

## ***XV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - SENDI 2002***

### **Desenvolvimento e Experimentação de Novo Padrão para Conexão Individual de Unidades Consumidoras Atendidas Através de Rede Aérea em Tensão Secundária**

**A. F. G. B Costa – COELBA, N. Santos – COELBA, E. C. Souza – COELBA e J. S. Alves - COELBA**

E-mail: [aguedes@coelba.com.br](mailto:aguedes@coelba.com.br)

**Palavras-chave** - Cabo concêntrico, conexão, ramal, unidade consumidora.

**Resumo** - Este documento apresenta os resultados do Projeto sobre o desenvolvimento e experimentação de um novo padrão para conexão individual de unidades consumidoras atendidas através de rede aérea em tensão secundária, como parte do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro instituído pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. O padrão consiste em aplicar o cabo concêntrico no ramal de ligação, levando-o até o ponto de conexão com o medidor sem emendas, dispensando o uso do ramal de entrada, hoje sob responsabilidade do consumidor, mantendo-se as demais exigências de norma da concessionária. O procedimento proposto foi aplicado experimentalmente em área piloto na cidade de Jequié – Ba, a partir de dezembro de 2000, abrangendo 1593 unidade consumidoras que de imediato foram beneficiadas com o aperfeiçoamento do processo de ligação e melhoria na qualidade do fornecimento de energia elétrica.

#### **1. INTRODUÇÃO**

Este documento apresenta os procedimentos e os resultados do projeto sobre o desenvolvimento e experimentação de um novo padrão para conexão individual de unidades consumidoras caracterizadas por edificações urbanas, atendidas através de rede aérea em tensão secundária de distribuição – implantado em área piloto na cidade de Jequié – BA, como parte do Programa Anual de P&D – Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro, instituído pela ANEEL.

O princípio do desenvolvimento do padrão surgiu devido a necessidade de incorporar tecnologia mais moderna em termos de materiais (cabo concêntrico), que resultasse na redução dos índices de interrupções de energia a consumidores e a comprovação da sua eficácia quanto a redução do desvio de energia.

O aperfeiçoamento do processo de ligação, levando o “ponto de entrega” do fornecimento aos terminais de carga do medidor, torna a concessionária responsável pela qualidade e adequação dos cabos utilizados nas instalações de entrada, permitindo ainda que outras tecnologias possam ser de imediato aplicadas, independentemente da disponibilidade do consumidor.

#### **2. METODOLOGIA**

##### ***2.1. Seleção da Área do Projeto***

Os critérios para seleção da área para implantação do projeto piloto foram definidos como a seguir: haver incidência de desvios embutidos; abranger cerca de 1500 unidades consumidoras; ter unidades consumidoras monofásicas, bifásicas e trifásicas; ter característica mista, residencial e comercial, baixa renda e não baixa renda; estar em uma única derivação. Os transformadores envolvidos deveriam ter todas as unidades consumidoras dentro da área piloto; haver incidência de defeitos relacionados com o ramal, conexão na armação secundária, disjuntor, medidor, ramal trançado, e substituição de ramal.

Após análise dos critérios de seleção das áreas ficou estabelecido o trecho compreendido entre o Cilion e Av. Sr. do Bonfim. Neste trecho existem 15 transformadores e 1593 unidades consumidoras

##### ***2.2. Seleção da Área de Comparação***

Foi escolhida uma área similar à área piloto, onde não haveria implantação do ramal com cabo concêntrico, com o propósito de comparação de resultados.

Como área similar para comparação dos resultados foi escolhida a derivação da chave 400193, compreendendo o trecho que vai da Rua Leonel Messias à Rua Vovó Camila.

##### ***2.3. Critérios para Levantamento de Dados***

Foram definidos os seguintes dados a serem levantados na área piloto: n<sup>o</sup> de unidades consumidoras; características da unidade consumidora, monofásica, bifásica, ou trifásica, classe, subclasse e atividade; características do Padrão de entrada; tipo do padrão de entrada, poste, muro ou parede; capacidade do disjuntor; seção do eletroduto e quantidade de curvas; condições físicas do barrote; condutor do ramal de entrada; distância do padrão à rede, localização; condições da caixa do medidor; tipo de selo da caixa e do medidor, vermelho, incolor, chumbo; identificação das fases.

