

XVI Congresso Brasileiro de Energia  
Otimização da Produção e do Uso da Energia

Rio de Janeiro, 20 a 22 de outubro de 2015

Centro de Convenções da FIRJAN

Desenvolvimento e Instalação de Painéis de Recarga Inteligentes para  
Veículos Elétricos no Contexto da Cidade Inteligente Búzios

Luiz Artur Pecorelli Peres                      Marcos Lellis Pacífico Peçanha  
Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular e Fontes Eletroquímicas - LSPV  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

Juliano Freitas Caldeira  
Laboratório de Eletrônica de Potência e Média Tensão - LEMT  
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

# ***Desenvolvimento e Instalação de Painéis de Recarga Inteligentes para Veículos Elétricos no Contexto da Cidade Inteligente Búzios***

## ***Perspectivas Visualizadas***

**Luiz Artur Pecorelli Peres<sup>1</sup>**

**Marcus Lellis Pacífico Peçanha<sup>2</sup>**

**Juliano Freitas Caldeira<sup>3</sup>**

**Resumo:** O Projeto de P&D “Cidade Inteligente Búzios”, uma iniciativa da Ampla Energia e Serviços S.A., prevê a implantação de uma infraestrutura de abastecimento para veículos elétricos na cidade de Armação dos Búzios, no Estado do Rio de Janeiro. O presente artigo tem por objetivos apresentar as diretrizes que nortearam a localização da rede de abastecimento e detalhar o desenvolvimento do projeto dos painéis de recarga para carros elétricos e bicicletas elétricas, nos quais foram inseridos de forma inovadora medidores de grandezas elétricas, especialmente adaptados para esta finalidade. No que tange ao projeto dos painéis de recarga são abordados aspectos relativos à sua concepção, aos critérios de seleção, à caracterização do sistema de medição, à montagem e aos testes pré-operacionais dos primeiros painéis de recarga do projeto e que foram instalados no Centro de Monitoramento e Pesquisa – CMP da Ampla em Búzios. As conclusões asseveram diversas possibilidades deste empreendimento, bem como das melhorias em curso para o registro de dados fundamentais ao desenvolvimento do projeto, visando à gestão de frotas de veículos elétricos e acima de tudo objetivando atender as normas vigentes de instalações elétricas inclusive a segurança dos seus usuários.

**1 - Luiz Artur Pecorelli Peres** - D. Sc. – UERJ - Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular e Fontes Eletroquímicas – LSPV - lapp\_uerj@yahoo.com.br - telefone +55 21 2332-4735 ramal: 244

**2 - Marcus Lellis Pacífico Peçanha** - Pesquisador – UERJ Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular e Fontes Eletroquímicas – LSPV - marcuslellis@yahoo.com.br - telefone +55 21 2332-4735 ramal: 244

**3 - Juliano Freitas Caldeira** - M. Sc.- UFRJ - Laboratório de Eletrônica de Potência e Média Tensão – LEMT julianoc@lemt.ufrj.br – telefone +55 21 3938-8637

## **1.Introdução**

A Ampla Energia e Serviços S.A. a partir de 2011 iniciou a implantação do seu projeto piloto “Smart Grids” na cidade de Armação dos Búzios, no Estado do Rio de Janeiro, escolhida estrategicamente devido ao seu perfil geográfico e ao seu reconhecido potencial turístico, que a projetou no cenário mundial. Esta iniciativa evoluiu e passou a ser denominada “Cidade Inteligente Búzios”, com intuito de incorporar novas tecnologias que promovam o uso da energia de forma sustentável, racional e eficiente, rumo à cidade do futuro. Assim, um dos blocos deste trabalho é constituído pelo “Desenvolvimento de Rede de Abastecimento de Veículos Elétricos para a Cidade Inteligente Búzios“ a cargo do Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular e Fontes Eletroquímicas – LSPV da UERJ no âmbito das pesquisas e desenvolvimentos vinculados à Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. À luz das recomendações contidas na norma ABNT NBR IEC 61851-1: 2013 – Sistemas de Recarga Condutiva para Veículos Elétricos Parte 1: Requisitos Gerais, a Ampla disponibilizou para o projeto, um Palio Weekend Elétrico e dois REVAS i Standard, que se enquadram no modelo de recarga classificado como “Modo de Carga 1”. Em adição a estes carros elétricos, a Ampla adquiriu bicicletas elétricas modelo E Bike S, para diversas experiências e iniciativas, destacando-se a sua utilização pela Prefeitura, através da Guarda Municipal de Búzios e da fiscalização do controle da dengue e também por pousadas através de convênio firmado com a Associação de Hotéis de Búzios – AHB. Neste contexto, destacam-se as atividades inerentes à pesquisa no Centro de Monitoramento e Pesquisa – CMP da empresa nesta cidade onde foram montados dois painéis destinados à recarga simultânea de dois carros elétricos e outro de duas bicicletas elétricas. Estes painéis permitem a coleta de dados dos veículos elétricos para a pesquisa em questão, bem como demonstrar aos visitantes do CMP as medições efetuadas em tempo real, visando avaliar o desempenho dos veículos. O plano desenvolvido da rede de abastecimento contempla ainda a instalação de painéis de recarga adicionais em outras localidades da cidade de Búzios como, por exemplo, centros comerciais, supermercados e Secretaria de Meio Ambiente.

