

CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE ELETROPOSTOS PARA EMPRESAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Luiz Artur Pecorelli Peres
Marcus Lellis P. Peçanha
*Universidade do Estado do
Rio de Janeiro - UERJ*
Rua Fonseca Teles, 121
2º andar - Sala L15
S. Cristóvão - Rio de Janeiro
CEP 20940-903

Ana Carolina I. L. Caldas
Fernanda de M. F. Particelli
Light Serviços de
Eletricidade S.A.
Av. Mal. Floriano, 168
Bloco A1 - 1º andar
Centro - Rio de Janeiro
CEP 20080-002

Nélson Peres
Centro de Estudos e
Pesq. da Faculdade de
Engª da UERJ - CEFEN
Bld. 28 de Setembro, 44
Sala 605
V. Isabel - Rio de Janeiro
CEP 20550-030

Abstract: Power utilities companies have an important role in the penetration of electric vehicles in the market. This paper focuses a research on transport efficiency. Specifically the text deals with the development of a charge station prototype in order to simulate these installations and to study the introduction of new standards. *Copyright © 2011 CBEE/ABEE*

Keywords: Efficient Transport, Charging Station, Electric Vehicle, Power Quality, Smart Grid, Measuring System, Telemetry.

Resumo: As empresas concessionárias de energia têm um papel importante na penetração dos veículos elétricos no mercado. Este artigo focaliza uma pesquisa sobre a eficiência dos transportes. Especificamente, o texto aborda o desenvolvimento de um protótipo de estação de carga para simular essas instalações e estudar a introdução de novas normas.

Palavras Chaves: Transporte Eficiente, Eletroposto, Veículos Elétricos, Qualidade da Energia, Redes Inteligentes, Medição, Telemedição.

1 INTRODUÇÃO

Estimulado pela questão ambiental, diante do apelo mundial para redução das emissões de dióxido de carbono, componente intrinsecamente relacionado às mudanças climáticas, e também por transportes mais eficientes, prevê-se para as próximas décadas uma revolução no cenário dos meios de transporte.

Um agente desta transformação, certamente, será o veículo elétrico. Hoje o transporte é essencialmente calcado em veículos com motores de combustão interna, principalmente aqueles que utilizam combustíveis de origem fóssil derivados do petróleo.

A migração dos veículos convencionais para os veículos elétricos, notoriamente mais eficientes, se dará de forma progressiva, exigindo uma mudança de paradigma (PHILIPON, 2010).

Atenta a esta conjuntura e aos novos rumos da tração elétrica, a LIGHT em parceria com o Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular e Fontes Eletroquímicas – LSPV, da UERJ, está empenhada no desenvolvimento do projeto ANEEL de P&D

“Metodologia de Planejamento e Análise para a Implantação de Veículos Elétricos em Atividade de Transporte”.

Este projeto tem como foco principal:

- Modelar e inserir a tecnologia veicular elétrica na frota da LIGHT e também na de seus clientes.
- Desenvolver métodos para avaliação do mercado de veículos elétricos.
- Realizar concepções de design e padrões técnicos para postos de recarga, incluindo a construção de um protótipo para ser submetido a uma programação de testes de recarga de bateria e comunicação veículo-empresa e usuário-empresa.
- Pesquisar a utilização de diferentes tipos de veículos elétricos na avaliação dos resultados.
- Desenvolver soluções técnicas para instalação prediais, permitindo a identificação do usuário e o faturamento da recarga de baterias em casas, edifícios e áreas comerciais.
- Avaliar a integração dos veículos elétricos às redes inteligentes (“Smart Grids”), suas aplicações e novos padrões na melhoria da qualidade do fornecimento de energia.

O presente trabalho pretende abordar os aspectos relacionados à especificação técnica dos componentes do eletroposto a ser implantado nas dependências da LIGHT, bem como promover a discussão em torno dos desafios de desenvolvimento deste tipo de instalação.

2 CONCEPÇÃO

A concepção do eletroposto objetiva dotar a LIGHT com uma instalação pioneira para recarga de um veículo leve rodoviário de quatro rodas, um veículo de pequeno porte não rodoviário de quatro rodas e uma motoneta ou bicicleta, visando atender as necessidades de pesquisa do projeto (PECORELLI PERES, 2009).