Além desses ficaram definidos, para a área de implantação do projeto e a área de comparação, referentes os anos de 1999, 2000 e 2001: número de ocorrências de defeitos; quantidade de danos elétricos; custo de manutenção referente a defeitos em ramais; número de

desvios de energia; número de unidades auto-religadas; custos com perdas comerciais

### 3. PROCEDIMENTO

Foi realizado um levantamento cadastral dos circuitos, coletando-se os dados das unidades consumidoras da área piloto. Para isto foi elaborado um formulário contendo os dados a serem coletados, definidos em 2.3.

Foi realizado um trabalho de compatibilização do levantamento das unidades consumidoras com os dados do Sistema Comercial da Coelba.

Para diagnosticar as necessidades de intervenção na rede e nas unidades consumidoras foram elaborados vários relatórios de análise e tabulação de dados. De posse dos resultados foi estabelecida a relação de atividades a serem implementadas na área piloto.

As unidades consumidoras a serem atendidas possuem cargas compreendidas nas seguintes faixas: unidades consumidoras monofásicas até 10 kW em 127/220 V e 15 kW em 380/220 V; unidades consumidoras bifásicas até 15 kW em 127/220 V e 25 kW em 380/220 V; unidades consumidoras trifásicas até 27 kW em 127/220V e 40 kW em 380/220 V.

#### 3.1. Padrão de Fornecimento

Foram substituídos os ramais de ligação e os ramais de entrada existentes pelo cabo concêntrico, eliminando-se a conexão do ponto de entrega. Os demais itens que compõem o padrão de entrada de uma unidade consumidora [4], foram mantidos.

O cabo concêntrico é composto de um ou mais condutores fase, isolados para 0,6/1 kV e um condutor neutro disposto helicoidalmente sobre esta isolação de mesma seção transversal e recoberto por outra camada isolante. A Figura I mostra a formação de um cabo concêntrico

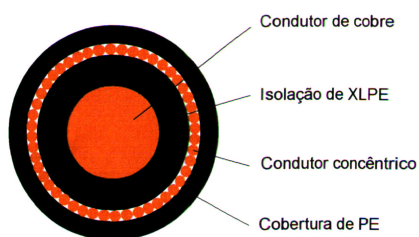


FIGURA I  
CABO CONCÊNTRICO

#### 3.1.1. Preparação do cabo concêntrico (antifurto)

Por ser um novo tipo de material foi necessário criar um procedimento para preparação do cabo concêntrico, visando a sua instalação: decapar a cobertura do cabo

concêntrico (antifurto) no comprimento necessário a conexão da fase e do neutro; juntar os fios do neutro, restabelecendo o encordoamento, para permitir a conexão usando conector cunha na extremidade que vai ser conectado a rede; Juntar os fios do neutro, restabelecendo o encordoamento, para permitir a conexão no borne do medidor. O comprimento do neutro desencapado deve ser mínimo, suficiente apenas para introdução na cunha do conector e no borne do medidor. A sobra da cordoalha deve ser cortada e devolvida ao almoxarifado.

#### 3.1.2. Conexão do cabo concêntrico à rede multiplexada

Conectar a fase do cabo concêntrico utilizando conector perfurante da isolação e o neutro utilizando conector tipo cunha. Se o neutro do cabo multiplexado for isolado, cobrir a conexão com fita isolante de autofusão e isolante plástica. A Figura II apresenta a instalação