O presente artigo tem por objetivos apresentar as principais diretrizes que nortearam a localização da rede de abastecimento e detalhar o desenvolvimento do projeto dos painéis de recarga para carros e bicicletas elétricas, nos quais foram inseridos de forma inovadora medidores de grandezas elétricas, especialmente adaptados para esta finalidade. Assim, são abordados aspectos relativos à sua concepção, aos critérios de seleção, à caracterização do sistema de medição, à montagem e aos testes pré-operacionais das unidades instaladas no Centro de Monitoramento e Pesquisa – CMP da Ampla, em Búzios. Desta forma, novos aperfeiçoamentos estão descritos e foram submetidos e aprovados pela Rede do Veículo Elétrico do Sistema Brasileiro de Tecnologia - SIBRATEC do Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação - MCTI. Assim está previsto o início de uma segunda fase na qual se busca a inserção deste produto no mercado, visando integrá-lo à gestão de frotas de veículos elétricos.

## **2.Desenvolvimento**

### 2.1. Diretrizes para Localização da Infraestrutura de Recarga

As diretrizes que levaram à definição da localização da infraestrutura de recarga dos veículos elétricos para a cidade de Búzios se basearam nas informações contidas nas seguintes referências:

- Plano Diretor da Cidade de Armação dos Búzios
- Projeto “Cidade Inteligente Búzios” da Ampla (documentações, apresentações)

Segundo o Plano Diretor da Cidade de Armação dos Búzios o município de Búzios é dividido em três macrozonas: Peninsular, Continental e Insular. A macrozona Peninsular é identificada como sendo a região de maior concentração de atividade turística do município, estando ali localizada a maior parte dos hotéis e das pousadas, bem como a grande atração turística de Búzios que são as praias. Em consequência a este perfil ali também se encontra a maioria dos estabelecimentos comerciais e agências bancárias da cidade de Búzios. A própria Sede da Prefeitura e a maioria das Secretarias Municipais se situam nesta macrozona. Coincidentemente o Centro de Monitoramento e Pesquisa – CMP da Ampla se encontra localizado na macrozona Peninsular, bem como as redes distribuição em média tensão responsáveis pelo fornecimento de energia a esta região e que são supervisionadas pelo CMP. Considerando os fatos acima mencionados, julgou-se relevante para a visibilidade do projeto que os postos de recarga deveriam estar localizados em pontos estratégicos pertencentes à macrozona Peninsular. A figura 1 apresenta o mapa da macrozona Peninsular destacando-se os locais sugeridos para instalação da infraestrutura de recarga da cidade de Búzios. Na referida figura o CMP é identificado pelo marcador 01 nas cores azul e amarela, informando a existência de painel tanto para bicicletas como para carros. As pousadas são identificadas pelos marcadores 02 a 08 na cor azul, informado a existência de painel para bicicletas. Nos marcadores de cor verde estão localizados os pontos de apoio para estacionamento de bicicletas não havendo painel de recarga. Destacam-se ainda no referido mapa os pontos identificados como 13 e 14, que correspondem à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Pesca e à Agência Comercial da Ampla em Búzios, sendo proposto para estes locais a instalação de painel de recarga para carros elétricos. A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Pesca foi indicada em função da parceria com a Ampla no projeto “Consciência EcoAmpla” de Búzios, que tem por objetivo incentivar a prática da reciclagem através da troca de resíduos por bônus na conta de luz, sendo um local interessante para instalação de postos de recarga.

