

Padrão Compacto de Entrada de Energia Elétrica

J.A.Cipoli, B.E.M.Ferreira, L.P.Pasqua, M.Moraes

RESUMO

Este trabalho apresenta o resultado obtido no projeto de P&D CPFL / MACKENZIE - "PADRÕES COM-PACTOS DE ENTRADA DE ENERGIA", destinado à consumidores de baixa renda.

Este projeto buscou vantagens tais como:

- Facilidade de instalação
- Boas características de segurança
- Baixo custo de produção e instalação
- Grande durabilidade
- Eficiência no combate à fraudes

O campo de atuação é voltado para os consumidores residenciais monofásicos, com características usuais de carga instalada até 12 kW, ligados na rede aérea secundária de distribuição urbana. Aplica-se também às unidades consumidoras em redes de loteamentos particulares e loteamentos comunitários.

Cumpra destacar que o Padrão Compacto de Entrada de Energia desenvolvido no projeto CPFL - Mackenzie, atingiu um valor cerca de 20% (vinte por cento) menor que o padrão similar mais barato vendido no mercado.

Os estudos e testes realizados de junho de 2001 a junho de 2003, foram amplamente favoráveis, de forma que a CPFL e o Mackenzie tiveram amplo sucesso na transformação do "protótipo" em "produto", e na certificação de fabricantes.

PALAVRAS CHAVE

Padrão de entrada de energia, consumidor de baixa renda, caixa de medição, padrão compacto de entrada de energia, entrada de energia.

I. INTRODUÇÃO

Este informe foi preparado a partir dos estudos e das pesquisas desenvolvidas no Projeto de P&D "Padrões Compactos de Entrada de Energia", realizado pela Universidade Mackenzie para a Companhia Paulista de Força e Luz.

O projeto de P&D teve por objetivo pesquisar, desenvolver, implantar em área piloto e aprimorar, um padrão compacto de entrada de energia para consumidores de baixa renda, que possuem carga instalada até 12 kW, conforme especificado pela CPFL.

As concessionárias de energia elétrica necessitam que cada consumidor prepare o seu padrão de entrada de energia elétrica, para possibilitar a instalação do medidor e ligação da energia.

Os consumidores de baixa renda têm dificuldades técnicas e financeiras para viabilizar a adequada implantação do padrão de entrada, resultando que em muitos casos, ele fica sem o benefício do fornecimento de energia ou obtém "energia emprestada".

Do ponto de vista da concessionária, existe o interesse na instalação de um adequado tipo de padrão de entrada de energia, que garanta a qualidade dos serviços, evite ou minimize o "desvio de energia" e elimine o retorno da equipe técnica para ligação de padrões reprovados.

Priorizou-se neste desenvolvimento a integração entre a concessionária, a universidade, fabricantes, fornecedores de materiais e consumidores, visando otimizar o produto e atender os interesses dos diversos setores envolvidos.

Os testes dos protótipos foram realizados no Centro de Treinamento da CPFL, no município de Paulínia - SP, no laboratório de ensaios mecânicos da Concremar, no município de Hortolândia - SP, e em instalações de consumidores ligados à rede de distribuição da CPFL.

II. REQUISITOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO COMPACTO

As premissas básicas estabelecidas para a pesquisa do padrão compacto a ser adotado, foram as seguintes:

- Utilização de postes de concreto;
- Eliminação da bengala externa;
- Integração da ferragem interna do poste ao sistema de aterramento da instalação;
- Medidor com leitura voltada para a calçada;
- Proteção voltada para o consumidor;
- Lacre do sistema de medição voltado para o consumidor;
- Segurança contra fraudes;
- Redução do custo do padrão para o consumidor;
- Facilidade de instalação

III- PESQUISAS DO PADRÃO COMPACTO

A partir dos requisitos estabelecidos foram estudados a nível nacional, diversos sistemas de entrada de energia em utilização pelas concessionárias de energia elétrica, novos desenvolvimentos em caixas para o medidor e proteção, eletrodutos e materiais acessórios, alternativas de aterramento e conexões, tecnologias para construção de postes de concreto e formas mais usuais de fraudes.