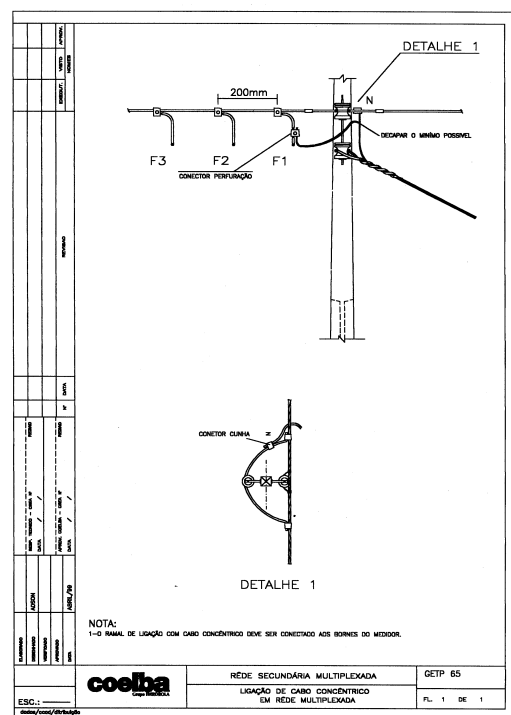


FIGURA II  
LIGAÇÃO DE CABO CONCÊNTRICO EM REDE NUA

#### 3.1.3. Conexão do cabo concêntrico à rede nua

O neutro do cabo concêntrico deve ser conectado primeiro à rede e a seguir à fase, utilizando-se conectores tipo cunha. A Figura III mostra a instalação.

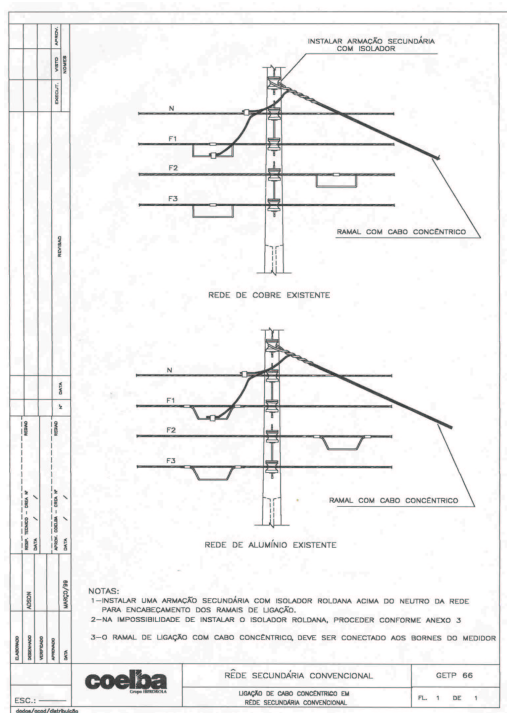


FIGURA III

LIGAÇÃO DE CABO CONCÊNTRICO EM REDE NUA

### 3.1.4. Conexão do cabo concêntrico ao medidor

Na ligação com o cabo concêntrico (ramal antifurto), ao separar o neutro da fase, deve ser decapado apenas o suficiente para fazer a conexão nos bornes do medidor, sem deixar pontos vivos. O condutor neutro (lado carga) deve ser decapado na parte que faz a conexão no parafuso de aterramento. A Figura IV mostra a ligação.

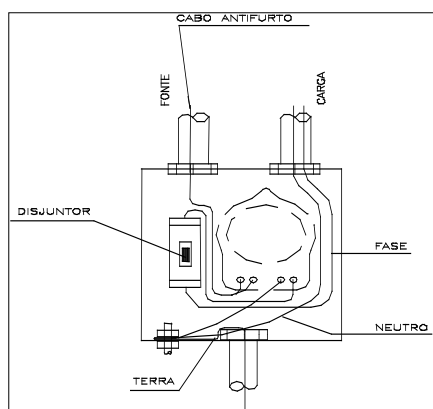


FIGURA IV

LIGAÇÃO DO CABO CONCÊNTRICO AO MEDIDOR

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

A instalação do novo padrão para conexão individual de unidades consumidoras atendidas através de rede aérea em tensão secundária com cabo concêntrico até os bornes do medidor fez com que houvesse uma redução dos desvios de energia. Este fato é explicado pelas

características construtivas do cabo. Como condutor neutro é colocado helicoidalmente sobre a isolação do condutor fase, o acesso a este torna-se bem difícil e, dessa forma, o desvio não pode ser executado. A Figura V e VI apresentam este tipo de instalação.



FIGURA V

RAMAL DE SERVIÇO COM CABO CONCÊNTRICO EM PONTALETE



FIGURA VI

RUA COM RAMAIS COM CABO CONCÊNTRICO, MELHORA O IMPACTO VISUAL

Além disso, foi conseguido redução dos custos com operação e manutenção, haja vista o menor número de ocorrências de defeitos nos ramais instalados na área piloto.

