uma variação no intervalo de tempo de coleta dos dados, uma vez que o Scan Transponder comunica com cada medidor individualmente. A única limitação é física, onde com somente um Scan Transponder, em um alimentador, o sinal alcança cerca de 45km, a depender das características da rede, nesse caso acrescenta-se mais um Scan Transponder funcionando como repetidor.

A figura 01 mostra o princípio de funcionamento do sistema de telemedicação com comunicação via PLC na média tensão, onde o Scan Transponder envia um sinal via cabos da média tensão que passa pelos enrolamentos do transformador chegando até os medidores dos consumidores que respondem ao comando enviando o sinal de volta com o consumo. Os dados armazenados no Scan Transponder e/ou nos medidores são enviados a CELPE através de remota GPRS da CAS Tecnologia que está programada para enviar os dados uma vez por dia, sendo este intervalo configurável para atender as necessidades da CELPE.

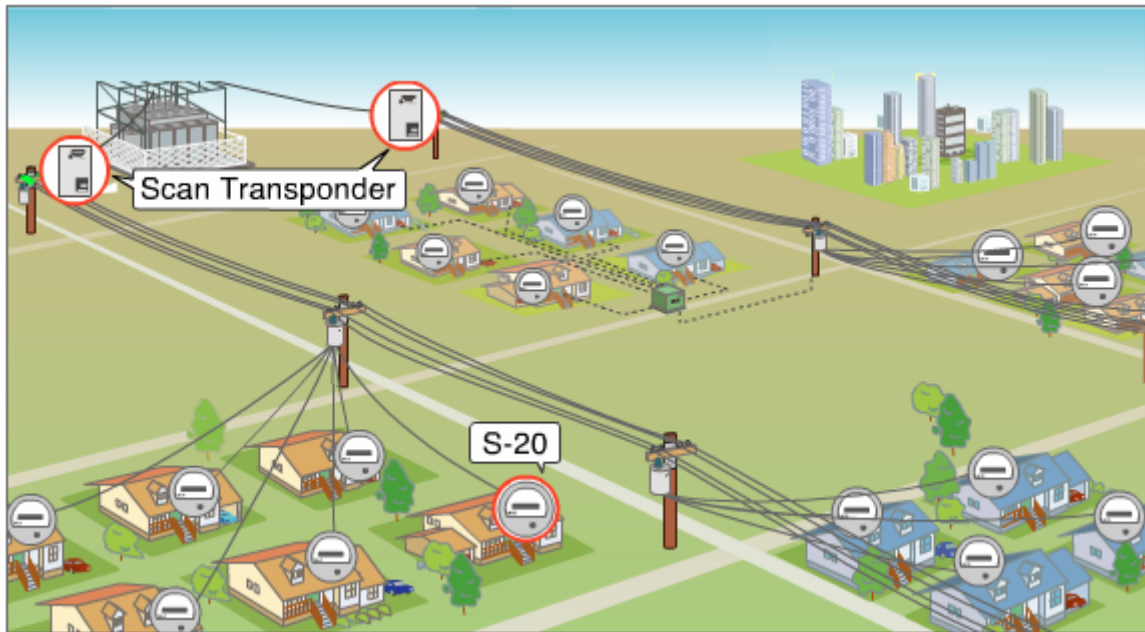


Figura 01 – Esquema de Telemedição com Comunicação via PLC na Média Tensão

## 2.1. Hardware

O hardware é composto por três equipamentos descritos abaixo:

### ➤ Scan Transponder

A figura 02 mostra o Scan Transponder que é o equipamento responsável pela coleta e armazenamento redundante dos dados e eventos das medições (consumo, alarmes, falta de alimentação, falta de fase, tensão baixa) obtidos pela comunicação com os medidores de energia, via PLC, sendo estes dados transmitidos para central via GPRS.

Como o Scan Transponder fica conectado à média tensão, o mesmo pode supervisionar centenas de medidores, necessitando de apenas uma remota GPRS para comunicação. Com protocolo de comunicação aberto, o Scan Transponder possui saídas seriais RS-232 e RS-485, Ethernet e modbus, conferindo uma grande flexibilidade de comunicação e adaptação ao sistema da empresa.