Com referência ao sistema de aterramento da instalação, a equipe técnica do Mackenzie, em conjunto com a equipe técnica da CPFL, procurou dar atenção especial, visando garantir a eficiência do aterramento da instalação.

Durante o desenvolvimento do trabalho, a equipe técnica do Mackenzie efetuou pesquisas junto a vários prováveis fornecedores dos diversos tipos de solução, e efetivou parcerias com empresas, que demonstraram o conhecimento e a capacidade técnica necessárias para participar do desenvolvimento do projeto proposto.

No detalhamento do protótipo, procurou-se utilizar materiais e acessórios, facilmente encontrados no mercado, de forma que possibilitasse ao produto final uma implantação imediata.

IV - TESTES DE LABORATÓRIO

Os testes mecânicos foram realizados no laboratório de ensaios da Concremar em Hortolândia - SP.

Foram realizados os testes de flexão e ruptura de acordo com a norma ABNT NBR 8451, em todos os modelos de protótipos desenvolvidos, obtendo-se resultados satisfatórios em todos os protótipos ensaiados.

Os resultados obtidos nos modelos do protótipo final estão apresentados a seguir:

Protótipo: 7,5m, 90daN, 20 dias fabricação, 06/06/2003

	Admissível	Obtido no Ensaio
Flecha Máxima	262 mm.	260 mm.
Flecha Residual	26 mm.	14 mm.
Carga Real de Ruptura	≥ 180 daN	180 daN

Protótipo: 7,5m, 90daN, 18 dias fabricação, 06/06/2003

	Admissível	Obtido no Ensaio
Flecha Máxima	262 mm.	261 mm.
Flecha Residual	26 mm.	17 mm.
Carga Real de Ruptura	≥ 180 daN	185 daN



V - TESTES DE CAMPO

A. Locais dos testes

Os testes de campo foram realizados em protótipos instalados na área do Centro de Treinamento da CPFL, em

Paulínia - SP, e em protótipos instalados e ligados em consumidores da CPFL em Campinas e Paulínia.

B - Testes realizados

Foram realizados acompanhamentos dos protótipos de diversos fabricantes, quanto a:

- Durabilidade e Qualidade dos materiais;
- Segurança da instalação;
- Facilidade de instalação e ligação;
- Eficiência contra fraudes;
- Estanqueidade à umidade (caixas plásticas);
- Praticidade de componentes e acessórios;
- Eficiência do aterramento sem utilização de haste de terra, com haste de 1,20m colada ao poste e com haste de 1,50m colada ao poste.

C - Resultados

O modelo aprovado incorporou vários melhoramentos, em face aos resultados obtidos.

O produto final atendeu não somente os objetivos do projeto, como também contemplou outros benefícios não inicialmente previstos, tais como:

- pode ser utilizado também para consumidores bifásicos com carga instalada até 18 kW;
- permite a instalação de dois consumidores no mesmo poste.

C1. Sistema de Aterramento

As normas NBR 5410 e NBR 5419 prevêm a utilização das fundações de edifícios como eletrodo de aterramento. Esta técnica vem sendo utilizada cada vez em maior intensidade, no Brasil e em outros Países, com amplo sucesso.

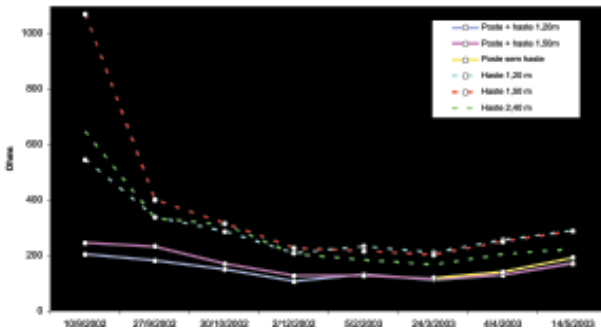
O projeto do padrão compacto foi desenvolvido procurando utilizar esta técnica, integrando a ferragem interna do poste ao sistema de aterramento.

No que tange às medições de aterramento do padrão utilizando a ferragem interna do poste, os resultados ao longo do tempo demonstraram que em todos os modelos de protótipos desenvolvidos, o valor do aterramento é melhor que o valor obtido nos padrões convencionais ou seja das hastes isoladamente.