Por fim, foi conseguido um aperfeiçoamento do processo de ligação, permitindo a Concessionária instalar e manter os cabos da rede secundária até o medidor, sem conexões intermediárias que são pontos de prováveis defeitos (grande parte de defeitos estão justamente nas conexões).

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1. Perdas Comerciais

As tabelas I e II apresentam a incidência de perdas comerciais e o seu custo, expresso em kWh, na área piloto e na área de comparação, provocadas por desvios de energia elétrica em unidades consumidoras e unidades consumidoras auto-religadas, no período de 1999 a 2001.

TABELA I  
PERDAS COMERCIAIS

Ocorrências	Área piloto			Área comparação		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Nº de desvios	18	15	0	2	9	1
Nº auto-religados	31	5	0	7	2	0

TABELA II  
CUSTOS PROVOCADOS POR DESVIOS E AUTO-RELIGADOS

Ocorrências	Área piloto (kwh)	Área de comparação (kwh)
1999	44401	9635
2000	34046	10082
2001	0	5223

As figuras VII, VIII e IX, apresentam uma redução tanto dos desvios de energia elétrica como também do número de unidades consumidoras auto-religadas. A figura X traduz a redução dos custos (expressos em kWh) das perdas comerciais da Coelba no período de 1999 a 2001.

Na área piloto no ano de 2000 as reduções ocorreram devido a implementação do programa de combate à fraude, estabelecido pela Coelba, independentemente da alteração do padrão de entrada. Já em 2001, as reduções são exclusivamente decorrentes do novo padrão adotado.

Na área de comparação registra-se um aumento nos desvios de energia do ano de 1999 para o ano de 2000 e uma redução do número de unidades auto-religadas. Em 2001 os dois fatores de perdas foram reduzidos com grande intensidade. Este fato mostra que os esforços para combate às perdas comerciais, simplesmente através de fiscalização e campanhas publicitárias, dependem muito da intensidade dos recursos utilizados e, uma vez cessadas as campanhas, as perdas tendem a aumentar.

É importante justificar que a ocorrência de um desvio registrado na área de comparação foi devido ao pequeno número de dados conseguidos da área, apenas dos meses de janeiro e fevereiro. A redefinição das estratégias do setor de perdas da Coelba fez com que as equipes de inspeção e os recursos fossem deslocadas para outras regiões. Certamente, poderão ter surgidos outros casos de desvios e de unidades auto-religadas na área de comparação nos meses subsequentes