O Scan Transponder possui grande memória de massa, capaz de armazenar por uma grande quantidade de dias todos os dados recebidos dos medidores que se encontram sob sua responsabilidade.



Figura 02 - Transponder

### ➤ Acopladores

Como o próprio nome diz os acopladores fazem o acoplamento entre o Scan Transponder e os cabos da rede de distribuição de 15kV.

Trata-se de acopladores indutivos, figura 03, onde o próprio cabo da rede de média tensão passa pelo seu interior como se fosse um TC tipo janela. Esta solução é particularmente interessante por não interferir de modo algum na rede existente, tanto em termos elétricos como também em termos de confiabilidade, já que praticamente não introduz nenhum ponto de falha na rede.



Figura 03 - Acoplador

### ➤ Medidores

Os medidores, figura 04, podem disponibilizar informações de tensão, corrente, potências, demandas e energias ativa, reativa e aparente, fator de potência, ângulo do fator de potência, conteúdo harmônico total (THD), tensão ao quadrado-hora e corrente ao quadrado-hora (úteis na determinação de perdas técnicas). Estas informações podem ser armazenadas em intervalos a partir de 5 minutos com armazenamento redundante no medidor e no Scan Transponder. Além das informações de medições, têm-se também informações de eventos tais como aberturas de caixa, alterações de versão de software e de versões de senhas, falta de alimentação (frequência e duração), dentre outros.



Figura 04 - Medidor

## 2.2. Software

A Quadlogic oferece gratuitamente aos seus clientes o software IQ®, através do qual pode-se ler medidores, classificar clientes e grupos de clientes, gerar gráficos das grandezas medidas e geração de faturas. Entretanto, como o protocolo de acesso aos dados é aberto, a obtenção dos dados pode facilmente ser implementada no sistema de faturamento da empresa.

## 3. Implantação do Piloto Seed'el/Quadlogic na Ilha de Itamaracá

### 3.1 A Ilha de Itamaracá

A expressão "Itamaracá" deriva da língua tupi, com o significado de "pedra que canta" ou "pedra sonante", fica localizada no litoral norte a 50 km do Recife, separada do continente pelo Rio Jaguaribe, possui uma área de 65,4 km<sup>2</sup> e aproximadamente 18.522 habitantes, segundo senso de 2005.

A CELPE como concessionária do estado de Pernambuco é responsável pelo fornecimento de energia na ilha, a figura 05 mostra a Ilha de Itamaracá vista do sistema Georede com os limites do município.

Relaciona-se a seguir, as principais informações do sistema elétrico de distribuição de Itamaracá, referente a fevereiro/2008:

- Potência da SE: 10/12,5MVA;
- Número de Alimentadores: 04;
- Quilômetros em AT: 75,39km;
- Quilômetros em BT: 147,68km;
- Número de Transformadores: 247;
- Número de Consumidores em BT: 13.495;
- Número de Consumidores em MT: 18.

