



**XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica**  
**SENDI 2012 - 22 a 26 de outubro**  
**Rio de Janeiro - RJ - Brasil**

<b>André Luis Pirotello</b>	<b>Benedito Edmundo Moura Ferreira</b>	<b>Francisco Jose Bassotelli</b>
<b>Companhia Paulista de Força e Luz</b>	<b>MATOS FERREIRA ENGENHARIA E SERVIÇOS LTDA</b>	<b>Companhia Paulista de Força e Luz</b>
pirotello@cpfl.com.br	mfengenharia@hotmail.com	bassotelli@cpfl.com.br

**Cruzeta de Concreto Leve é uma realidade para uso na Rede de Distribuição de Energia Elétrica Nacional**

**Palavras-chave**

Concreto Leve

Cruzeta

Rede de Distribuição de Energia Elétrica

**Resumo**

Este trabalho apresenta o resultado da aplicação da cruzeta de concreto leve **Concrelev®** e sua inserção de mercado a nível nacional, consequência de projeto de P&D da ANEEL patrocinado pela CPFL Piratininga e executado pelas entidades Matos Ferreira Engenharia e Matra Ind. e Com. Para homologação na CPFL foram realizados ensaios em laboratórios de terceira parte para comprovação da resistência mecânica (flexão e ruptura), ensaios de absorção de água, resistência à compressão e ensaios de envelhecimento acelerado (penetração de cloretos e carbonatação) para verificação da durabilidade, que mostraram que o concreto leve apresenta melhor desempenho frente aos contaminantes que o concreto tradicional. A cruzeta **Concrelev®** apresenta o peso próximo ao da cruzeta de madeira de lei, massa muito inferior à cruzeta de concreto tradicional e custo competitivo. Em comparação com a cruzeta de madeira de reflorestamento a cruzeta de concreto leve apresenta menor custo de manutenção e expectativa de maior vida útil. Ensaios realizados para verificar o Nível Básico de Isolamento (NBI) evidenciaram um comportamento semelhante a uma cruzeta de madeira. A partir de 2011 as empresas do grupo CPFL Energia instalaram cerca de 50.000 cruzetas de concreto leve em substituição as cruzetas de madeira de lei.

**1. Introdução**

A busca por alternativas de novos materiais em cruzetas vem sendo alvo das empresas de energia elétrica em função das restrições no uso da madeira de lei e da baixa durabilidade da madeira de reflorestamento. As

cruzetas são componentes utilizados nas redes de distribuição como elementos de sustentação e afastamento dos condutores nus. Materiais alternativos como fibra de vidro, polímeros e plásticos reciclados vem sendo pesquisados, mas apresentam inconvenientes principalmente em relação ao preço alto. A cruzeta de concreto convencional já é largamente empregada com vantagens como durabilidade, resistência a agressões do meio ambiente e baixo custo, entretanto apresenta o inconveniente de um maior peso prejudicando a ergonomia do electricista. Em vista deste cenário a CPFL desenvolveu projeto de P&D buscando utilizar as vantagens do concreto e as qualidades dos agregados leves para conseguir baixa densidade sem perda de resistência – o concreto leve de alto desempenho.

O concreto leve estrutural apesar de ser utilizado na área civil em muitos países do mundo para construção de pontes, edifício, estádios, plataforma de petróleo, etc., é pouco empregado no Brasil. Sua utilização em estruturas de redes do Setor Elétrico Brasileiro é pioneira.

Dentre os objetivos do desenvolvimento buscou-se aperfeiçoar a cruzeta de concreto leve limitando-se o peso máximo em 27 kg para, tornando ergonomicamente manuseável por uma pessoas (figura 1) e com a capacidade nominal da cruzeta retangular de 90x90x2000mm em 250 daN (acima do previsto pela NBR 8453).



figura 1 – Cruzeta de concreto leve

Para implantação nas empresas do grupo CPFL Energia, foram elaboradas as normas técnicas de fabricação e instalação e a transferência de tecnologia através de reuniões técnicas e workshops com o pessoal técnico das Estações Avançadas.

Visando sua inserção de mercado a nível nacional foram realizados treinamentos, homologações e licenciamentos de novos fornecedores nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul do Brasil. Também foi realizada a divulgação do produto em empresas do setor elétrico e a apresentação de artigos técnicos em congressos e seminários nacionais.

## **2. Desenvolvimento**

### **1) Especificação e Ensaio**

As características básicas da cruzeta de concreto leve retangular são as seguintes:

- Densidade da massa de concreto seca: 1,45 - 1,65 kg/dm<sup>3</sup>;
- Peso máximo: 27 Kg;
- Dimensões externas: 90 x 90 x 2000mm;
- Resistência Nominal: 250 daN;

- Resistência à compressão do concreto com 28 dias ? 30MPa
- Furações Ø19mm, conforme norma CPFL;

A cruzeta de concreto leve está normalizada na CPFL pelos documentos GED 13279 - Padrão Técnico de Cruzetas de Concreto Leve e GED 13280 - Especificação Técnica de Cruzetas de Concreto Leve, disponibilizados no site [www.cpfl.com.br/publicacoestecnicas](http://www.cpfl.com.br/publicacoestecnicas) .