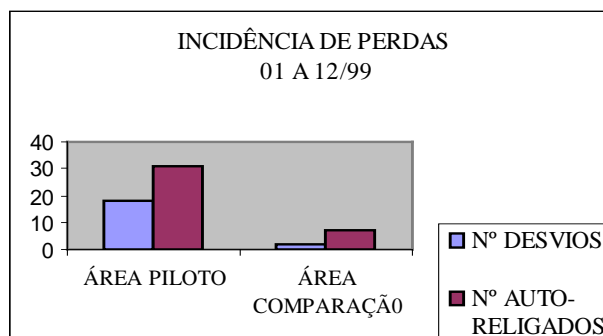


FIGURA VII  
PERDAS EM 1999

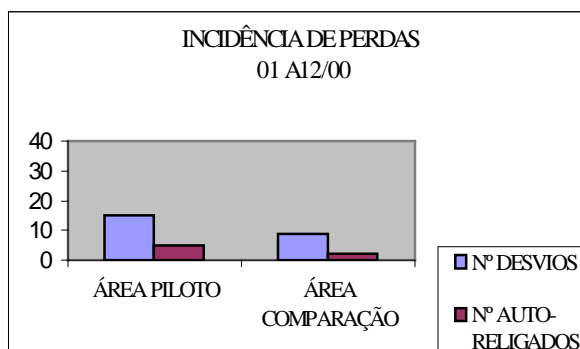


FIGURA VIII  
PERDAS EM 2000

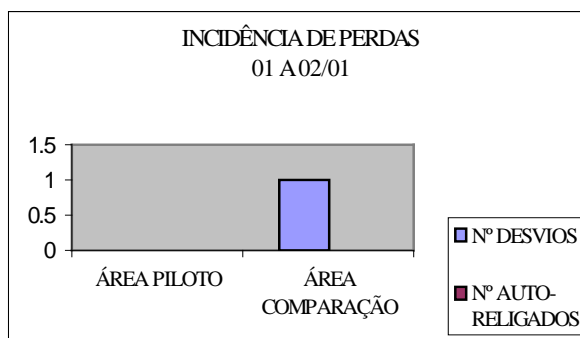


FIGURA IX  
PERDAS EM 2001

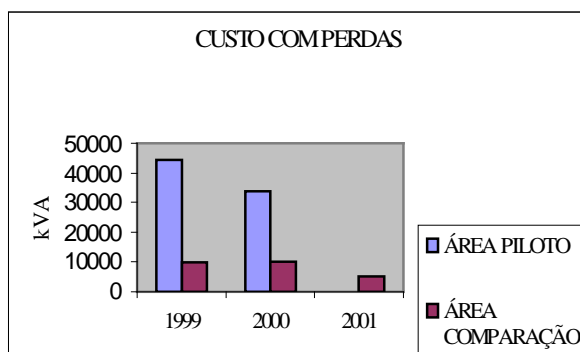


FIGURA X  
CUSTO COM PERDAS

## 5.2. Ocorrências de Defeitos

### 5.2.1. Ocorrências Gerais

A tabela III mostra a relação entre o número de ocorrências de defeitos de qualquer natureza com defeitos em ramais de serviço na cidade de Jequié, provenientes de reclamações de consumidores. Estas reclamações foram registradas no sistema de atendimento da Coelba no período de 1999 a 2001.

TABELA III  
DEFEITOS GERAIS

Ocorrências	Quantidade de ocorrências		
	jan. a dez. de 1999	mai. a dez. de 2000	jan. a jul. de 2001
Causas diversas	5968	2697	2580
Defeitos em ramal	987	429	292
Total	6955	3126	2872

As Figuras XI, XII e XIII mostram que os defeitos ocorridos nos ramais de serviço das unidades consumidoras representaram 14,2% do total dos defeitos do período analisado, referente ao ano de 1999. Em 2000 houve uma redução para 13,7% e em 2001 ficou em 10,2%. Esta redução, de uma forma geral traduz o esforço da Coelba em implementar ações para melhorar a qualidade dos serviços, abrangendo-se aí todas as ações que estão sendo tomadas ao longo dos anos.