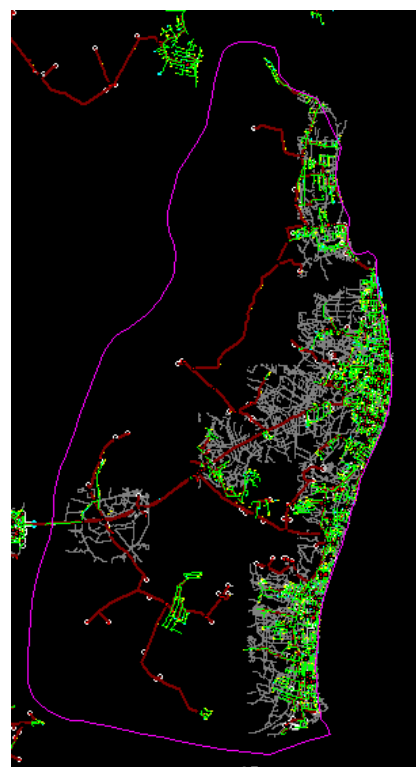


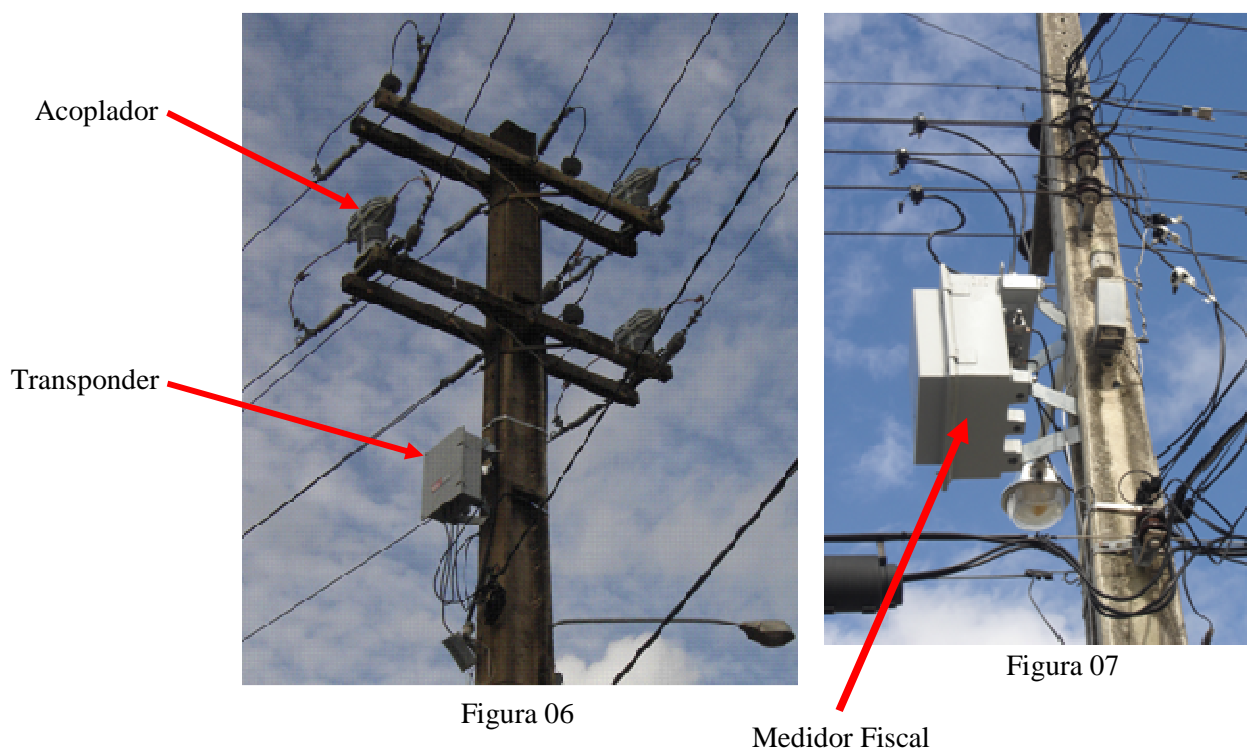
Figura 05 – Ilha de Itamaracá

### 3.2 Sistema de Telemedição Piloto da Ilha de Itamaracá

O Sistema piloto de telemedição foi concebido para testar e avaliar a comunicação via PLC na média tensão, bem como monitorar o consumo de dois consumidores comerciais com histórico de fraude.

O Sistema foi implantado no dia 15/06/2007, com a instalação dos acopladores, do Scan Transponder em uma estrutura dupla, tipo N3, conforme mostrado na figura 06, nos alimentadores ITA-01M1 e ITA-01M2, além dos medidores fiscais nos consumidores, conforme mostrado na figura 07.

A Ilha de Itamaracá foi escolhida em função da sua característica isolada do sistema elétrico da CELPE, onde não há chaveamento com outras subestações, com exceção da ligação com a SE Itapissuma, atualmente aberta.