Os valores das medições em Ω estão detalhados a seguir:

Medições	10/09/02	27/09/02	30/10/02	02/12/02	05/02/03	24/03/03	04/04/03	14/05/03
Hora	8:15	9:15	9:30	10:15	11:15	14:15	10:00	8:30
Solo	Normal	Úmido	Úmido	Úmido	Normal	Úmido	Seco	Seco
Poste c/ haste 1,20m	206	182	151	107	132	113	131	173
Poste c/ haste 1,50m	246	234	172	128	128	117	129	171
Poste sem haste	-	-	-	-	-	120	142	193
Só haste 1,20 m	547	340	288	209	234	211	257	290
Só haste 1,50 m	1072	402	317	228	216	204	251	289
Só haste 2,40 m	648	335	311	205	185	167	205	224

Medições de Aterramento - Padrão Compacto



VI. PROTÓTIPO DO PADRÃO COMPACTO DE ENTRADA

Os componentes desenvolvidos e aprovados para composição do padrão compacto de entrada monofásico, são os seguintes:

A - Poste

Foi utilizado o poste de concreto armado, duplo T, 7,5m, 90 daN, em função de sua grande aceitação pelo mercado, durabilidade, segurança e baixo custo.

B - Sistema de ancoragem do ramal

Devido aos ramais com condutores multiplexados, a utilização de um componente isolante para ancoragem do ramal, tornou-se desnecessária. No padrão compacto, o sistema tradicional de roldanas foi substituído por um parafuso olhal de ferro zincado, Ø 5/16". Este desenvolvimento reduziu o custo da instalação.

C - Eletrodutos

Para eliminação da bengala externa, foi embutido o eletroduto de entrada no poste de concreto, observando-se as exigências da normas ABNT NBR8451, NBR8452 e NBR 6124 e, norma CPFL - "Fornecimento de energia em tensão secundária".

Para o tipo de consumidor abrangido, foi utilizado o eletroduto de PVC rígido de Ø 32mm.

D - Caixa do medidor

As pesquisas sobre o assunto destacaram novos desenvolvimentos de caixas em material plástico de alta resistência à radiação ultra-violeta, agentes químicos e impactos, e alta durabilidade, em fase de implantação na área de Energia Elétrica.



Este tipo de caixa foi testada e aprovada para utilização no padrão compacto, sendo adequada para uso ao tempo ou embutida no muro. O material empregado é o "noryl" no corpo da caixa, e o "policarbonato" na tampa.

E - Caixa da proteção

As caixas plásticas de baixo custo (PVC, PET, e RECICLADOS), usadas para disjuntores, apesar de existirem em grande diversidade no mercado, em geral, não são apropriadas para uso ao tempo ou embutida no muro, onde sofrem o ataque dos "raios ultra-violeta", de agentes químicos presentes no cimento, bem como penetração de umidade. Também possuem baixa resistência à impactos.



Considerando estas necessidades a caixa proposta para uso no padrão compacto, são as desenvolvidas em noryl ou noryl/policarbonato, estanques à umidade.

F - Sistema de aterramento

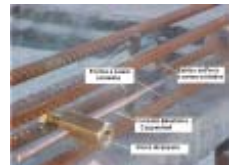


O resultado do estudo definiu o ponto de aterramento do neutro, na entrada da fiação do consumidor no alto do poste, conduzido ao terra através da ferragem interna do poste (solidamente interligada).

O aterramento da instalação portanto é realizado pelas próprias ferragens do poste.

Ficou disponibilizado um ponto de acesso ao terra, na base do poste, que pode ser utilizado para instalação de hastes em paralelo como complemento do aterramento. Os estudos demonstraram que uma haste de terra cobreada, de Ø5/8"x 1,20m, instalada junto ao poste, melhora o aterramento em cerca de 15%.

Este resultado simplifica a instalação, reduz custos e proporciona eficiência do aterramento.



G - Lacre

Foi desenvolvido um parafuso passante (vazando o poste), Ø 1/4", que prende a tampa da caixa do medidor e termina no interior da caixa da proteção, onde é aplicado o lacre da concessionária.