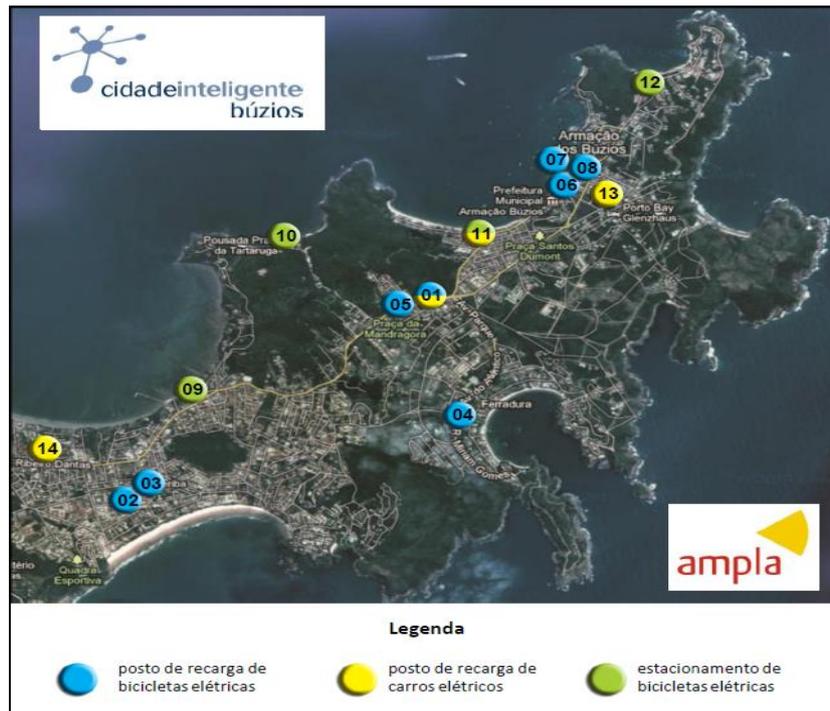


Figura 1. Infraestrutura de recarga de veículos elétricos do projeto

## 2.2. Concepção das Estruturas de Recarga

As estruturas de recarga em Búzios foram concebidas de forma a atender as necessidades de abastecimento dos veículos elétricos disponibilizados para o projeto e de coleta de dados de recarga para desenvolvimento do trabalho de pesquisa. Para isto foram idealizados quatro modelos de estrutura de recarga, sendo dois modelos para atender de forma prioritária as atividades voltadas à pesquisa e outros dois modelos, de concepção modular, visando atender tanto as atividades de pesquisa como aquelas inerentes ao público em geral da cidade de Búzios. As estruturas de recarga destinadas à pesquisa foram instaladas no CMP e são compostas, como já mencionadas, por um painel para carros elétricos e outro para bicicletas elétricas, ambos possuindo duas entradas para recargas simultâneas. Os outros dois modelos de painéis foram concebidos para serem instalados em pontos estratégicos localizados na área de supervisão abrangida pelo CMP, sendo um painel para carros elétricos, com uma única entrada para recarga e outro para bicicletas elétricas com três entradas para recargas simultâneas. Ressalta-se que estes modelos de estrutura de recarga deverão estar equipados com medidores de grandezas elétricas, de forma a possibilitar a transmissão de dados em tempo real para o desenvolvimento das atividades planejadas no âmbito da pesquisa.

## 2.3. Critérios para Seleção dos Painéis de Recarga

A partir das informações obtidas através da análise de catálogos técnicos de fabricantes nacionais e internacionais deste tipo equipamento foram identificados os modelos e fabricantes de painéis que pudessem atender as estruturas de recarga preconcebidas. Para análise das propostas técnicas considerou-se os seguintes critérios de avaliação:

- Qualidade dos componentes
- Facilidade de montagem
- Facilidade de operacionalidade
- Segurança na utilização
- Atendimento às normas vigentes
- Disponibilidade de espaço para inserção de medidor de grandezas elétricas
- Grau de proteção dos componentes
- Disponibilidade de reposição de componentes
- Custo do painel completo e de seus componentes individuais
- Prazo de entrega