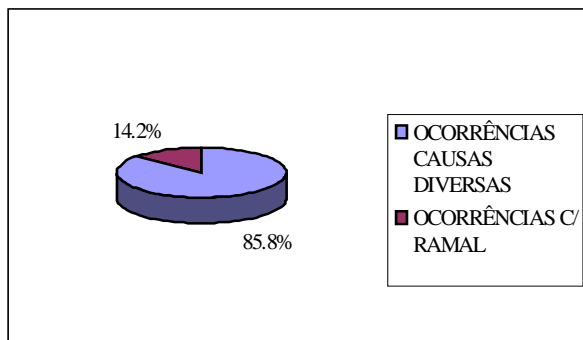


FIGURA XI  
OCORRÊNCIAS EM 1999

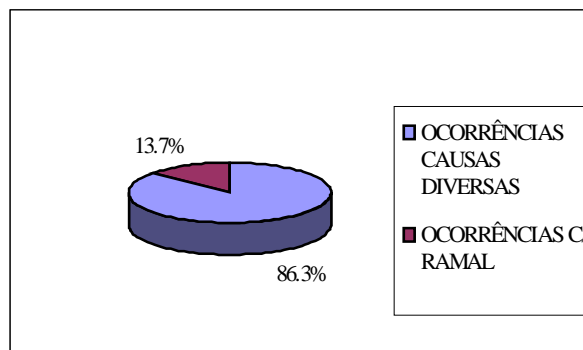


FIGURA XII  
OCORRÊNCIAS EM 2000

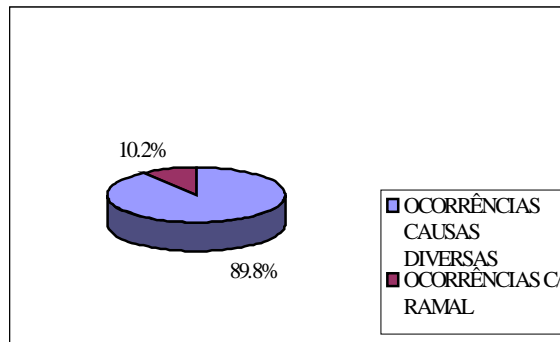


FIGURA XIII  
OCORRÊNCIAS EM 2001

### 5.2.2. Ocorrências com Ramal de Serviço

A tabela IV mostra a relação entre o número de ocorrências de defeitos em ramais de serviço da área piloto, da área de comparação e demais áreas na cidade de Jequié, provenientes de reclamações de consumidores. Estas reclamações foram registradas no sistema de atendimento da Coelba no período de 1999 a 2001.

TABELA IV  
DEFEITOS EM RAMAIS DE SERVIÇO

Ocorrências	Quantidade de ocorrências		
	jan. a dez. de 1999	mai. a dez. de 2000	jan. a jul. de 2001
Área piloto	174	39	0
Área de comparação	209	37	18
Demais áreas	604	353	274
Total	987	429	292

Restringindo-se a análise aos defeitos dos ramais de serviço tem-se o panorama representado nas Figuras XIV, XV e XVI. Em 1999 tanto a área piloto quanto a área de comparação apresentavam alto índice de defeitos nos ramais, somando 38,8% dos defeitos totais em ramais da cidade de Jequié.

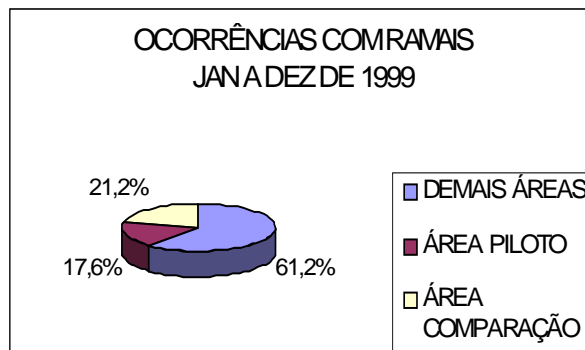


FIGURA XIV  
OCORRÊNCIAS COM RAMAIS EM 1999

Após um trabalho de manutenção corretiva os resultados para o ano de 2000 foram bem compensadores, passando



as duas áreas a serem responsáveis por apenas 17,7% das ocorrências com ramais de serviço, como é apresentado na Figura XV.

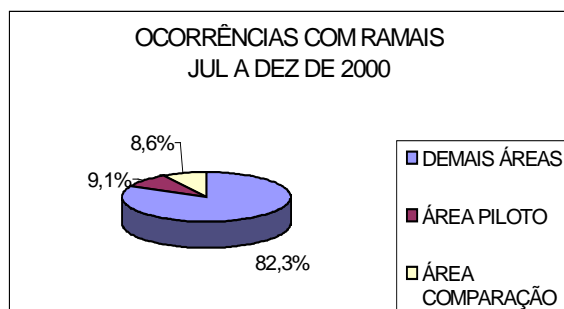


FIGURA XV  
OCORRÊNCIAS COM RAMAIS EM 2000

Tomando-se o período de janeiro a julho de 2001, é visto na Figura XVI que na área piloto não foi registrado defeitos nos ramais de serviço instalados com o cabo concêntrico, enquanto na área de comparação ocorreram 6,2% dos defeitos com ramal de serviço.

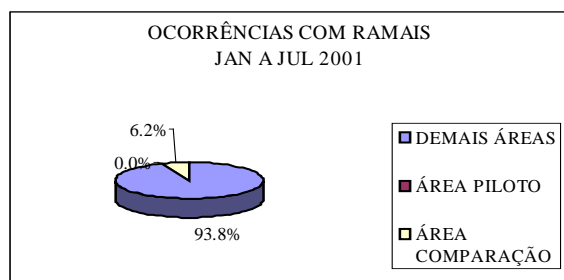


FIGURA XVI  
OCORRÊNCIAS COM RAMAIS EM 2001

Mesmo a Coelba aplicando um programa de manutenção preventiva com os ramais de ligação padronizados pela maioria das concessionárias de energia elétrica é visto que os ramais de serviço (aqui se inclui o ramal de ligação e o ramal de entrada) com cabo concêntrico possui um melhor desempenho.