Como pode ser observado na figura 06, os acopladores substituíram os isoladores tipo pino, normalmente instalados nos pulsos da estrutura N3, sem alterar a sua configuração, isto é, não houve alteração significativa na rede.

### 4. Monitoramento dos Consumidores e Resultados Obtidos

O monitoramento dos consumidores foi realizado comparando os dados de consumo mensal dos mesmos, obtidos através do sistema comercial da CELPE – SIC, com os dados de consumo coletados através do sistema de telemedição implantado, enviados a central de dados.

Nas tabelas 1 e 2 e nos gráficos das figuras 08 e 10 são apresentados os resultados obtidos do balanço energético dos consumidores monitorados.

Os gráficos das figuras 09 e 11, mostram o desvio percentual entre os consumos obtidos pela Telemedição e pelo sistema comercial da CELPE.

➤ Consumidor 01

Tabela 01 – Balanço Energético do Consumidor 01

Balanço Energético					
Período de Leitura		Medição		Diferença de Energia	Desvio Percentual
Início	Final	CELPE	FISCAL		
12/06/2007	11/07/2007	1.325,00	1.372,90	47,90	3,61
12/07/2007	10/08/2007	1.433,00	1.470,46	37,46	2,61
11/08/2007	11/09/2007	1.593,00	1.643,97	50,97	3,20
12/09/2007	11/10/2007	1.548,00	1.589,21	41,21	2,66
12/10/2007	12/11/2007	1.880,00	1.934,99	54,99	2,92
13/11/2007	12/12/2007	1.896,00	1.948,39	52,39	2,76
13/12/2007	11/01/2008	2.016,00	2.075,52	59,52	2,95
<b>Média do Período</b>		<b>1.670,14</b>	<b>1.719,35</b>	<b>49,21</b>	<b>2,95</b>