Com base nestes critérios foi selecionada a proposta do fabricante SCAME que se destacou pela segurança das conexões das tomadas que utilizam sistema de intertravamento mecânico evitando, assim, o contato com partes energizadas durante as operações de conexão e desconexão do cabo de recarga do veículo. No caso dos painéis para recarga das bicicletas elétricas julgou-se imprescindível o emprego de tomadas no padrão brasileiro, visando conformidade às normas brasileiras. Também neste caso o referido fabricante atendeu aos requisitos solicitados. Outro ponto relevante relacionado à segurança operacional dos painéis é o grau de proteção dos invólucros, neste caso IP 66, possibilitando o uso ao tempo, protegidos totalmente contra poeira e contra projeções de água similares as ondas do mar. Cabe ressaltar que os componentes dos painéis fornecidos pela SCAME são projetados para resistirem a uma série de agentes químicos e atmosféricos, com destaque, principalmente, a questão da corrosão de metais devido à ação da salinidade, característica esta predominante nas localidades litorâneas. A Tabela 1 apresenta um resumo das principais características técnicas dos painéis de recarga acima mencionados em função do local de instalação e do tipo de painel.

Tabela 1. Características técnicas dos painéis de recarga

Painel Local/Tipo	Tomada					Painel	
	Tipo de Aplicação	Nº de Polos	Tensão de Trabalho	Corrente Nominal	Intertravamento Mecânico	Módulos DIN	Modo de Fixação
CMP/ Carros	Industrial	2P+T	200-250 V	16 A	sim	16	Sobrepor
CMP/ Bicicletas	Doméstica	1P+N+T	250 V	10 A	-	12	Sobrepor
Outros Pontos/Carros	Industrial	2P+T	200-250 V	16 A	sim	08	Sobrepor
Outros Pontos/Bicicletas	Doméstica	1P+N+T	250 V	10 A	-	16	Sobrepor

#### 2.4. Caracterização do Sistema de Medição para os Painéis de Recarga

Por ocasião do início do projeto a Ampla solicitou ao Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular e Fontes Eletroquímicas – LSPV da UERJ para uma avaliação da “tomada inteligente” “Powersave”, no sentido de verificar a possibilidade de utilizá-la no processo de recarga dos veículos elétricos do projeto. Após análise de suas características técnicas constatou-se que se tratava de uma tomada para alimentação de equipamentos de uso geral, especificada para uma tensão de entrada na faixa entre 100 e 240 V, possuindo ainda duas entradas independentes de corrente, uma em padrão brasileiro de 10 A e outra via conectores tipo borne para 50 A, dispondo de um medidor de grandezas elétricas integrado à mesma. O processo de comunicação com o medidor realiza-se através do programa “Powersoft”, responsável pela configuração e pela geração de planilha em

formato “Excel” contendo os registros de medição, permitindo ainda a visualização on-line dos valores das grandezas monitoradas. A figura 2 apresenta uma foto da “tomada inteligente” acima mencionada durante a realização de testes no LSPV.



Figura 2. Tomada inteligente Powersave durante testes no LSPV

Considerando que as características de alimentação da “tomada inteligente” atendiam às necessidades previstas no projeto, foram iniciadas negociações com a POWERSAVE no sentido de adequá-la à utilização nos painéis de recarga fornecidos pela SCAME. Foi assim desenvolvido um protótipo de medidor monofásico para fixação em trilho DIN, substituindo-se a entrada da tomada padrão brasileiro por conexões via bornes e mantendo-se a entrada de 50 A como no projeto original. As figuras 3A e 3B apresentam, respectivamente, fotos das vistas frontal e traseira do protótipo do medidor monofásico “Powersave” para uso nos painéis de recarga.



Figuras 3A e 3B. Vistas frontal e traseira do protótipo do medidor Powersave

As características técnicas do medidor “Powersave” são relacionadas a seguir:

- Tensão de entrada: 100 a 240 V
- Corrente de carga máxima: 10 A ou 50 A
- Frequência da rede: 60 Hz
- Grandezas médias registradas: tensão, corrente, frequência, potência aparente e ativa, fator de potência e consumo de energia.
- Grandezas adicionais registradas dentro do intervalo de integralização: potência ativa máxima e mínima calculadas em uma janela de 1 s