No âmbito do projeto foi adquirido um veículo Palio Weekend Elétrico, fornecido pela empresa Itaipu Binacional, que será utilizado para os ensaios em trajetos típicos e de recarga.

Preende-se futuramente utilizar o eletroposto para realização de testes com diferentes sistemas de medição de faturamento, visando avaliar a adequação dos mesmos às aplicações comerciais.

3 DESIGN E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ELETROPOSTO

3.1 Design do Eletroposto

Para avaliação do design a ser adotado para o eletroposto da LIGHT foi realizada inicialmente uma pesquisa em “sites” internacionais sobre o assunto. Após esta fase os layouts de diversas instalações deste tipo puderam ser analisados e estudados. Com base nestas pesquisas foram então concebidas duas alternativas estéticas de design para atender as características funcionais deste tipo de instalação, denominadas “Green Energy” e “Palácio de Cristal” (PERES e PECORELLI PERES, 2010). As figuras 1 e 2 ilustram os designs concebidos para o eletroposto da LIGHT.



Figura 1: Eletroposto - design “Green Energy”



Figura 2: Eletroposto – design “Palácio de Cristal”

As alternativas propõem uma identificação visual para os futuros eletropostos vinculados à LIGHT, bem como para o eletroposto de sua sede, visando a torná-lo não apenas um posto de recarga de veículos elétricos com instrumentos de medição e pesquisa, mas, também, um local de visita agradável, onde poderão ser colocados painéis explicativos e educacionais.

3.2 Características Técnicas do Eletroposto

3.2.1 Local do Eletroposto

Para seleção do local para construção do eletroposto foi necessário que este atendesse aos seguintes requisitos básicos (PECORELLI PERES, 2009):

- Proximidade às instalações elétricas existentes;
- Fácil acesso;
- Visibilidade;
- Facilidade para manobras;
- Arejamento adequado;
- Abrigado do sol e da chuva;
- Piso de resistência mecânica compatível com os pesos dos veículos;
- escoamento adequado para águas pluviais.

3.2.2 Alimentação do Eletroposto

A alimentação do eletroposto é suprida por um circuito trifásico em corrente alternada, a quatro condutores, em esquema de conexão TN-S, ou seja, com condutor neutro distinto do condutor de proteção (PE), em tensão nominal de 380 V, frequência de 60 Hz, admitindo-se uma variação de tensão no ponto de entrada da instalação do eletroposto de $\pm 5\%$ da tensão nominal. A previsão de carga é de 15 kVA e a corrente máxima de carga de 40 A.

3.2.3 Recursos para Implantação do Eletroposto

Foram necessários os seguintes recursos para implantação do eletroposto:

- Registrador trifásico de grandezas elétricas;
- Medidores de monofásicos de energia;
- Termo-higrômetro;
- Transformadores de corrente;
- Disjuntor e disjuntores diferenciais;
- Tomadas padrão industrial, tipo 2P+T;
- Tomadas padrão brasileiro, tipo 2P+T;
- Interruptores;
- Quadro de distribuição;
- Condutores, eletrodutos, terminais, abraçadeiras etc;
- Luminárias e lâmpadas compactas;
- Extintor de incêndio.

3.2.4 Diagrama Elétrico da Instalação do Eletroposto

A Figura 3 a seguir apresenta o diagrama elétrico unifilar da instalação proposta para o eletroposto da Light. Neste diagrama pode-se observar os medidores de faturamento e o registrador de grandezas elétricas, bem como os dispositivos de proteção e os transformadores de corrente.