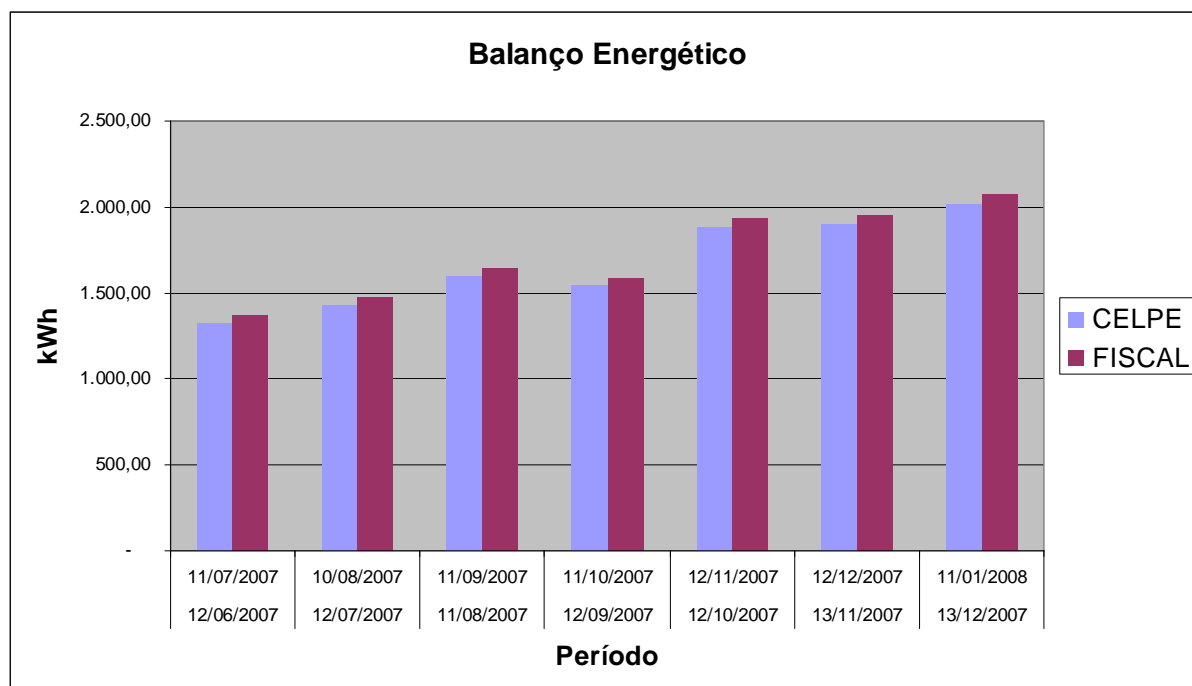


Figura 08 – Gráfico do Balanço Energético do Consumidor 01

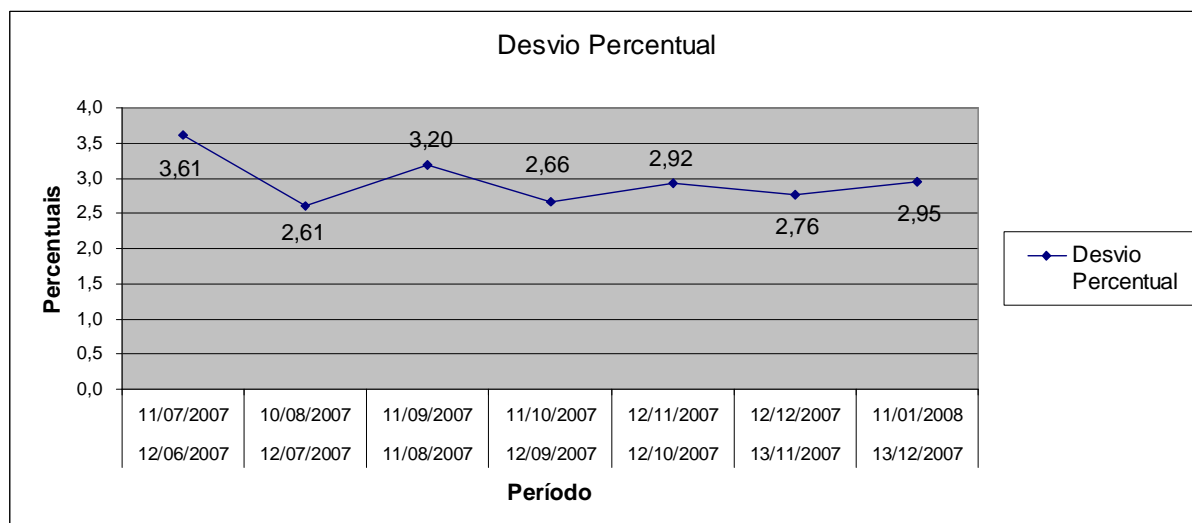


Figura 09 – Gráfico do Desvio Percentual do Consumidor 01

➤ Consumidor 02

Tabela 02 – Balanço Energético do Consumidor 02

Balanço Energético					
Período de Leitura		Medição		Diferença de Energia	Desvio Percentual
Início	Final	CELPE	FISCAL		
13/06/2007	12/07/2007	2.788,00	2.823,23	35,23	1,26
13/07/2007	11/08/2007	2.919,00	2.963,48	44,48	1,52
12/08/2007	12/09/2007	3.132,00	3.184,71	52,71	1,68
13/09/2007	11/10/2007	3.033,00	3.081,48	48,48	1,60
12/10/2007	10/11/2007	3.558,00	3.609,93	51,93	1,46
11/11/2007	12/12/2007	3.842,00	3.881,74	39,74	1,03
13/12/2007	11/01/2008	3.813,00	3.864,98	51,98	1,36
<b>Média do Período</b>		<b>3.297,86</b>	<b>3.344,22</b>	<b>46,36</b>	<b>1,41</b>