Para homologação na CPFL foram realizados testes em laboratório para comprovação da resistência mecânica de flexão e ruptura (figura 2), ensaios de absorção de água, resistência à compressão e ensaios de envelhecimento acelerado como carbonatação (figura 3) penetração de íons de cloretos (figura 4) para verificação da durabilidade.



Figura 2 – Ensaio de ruptura da cruzeta

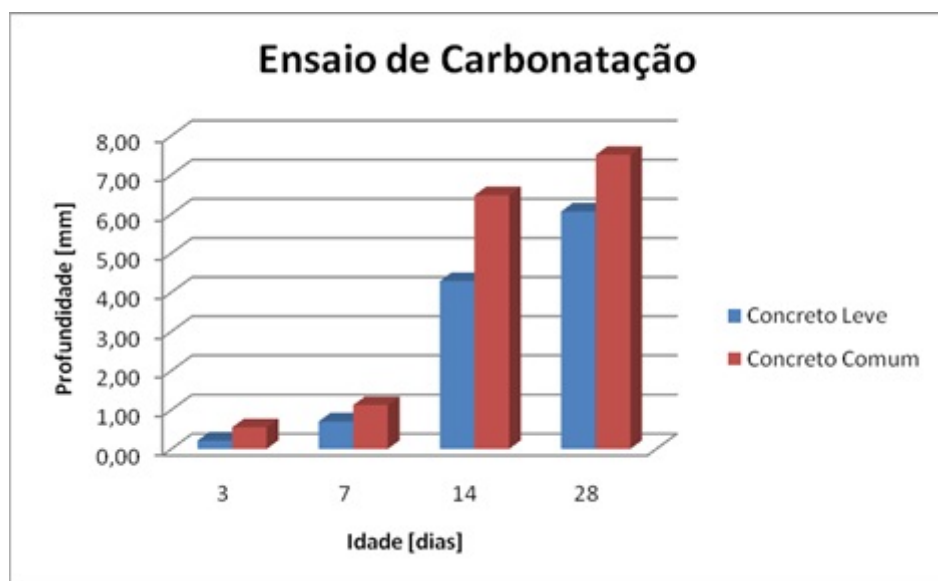


Figura 3 – Ensaio de carbonatação do concreto leve

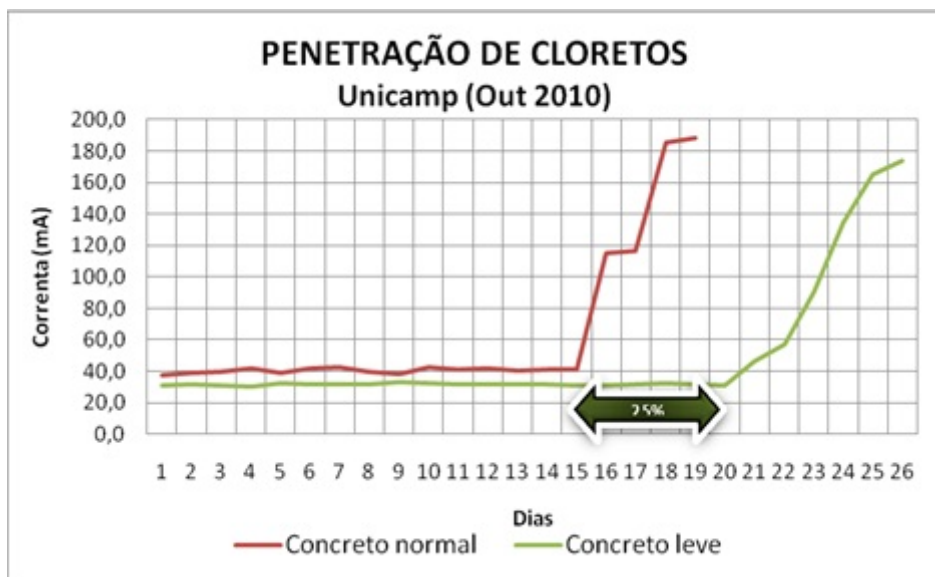


Figura 4 – Ensaio de Envelhecimento Acelerado – Íons de Cloreto

Durante o desenvolvimento do projeto também foram realizados testes mecânicos no fabricante e instalações piloto em centro de treinamento e na rede da CPFL que comprovaram o bom desempenho da cruzeta de concreto leve. As avaliações operacionais realizadas com os eletricitistas de campo apresentaram sugestões de melhorias que foram introduzidas na especificação e ao produto final.

As cruzetas de concreto leve foram certificadas por um Organismo Certificador de Produto a OCP/LACTEC com base nos ensaios estabelecidos pelas normas técnicas NBR 8453, NBR 8454 e NBR 6124 e critérios definidos pelas especificações técnicas GED CPFL 13279 e 13280.

Os ensaios de envelhecimento foram realizados no laboratório da ABCP – Associação Brasileira do Cimento Portland e mostraram que o concreto leve apresenta melhor desempenho frente aos contaminantes que o concreto tradicional.