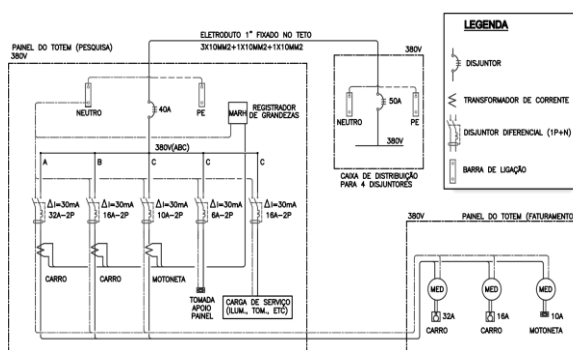


Figura 3. Diagrama unifilar da instalação do eletroposto

4 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

A elaboração das especificações técnicas do eletroposto (LELLIS PEÇANHA; PECORELLI PERES; MARTINS, 2009), foi objeto de análise e estudos prévios de diversas instalações e seguem as prescrições da NBR 5410.

4.1 Equipamentos de Medição e de Transdução de Sinais

4.1.1 Registrador de Grandezas Elétricas

O registrador de grandezas elétricas selecionado foi um equipamento digital para instalação em painel, trifásico, programável, com capacidade para registrar as seguintes grandezas:

- Tensões fase e de linha;

- Correntes de linha;
- Potências: ativa, reativa e aparente por fase e total;
- Fator de potência verdadeiro e de deslocamento por fase e total;
- Fator de desequilíbrio de acordo com as normas IEC e NEMA;
- Distorção harmônica total de tensão e de corrente;
- Frequência da rede;
- Energia ativa e reativa por fase e total;
- Demandas.

A programação do equipamento pode ser efetuada via teclado/display ou através de comunicação por porta serial via software dedicado através da utilização de PC ou laptop. É possível também a comunicação à distância via uma linha telefônica utilizando um "modem". Os dados medidos são registrados em memória do tipo RAM e, posteriormente, são obtidos através da porta serial.

4.1.2 Medidores de Energia

Os medidores de energia a serem instalados para medição de consumo durante o processo de recarga de um veículo de quatro rodas e de uma motoneta ou bicicleta, possuem as seguintes características:

- Tensão nominal: 220 V;
- Correntes nominais: 5 e 15 A;
- Correntes máximas: 40 e 80 A;
- Classe de exatidão: 1%.

4.1.3 Termo-higrômetro

O instrumento mede temperatura, umidade e horário, além de registrar os valores máximos e mínimos da temperatura e da umidade durante o período de medição.

4.1.4 Transformadores de Corrente

Os transformadores de corrente destinam-se ao condicionamento dos sinais de corrente às entradas do registrador de grandezas elétricas, considerando que a corrente direta máxima admissível é de 10 A.

A corrente de carga dos veículos de quatro rodas é estimada em 20 A e 32 A, havendo necessidade de redução dessa corrente para as entradas no registrador grandezas elétricas.

Para corrente de carga da motoneta ou da bicicleta não há necessidade de TC, pois a corrente de alimentação máxima é estimada em 5 A. No entanto, por questões de segurança para o equipamento de medição optou-se pela utilização do mesmo.

As características técnicas dos TC_(S) são:

- Correntes primárias: 40-25-10 A;
- Corrente secundária: 5 A;
- Classe de exatidão: 0,6%;
- Carga nominal: 5 VA.

4.2 Materiais Elétricos

4.2.1 Dispositivos de Proteção

Foram especificados os seguintes disjuntores:

- Disjuntor tripolar, corrente nominal de 40 A;
- Disjuntor diferencial bipolar, corrente nominal de 32 A, corrente residual de 30 mA;
- Disjuntor diferencial bipolar, corrente nominal de 16 A, corrente residual de 30 mA;
- Disjuntor diferencial bipolar, corrente nominal de 10 A, corrente residual de 30 mA;
- Disjuntor diferencial bipolar, corrente nominal de 6 A, corrente residual de 30 mA.

4.2.2 Tomadas Padrão Industrial

Foram especificadas as seguintes tomadas para os veículos de quatro rodas:

- Tomada industrial de embutir, tipo 2P+T, tensão nominal de 200-250 V, corrente nominal de 32 A, grau de proteção IP 44;
- Tomada industrial de embutir, tipo 2P+T, tensão nominal de 200-250 V, corrente nominal de 16 A, grau de proteção IP 44.

4.2.3 Tomada Padrão Brasileiro

Para o veículo de duas rodas e para os serviços auxiliares foram especificadas tomadas do tipo 2P+T, tensão de 250 V, corrente de 10 A, grau de proteção IP 44.