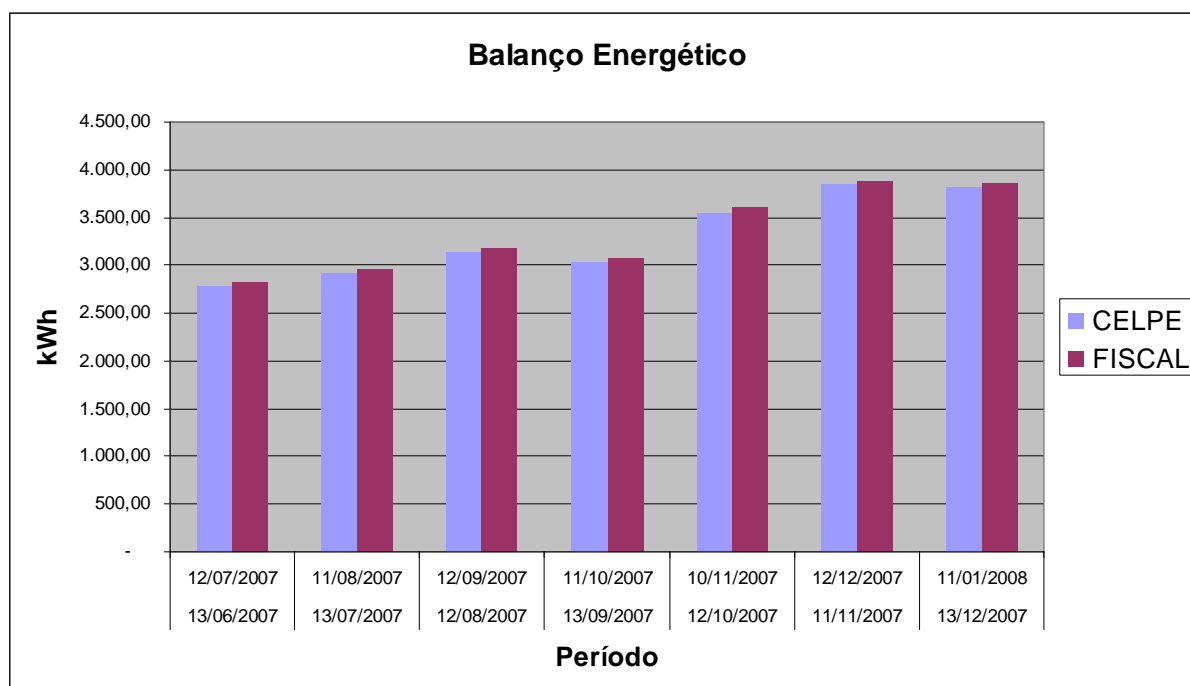


Figura 10 – Gráfico do Balanço Energético do Consumidor 02

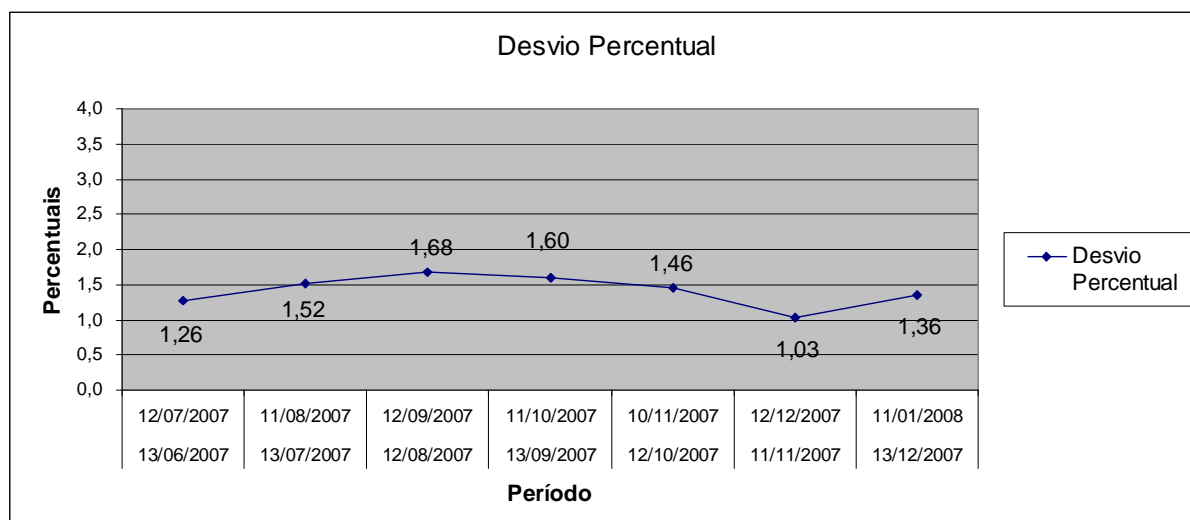


Figura 11 – Gráfico do Desvio Percentual do Consumidor 02

Dos gráficos das figuras 09 e 11, pode-se afirmar que não está havendo desvio de energia nos consumidores, as diferenças apresentadas justificam-se pela não coincidência das leituras realizada pelo leiturista em campo e a programada na telemedição, considerando o mesmo dia. Além do que o medidor fiscal possui exatidão melhor do que os instalados nos consumidores e mede as perdas técnicas dos ramais de ligação e entrada e do próprio medidor dos consumidores.

## **5. Recomendações**

Recomenda-se que antes da implantação do sistema de telemedição via PLC na média tensão, seja realizado estudo de transferência de carga entre alimentadores identificando os pontos de conexão entre as subestações, essa preocupação se deve ao fato do Scan Transponder ficar instalado no início do alimentador e caso haja alguma manobra no mesmo, devido a contingência do sistema, os consumidores ligados a esse alimentador e conseqüentemente ao Scan Transponder serão transferidos para outro alimentador, fazendo com que os mesmos não sejam mais telemedidos, além de impossibilitar o corte remoto e de receber alarmes de monitoramento dos consumidores.

O fato dos medidores não estarem se comunicando com o Scan Transponder não quer dizer que os dados de consumo serão perdidos, uma vez que os medidores guardam os mesmos, e logo que a situação de contingência seja restabelecida o Scan Transponder irá recuperar os dados acumulados nos medidores.