Na tampa da caixa do medidor a cabeça do parafuso é embutida e protegida por uma tampa com um segundo lacre.



H - Condutores

Em função das características das caixas do medidor e da proteção com espaços otimizados, os condutores escolhidos para o padrão compacto são os condutores de cobre, extra-flexíveis, 750V, 16mm².

O uso de eletroduto embutido possibilitou uma economia de cerca de 15% no comprimento dos cabos condutores.

As pontas dos cabos para conexão ao medidor devem ser preparadas com terminal ilhóis.

VII - Custos

A comparação dos custos de material e mão de obra de instalação do padrão compacto, com os custos dos padrões similares em utilização no mercado, apresentaram um valor no mínimo 20% (vinte por cento) menor.

Esta relação melhora ainda mais quando são considerados os custos indiretos de retorno da equipe técnica em novas ligações, fraudes e tempo de vida útil.

Veja os resultados nos quadros a seguir:

Estudo Comparativo de Custo de Padrões - jun/03

PADRAO MONOFASICO VOLTADO PARA CALÇADA:	
Poste comum 7,50m/90 daN.	81,00
Frete e Levantamento	29,00
Materiais Elétricos	150,00
Mão-de-obra Elétrica	40,00
Materiais Civil	50,00
Mão-de-obra Civil	50,00
TOTAL:	400,00
Poste COMPACTO 7,50m/90 daN.	105,00
Kit monofásico (caixa, fiação, disjuntor e acessórios)	110,00
Taxa de Entrega e Instalação	50,00
Mão-de-obra Civil (não obrigatório)	0,00
TOTAL:	265,00

PADRAO BIFASICO VOLTADO PARA CALÇADA (16mm ²):	
Poste comum 7,50m/90 daN.	81,00
Frete e Levantamento	29,00
Materiais Elétricos (fiação 16mm ²)	175,00
Mão-de-obra Elétrica	40,00
Materiais Civil	50,00
Mão-de-obra Civil	50,00
TOTAL:	425,00
Poste COMPACTO 7,50m/90 daN.	105,00
Kit bifásico (caixa, fiação 16mm ² , disjuntores e acessórios)	181,00
Taxa de Entrega e Instalação	50,00
Mão-de-obra Civil (não obrigatório)	0,00
TOTAL:	336,00

PADRAO BIFASICO VOLTADO PARA CALÇADA (25mm ²):	
Poste comum 7,50m/90 daN.	81,00
Frete e Levantamento	29,00
Materiais Elétricos (fiação 25mm ²)	200,00
Mão-de-obra Elétrica	40,00
Materiais Civil	50,00
Mão-de-obra Civil	50,00
TOTAL:	450,00
Poste COMPACTO 7,50m/90 daN.	105,00
Kit bifásico (caixas, fiação 25mm ² , disjuntores e acessórios)	205,00
Taxa de Entrega e Instalação	50,00
Mão-de-obra Civil (não obrigatório)	0,00
TOTAL:	360,00

Obs. - mão de obra civil cotada sem revestimento
 - mão de obra civil com revestimento, acrescentar R\$ 30,00
 - foram inseridos os menores preços cotados na praça

VIII - COMENTÁRIOS FINAIS

O produto alcançado pode ser considerado de amplo sucesso em função dos seguintes aspectos:

1. O produto "Padrão Compacto de Entrada de Energia", foi desenvolvido pelas equipes técnicas do Mackenzie e CPFL, com o apoio competente e eficaz de fornecedores e fabricantes do setor de materiais e equipamentos elétricos.

Estas parcerias asseguraram que ao produto final grande probabilidade de "aceitação" no mercado.

2. Todo eletroduto, fiação do ramal de entrada e aterramento são internos ao poste duplo T de concreto.

Tais melhoramentos eliminam a bengala externa, reduzem a possibilidade de fraudes, diminuem o comprimento dos cabos condutores e reduzem a mão de obra de instalação.

3. Toda ligação monofásica e bifásica que utilizar este padrão, será do tipo com leitura voltada para a calçada.

Tal providência facilita o leitorista durante as medições mensais de consumo e dá mais segurança ao consumidor, pois o medidor ficará voltado para a calçada e a proteção voltada para o lado da casa.