4.2.4 Interruptores

Foram especificados interruptores do tipo simples, tensão nominal de 250 V e corrente nominal de 10 A.

4.2.5 Condutores

Os condutores especificados foram do tipo flexível, isolado, fios de cobre nu, têmpera mole, encordoamento classe 5, com isolamento de PVC (70°C), auto-extinguível, tensão de trabalho até 750V, de seções de 10 mm² e 4 mm², respectivamente, para a entrada de alimentação e para o resto da instalação.

4.2.6 Eletrodutos e Acessórios

Os eletrodutos e as conexões utilizados no eletroposto foram de aço galvanizado.

As buchas e arruelas utilizadas para fixação das extremidades dos eletrodutos nas caixas, bem como condutores e acessórios, foram de alumínio.

4.2.7 Luminárias e Lâmpadas

As luminárias para lâmpadas compactas foram para uso em ambiente externo, pois devem suportar a influência de agentes agressivos, tais como: umidade, poeira e temperatura.

As lâmpadas foram do tipo compacta de 23 W de potência e tensão de 220-240 V.

4.3 Aspectos de Segurança Relacionados ao Eletroposto

4.3.1 Instalação Elétrica

A proteção dos circuitos de tomadas de recarga, tomada de apoio e serviços auxiliares (iluminação etc.) é realizada através de disjuntores diferenciais bipolares que, além da função de proteção contra sobrecorrente, asseguram a correta proteção contra corrente de fuga à terra, devido falha de isolamento, evitando danos maiores à instalação elétrica e à vida de seus usuários.

A montante dos circuitos supracitados, optou-se por instalar uma proteção de retaguarda contra sobrecorrente através de disjuntor termomagnético tripolar para cobertura de eventuais falhas das proteções dos circuitos.

4.3.2 Proteção Contra Incêndio

O eletroposto é equipado com um extintor de incêndio especificado para fogo classe ABC ou C e com capacidade de extinção apropriada para uma carga de incêndio de baixo risco.

4.3.3 Emissão de Gases

Para contornar possíveis emissões de gases durante o processo de recarga da bateria do veículo elétrico optou-se por instalar o eletroposto da Light em área com arejamento adequado.

No caso do veículo Palio Weekend Elétrico, dada a tecnologia utilizada pela bateria deste veículo, pode-se garantir a isenção de emissão de gases durante a recarga.

Por outro lado, considerando a diversidade de tipos e tecnologias empregadas pelos veículos elétricos é indispensável seguir as instruções dos respectivos fabricantes. Vale lembrar que os veículos não rodoviários, isto é, utilitários para áreas restritas, tais como empilhadeiras, scooters, patinetes, veículos para cadeirantes etc. utilizam baterias chumbo-ácidas que requerem, em geral, ambiente ventilado, mesmo que seladas, para maior segurança.

5 ENSAIOS

Após a implantação do eletroposto prevê-se a realização de ensaios de trajeto e de recarga com o veículo Palio Weekend Elétrico.

Os ensaios de trajeto visam avaliar o comportamento do veículo ao longo de trajetos pré-definidos. Nestes ensaios é utilizado um instrumento de análise de desempenho de última geração, capaz de registrar parâmetros como velocidade, aceleração, distância percorrida, além dos parâmetros obtidos por leitura

direta do painel do veículo como corrente, tensão, temperatura e estado de carga da bateria.

Nos ensaios de trajeto simula-se também a variação do peso transportado através da quantidade de ocupantes do veículo. Esta simulação visa avaliar a energia consumida e o tempo de recarga em função do peso transportado.

Os ensaios de recarga serão realizados no Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular e Fontes Eletroquímicas – LSPV, da UERJ, imediatamente após a realização do ensaio de trajeto. Estes ensaios visam avaliar principalmente o tempo de recarga para as condições consideradas e simuladas no ensaio de trajeto. O ensaio de recarga consta da medição e registro da tensão de alimentação, corrente de carga, potências: ativa, reativa e aparente, fator de potência, distorção harmônica total de tensão e de corrente, componentes harmônicas individuais e do consumo de energia (LELLIS PEÇANHA; PECORELLI PERES; BARRETO et al., 2007). Ao longo deste ensaio são anotadas as informações obtidas do painel do veículo, ou seja, estado de carga, temperatura e corrente da bateria. São registradas também a temperatura ambiente e a unidade relativa do ar.