## 6. BENEFÍCIOS DO PROJETO

Na fase experimental foram beneficiados diretamente 1593 unidades consumidoras que formaram o conjunto que foi acompanhado. As demais unidades do alimentador também foram beneficiados com a redução das interrupções na área do projeto piloto.

Os beneficiários potenciais poderão ser todos as unidades consumidores atendidos em baixa tensão pela Coelba, em função dos resultados que venham a ser atingidos com este projeto.

Também foi beneficiada diretamente a Coelba pela redução dos custos com operação e manutenção e perdas comerciais.

## 7. CONCLUSÕES

O desvio de energia elétrica em baixa tensão tem sido uma das principais causas de perda de receita para a Concessionária, haja vista a necessidade constante de aplicação de programas de combate a fraude. Contudo, as ações utilizadas para o combate às perdas comerciais, simplesmente através de fiscalização e campanhas publicitárias, dependem muito da intensidade dos recursos utilizados e, uma vez cessadas as campanhas, as perdas tendem a aumentar.

Diante disso, fica claro que a necessidade de adoção de novas tecnologias é fundamental para dificultar esta prática pelo consumidor. O ramal de serviço com o cabo concêntrico é uma alternativa para o combate ao desvio de energia.

No que diz respeito ao desempenho técnico do ramal de serviço com o cabo concêntrico este se mostrou bastante satisfatório quanto a redução de ocorrências na área onde foi implantado. A redução de defeitos pode ser estendida para um melhor resultado nos índices de DEC, FEC, DIC e FIC da Coelba.

Em uma análise geral, pode-se dizer que este projeto, além do seu objetivo principal – redução de perda (ligações clandestinas e desvios de energia) – proporciona um menor impacto visual e uma melhor convivência com meio ambiente, bem como um alto grau de segurança para as instalações.

Na fase experimental, os resultados do desenvolvimento foram transferidos diretamente para as unidades consumidoras que tiveram os ramais substituídos, e com isso não mais serão responsáveis por faltas provocadas por problemas no próprio ramal e nos ramais das demais unidades consumidoras supridas pelo mesmo transformador.

A implantação deste projeto acelerou a mudança do padrão de ligação de unidades consumidoras monofásicas em toda a área de concessão da Coelba.

Em relação aos demais padrões, bifásico e trifásico, recomenda-se o seu uso experimental, inclusive ampliando para outras áreas. Esta recomendação toma como base as limitações de fabricação dos cabos bifásicos (bipolar) e trifásico (tripolar), bem como os acessórios para sua ancoragem (alças e grampos).

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANEEL, Manual para Elaboração de Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro. Brasília, 1999.
- [2] ANEEL, Resolução 456 -Condições Gerais de Fornecimento, Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Brasília, Dezembro de 2000.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Apresentação de relatórios técnicos científicos: NBR 10719. Rio de Janeiro, 1989.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Numeração progressiva das seções de um documento - NBR 6024. Rio de Janeiro, 1989.
- [5] CEARCA, Conductores Electricos de Cobre y Alumínio. Planilha de Datos Constructivos. Buenos Aires - Argentina, 2000.
- [6] COELBA, Cabo de Potência Concêntrico - ET GEB 024. Salvador, outubro de 1999.
- [7] COELBA, Caderno de Preços da Distribuição. 5ª edição. Salvador, abril de 2000.
- [8] COELBA, Conectores Perfuração - ET GEB 031. Salvador, outubro de 1999.
- [9] COELBA, Manual de Serviços Elétrico, Instalação e Regularização do Padrão de Entrada. Salvador, março de 2000.
- [10] COELBA, Norma para Fornecimento de Energia Elétrica - PDC 01. Salvador, abril de 2000.
- [11] DICIONÁRIO BRASILEIRO DE ELETRICIDADE, Associação Brasileira de Normas Técnicas -ABNT. Rio de Janeiro, 1986.
- [12] PLP BRASIL, Alças Preformadas para Cabo concêntrico Isolado. São Paulo, Junho de 2000.
- [13] PLP BRASIL, Catálogo de Produtos de Distribuição. São Paulo.