4. As caixas de medição e proteção poderão ficar ao tempo ou embutidas em muro.

Estas possibilidades facilitam a instalação do padrão de entrada para consumidores de baixa renda.

5. Em função da facilidade de instalação, o padrão compacto poderá ser entregue pelo revendedor, no local do consumidor, em forma de kit, totalmente montado.

Esta alternativa elimina a necessidade de contratação pelo consumidor, de mão de obra especializada de instalação, e garante a boa qualidade da montagem, eliminando o retorno da concessionária devido a instalações reprovadas.

6. O padrão compacto de entrada pode ser total ou parcialmente montado no chão antes de ser fincado no solo.

Esta possibilidade elimina o uso de escada para instalação do padrão, aumentando a segurança.

7. Quando o poste do padrão de entrada é fincado no solo, já é realizado o aterramento pela ferragem interna do poste.

Este melhoramento garante e facilita a implantação do aterramento, reduzindo os custos, e aumentando a confiabilidade do aterramento. Cabe destacar que além da ferragem do poste, poderá ser instalado em paralelo, uma ou mais hastes de terra.

8. A fixação do ramal de serviço no poste será através de um parafuso olhal.

Este melhoramento eliminará as ferragens e o isolador atualmente padronizado, facilitando a instalação e reduzindo os custos dos materiais.

9. O padrão compacto utiliza dois lacres de proteção, sendo um do lado do medidor (rua) e outro do lado da proteção (consumidor).

Tal providência colaborará para evitar fraudes e defi-



nir a responsabilidade do consumidor.

10. O Padrão Compacto de Entrada de Energia permite atender até dois consumidores localizados no mesmo terreno ou terrenos vizinhos, com a instalação de duas caixas de medição em um único poste.

Esta possibilidade facilita a instalação do padrão de entrada para consumidores de baixa renda.

11. Não é necessário o ponto de terra na caixa do medidor para aterramento do neutro, pois o mesmo já estará aterrado na entrada da fiação.

Esta solução simplifica a instalação e ligação do padrão, aumenta a segurança e reduz custos.

12. As pontas dos cabos para conexão ao medidor devem ser preparadas com terminal ilhóis.

Este procedimento simplifica a instalação, pois não é necessário a estanhagem das pontas dos condutores extra-flexíveis, permitindo uma perfeita conexão aos bornes do medidor.

13. O produto final atendeu não somente os objetivos do projeto, como também contemplou outros benefícios não inicialmente previstos, tais como:

- pode ser utilizado também para consumidores bifásicos com carga instalada até 18 kW;
- permite a instalação de dois consumidores no mesmo poste.

Estas possibilidades melhoraram ainda mais a relação custo/benefício do projeto padrão compacto.

14. Levantamentos preliminares indicam que o novo padrão, considerando materiais e mão de obra, terá um preço 20 % inferior ao preço de mercado.

Considerando que entre novas ligações e reformas são executados anualmente mais de 100.000 padrões de entrada, a economia prevista anual para o universo de consumidores da CPFL será superior a R\$ 4.000.000,00 (quatro milhões de reais).

VIII - BIOGRAFIAS

J. A.Cipoli - engenheiro eletricitista EPUSP/69, atualmente é professor e pesquisador da Universidade Mackenzie.

B.E.M.Ferreira - engenheiro eletricitista FEB/75, atualmente é pesquisador da Universidade Mackenzie.

L.P.Pasqua - técnico eletricitista, atualmente é pesquisador da Universidade Mackenzie.

M.Moraes - engenheiro eletricitista, FACENS/91, atualmente é engenheiro do Depto. de Engenharia da CPFL.

Produção Executiva

AV Argolo Vieira Desenvolvimento Empresarial

Coordenação de Produção

Ricardo Vieira

Diagramação e Editoração

Yoemi e Ko Comunicação Visual

Capa

Biro Design

Esta obra foi composta em Times New Roman e impressa na Venture Soluções Gráficas, no sistema off-set sobre papel alto-álvura 75g/m², com capa em papel Cartão Supremo 250g/m².

Salvador, novembro de 2003.