6 CONCLUSÕES

Entre os desafios principais que os grandes centros urbanos vêm enfrentando referem-se à concentração crescente de veículos com consequências perniciosas para as emissões atmosféricas e para a mobilidade rodoviária.

O permanente crescimento demográfico destas áreas e a urbanização desmedida juntam-se à intensificação do uso de combustíveis fósseis com impactos sobre os ecossistemas locais e regionais. O transporte de pessoas e de mercadorias exercem um papel importante a desempenhar nesta problemática, exigindo uma mudança de paradigma. Neste sentido, o carro, o ônibus, o triciclo, a motoneta e a bicicleta de tração elétrica surgem como agentes viáveis desta transformação, propiciando o desenvolvimento de novas tecnologias veiculares e das infraestruturas correlatas. Para isto, considera-se de importância fundamental os estudos e pesquisas relacionados com a infraestrutura do sistema de recarga de baterias dos veículos elétricos. De fato, as projeções realizadas no escopo deste projeto prevêem nos próximos dez anos uma crescente e gradativa penetração destes veículos na região metropolitana do Rio de Janeiro podendo, no cenário otimista, alcançar um consumo da ordem de 815.000 MWh (PESSANHA e PECORELLI PERES, 2010). Assim, o referido projeto retrata uma experiência pioneira no que tange à utilização de veículos elétricos em frotas de empresas concessionárias de energia elétrica.

A construção do eletroposto visa atender as necessidades atuais do projeto, bem como as futuras perspectivas envolvendo o assunto em questão.

Dentre estas perspectivas está a possibilidade de agregação de novos veículos elétricos à frota da empresa, tornando o eletroposto um elemento fundamental para o desenvolvimento da tecnologia de recarga de veículos elétricos.

Num futuro próximo pretende-se utilizar o eletroposto para promover pesquisa com sistema de medição de energia a partir de teleprocessamento, integrado ao setor de faturamento da Light, visando avaliar as tecnologias disponíveis no mercado, com vistas a utilização do mesmo em aplicações comerciais.

7 REFERÊNCIAS

- LELLIS PEÇANHA, M. P.; PECORELLI PERES, L. A. e MARTINS, D. V. (2009). Nota Técnica 3E2.2009 – Especificações para Eletroposto, Equipamentos de Medição, Materiais Elétricos e Conexões. CEFEN/UERJ. Rio de Janeiro.
- LELLIS PEÇANHA, M. P.; PECORELLI PERES, L. A.; BARRETO, A. et al. (2007). Experiência de Recarga de Moto Elétrica Através de Rede Elétrica Local e de Célula Fotovoltaica - Análise Comparativa Sob o Ponto de Vista de Geração de Harmônicos. VE 2007. **5º Seminário e Exposição de Veículos Elétricos a Bateria, Híbridos e de Célula Combustível**. Rio de Janeiro
- PECORELLI PERES, L. A. (2009). Nota Técnica 1E2.2009 – Características Técnicas Básicas para Recarga de Veículo Elétrico Leve Rodoviário de Quatro Rodas. CEFEN/UERJ. Rio de Janeiro.
- PERES, NELSON F. e PECORELLI PERES, L. A. (2010). Nota Técnica 4E5.2010 – Estudo de Design e Layout de Eletropostos: Proposições para a Light. CEFEN/UERJ. Rio de Janeiro.
- PESSANHA, JOSÉ FRANCISCO M. e PECORELLI PERES, L. A. (2010). - N. T. 5E5.2010 - Cenários do Mercado do Veículo Elétrico no Município do Rio de Janeiro e Estratégias para a sua Penetração. CEFEN/UERJ. Rio de Janeiro.
- PHILIPON, P. (2010). **O Futuro da Mobilidade – Rumo a uma Mobilidade Rodoviária Sustentável**. Michelin Challenge Bibendum. Paris.