Nesse caso, para que não seja perdida a comunicação com os medidores, deve-se instalar o Scan Transponder nos alimentadores que se conectam ao alimentador com os medidores telemedidos, onde, uma vez efetuada uma manobra, atingindo uma área telemedida, o Scan Transponder instalado no outro alimentador será capaz de se comunicar com esses medidores, fazendo com que não seja perdida a capacidade de corte remoto, bem como os alarmes de monitoramento.

## **6. Expansão do Sistema de Telemedição**

Em 2008 o sistema de Telemedição será expandido para cerca de 250 (duzentos e cinquenta) unidades consumidoras, fechando duas áreas de transformadores de distribuição, sendo uma em cada alimentador, nestas áreas será realizado o balanço energético de cada transformador, o monitoramento das perdas comerciais e inadimplência, com possibilidade de corte e religação.

## **7. Conclusões**

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que o sistema apresentou desempenho operacional satisfatório em campo, com a vantagem de com um único Scan Transponder, podemos coletar os dados de todos os consumidores do alimentador.

Em comparação ao sistema PLC na baixa tensão, para um alimentador necessita-se de uma quantidade maior de concentradores primários e conseqüentemente mais remotas GPRS por alimentador, devido aos concentradores primários estarem conectados nos secundários dos transformadores, embora mesmo podendo ser utilizados acopladores para ligação de mais de uma área de transformador, a quantidade de remotas GPRS ainda é bem superior a do sistema PLC na média tensão.

## **8. Referências Bibliográficas e/ou Bibliografia**

- [1] Relatório EIEB/EPI/CELPE, Instalação do Projeto Piloto de Telemedição Via PLC de Fabricação Seed'el/Quadlogic na Ilha de Itamaracá;



- [2] Tecnologia PLC na Média Tensão da Quadlogic. Acesso em 04/03/2008, disponível em: <http://www.quadlogic.com/technology.html>;
- [3] Linha de Produtos da Seed'el. Acesso em 04/03/2008, disponível em: <http://www.seedel.com.br/>.