## 2) Inserção da cruzeta de concreto leve na CPFL

Para avaliação inicial do comportamento da cruzeta de concreto leve no sistema elétrico foram realizados, no laboratório de alta tensão da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, os ensaios de tensão suportável de impulso atmosférico, tensão disruptiva a seco em frequência industrial e tensão suportável sob chuva em frequência industrial em estrutura poste aterrado + cruzeta de concreto leve + isolador. Estes ensaios mostraram que a cruzeta de concreto leve tem um comportamento elétrico similar ao da cruzeta de madeira para as tensões suportáveis definidas pelo NBI da rede de distribuição da CPFL.

Com a validação dos testes laboratoriais, testes de campo e com a disseminação da tecnologia na CPFL, foram adquiridas entre os anos de 2010 e 2011 cerca de 50.000 cruzetas de concreto leve, e disponibilizadas para instalação nas 8 distribuidoras de energia do Grupo CPFL Energia.

O acompanhamento do desempenho da cruzeta de concreto leve na rede de distribuição comprovou as qualidades verificadas nos ensaios tanto no quesito elétrico como no mecânico, sendo mantidas as mesmas

condições de instalação utilizadas (figura 5 e figura 6) com a cruzeta de madeira.

A partir de 2011 a cruzeta de concreto foi homologada como item de estoque para utilização no sistema de distribuição de todas as empresas do grupo CPFL Energia.



Figura 5 – Instalação com cesto aéreo

Figura 6 – Instalação com escada

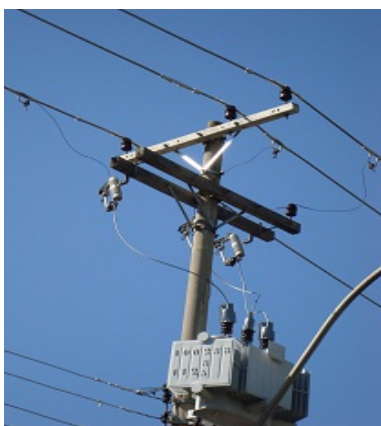


Figura 7 – Cruzeta CL na rede primária

As poucas ocorrências envolvendo instalação com cruzeta de concreto leve não foram provocadas pela cruzeta de concreto leve. Foram verificadas ocorrências na área rural devido a descargas atmosféricas diretas causando a destruição do isolador 15 kV e provocando danos na cruzeta (figura 8). Não foram verificados problemas no isolamento da rede em função de surtos de tensão induzidos por descargas atmosféricas próximas à rede ou causados por curto-circuito na rede primária.



Figura 8 – Ocorrência na rede rural com descarga direta em cruzeta CL

### 3) Inserção de Mercado e Licenciamento de novos Fabricantes

Após a implantação do produto na CPFL foram realizadas ações para transferência de tecnologia e licenciamento de parceiros fabricantes (figura 9), a divulgação de artigos técnicos em revistas, congressos/seminários e apresentação da cruzeta de concreto leve para outras empresas de energia elétrica nacionais visando a sua inserção no mercado a nível nacional.



Figura 9 – Transferência de tecnologia – Petrolina/PE

Em 2011 foram licenciados 5 fornecedores de cruzetas de concreto leve, sendo 3 no Estado de São Paulo, 1 no Estado do Rio Grande do Sul e 1 no Estado de Pernambuco (figura 10). Embora o projeto de P&D tenha se finalizado a tecnologia está disponível na CPFL para o licenciamento de novos fornecedores com vista a outras concessionárias do Brasil e do exterior.

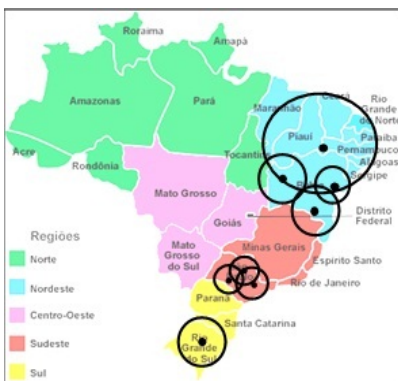


Figura 10 – Atendimento ao mercado nacional

### 3. Conclusões

A cruzeta de concreto leve obteve a viabilidade técnica e econômica frente à cruzeta de madeira de lei e também com vantagens às outras tecnologias tais como concreto normal, aço, poliméricas, madeira de reflorestamento tratada e fibra de vidro.

Os principais benefícios são: a expectativa de maior vida útil (30 anos) e o custo ainda que muito próximo da madeira de lei, e ainda com a tendência de ficar muito abaixo devido a escassez provocado pelo movimento de sustentabilidade da sociedade e das leis de exploração da mata nativa.

Em 2011 a cruzeta de concreto leve foi homologada como item normal de estoque para utilização nas redes

de distribuição de energia elétrica das 8 distribuidoras do grupo CPFL Energia. Até março de 2012 já foram instaladas cerca de 50.000 cruzetas de concreto leve.

#### **4. Referências bibliográficas**

---