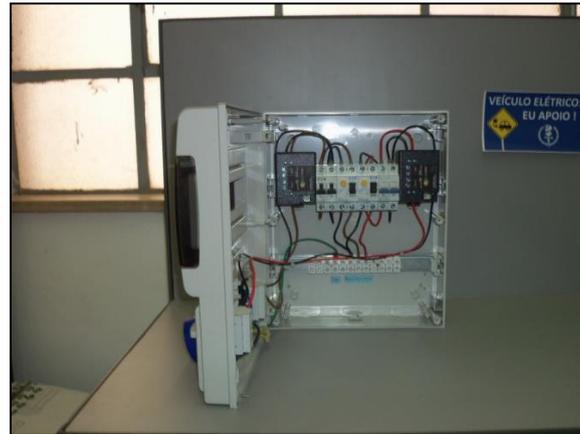
- Exatidão:  $\leq 2\%$
- Frequência de amostragem dos sinais: 4,096 kHz (1s)
- Resolução: 16 bits
- Memória de massa: 2 MB
- Intervalo de integralização: selecionável entre 5 e 15 min
- Tempo de registro: 227dias@5min ou 682dias@15min
- Modo de operação: cíclico ou por preenchimento
- Comunicação local via porta USB
- Software de configuração compatível com sistema operacional Windows

## 2.5. Montagem dos Painéis de Recarga do CMP

Os painéis adquiridos pela Ampla para instalação no CMP foram encaminhados ao LSPV da UERJ para revisão e inserção dos medidores “Powersave”. Após o recebimento dos painéis foi verificada a necessidade de alterações nas conexões inicialmente executadas pela SCAME, de forma a inserir os medidores fornecidos pela POWERSAVE nos referidos painéis. Foram realizados também ajustes no suporte de fixação para trilho DIN dos medidores, de forma a possibilitar o acesso adequado da porta USB através da porta basculante dos referidos painéis.

Ressalta-se que no painel das bicicletas foi necessário proceder a alteração do esquema de proteção a corrente diferencial-residual, anteriormente individualizado por tomada, para um esquema a montante englobando as duas tomadas, tendo em vista à necessidade de liberação de espaço no trilho DIN para acomodação de dois medidores “Powersave”. Em ambos os painéis foi acrescentado um trilho DIN para fixação de uma régua de bornes, que serve de ponto de apoio para as conexões entre a alimentação externa e os componentes do painel.

As fotos com as vistas frontal e interna dos painéis de recarga são apresentadas nas figuras 4A e 4B, para o painel dos carros elétricos, e nas figuras 5A e 5B, para o painel das bicicletas elétricas. Nestas fotos podem ser observadas na parte frontal as tomadas para conexão dos cabos de recarga e internamente a disposição dos dispositivos de proteção, dos medidores “Powersave”, da régua de bornes e das conexões entre os componentes.



Figuras 4A e 4B. Vistas frontal e interna do painel de recarga dos carros elétricos



Figuras 5A e 5B. Vistas frontal e interna do painel de recarga das bicicletas elétricas

## 2.6. Testes Pré-operacionais dos Painéis de Recarga

Após a finalização da montagem dos painéis foram executados testes pré-operacionais, com o intuito de se verificar o desempenho dos painéis e de seus componentes, antes da instalação definitiva no CMP. Estes testes tiveram como objetivo checar a continuidade das conexões, verificar a atuação dos dispositivos de proteção quanto à corrente diferencial-residual e o funcionamento dos medidores “Powersave” durante o procedimento de recarga.

### 2.6.1. Teste de Continuidade das Conexões

Estes testes visaram garantir a perfeita conexão entre os componentes do painel. Para sua verificação procedeu-se inicialmente uma inspeção visual e mecânica das conexões seguida de uma medição da continuidade entre os pontos de ligação dos componentes através da utilização de um multímetro.

### 2.6.2. Teste de Verificação da Atuação dos Dispositivos de Proteção Diferencial-Residual

Para verificação da atuação dos dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual foi adotado o Método de Ensaio 2, sugerido no Anexo H da norma NBR 5410:2004, 2ª edição, versão corrigida 2008, conforme a Figura 6 a seguir:

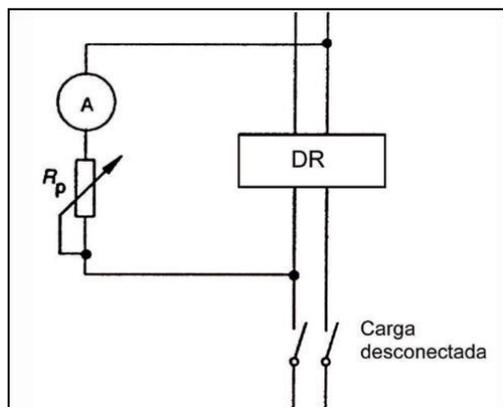


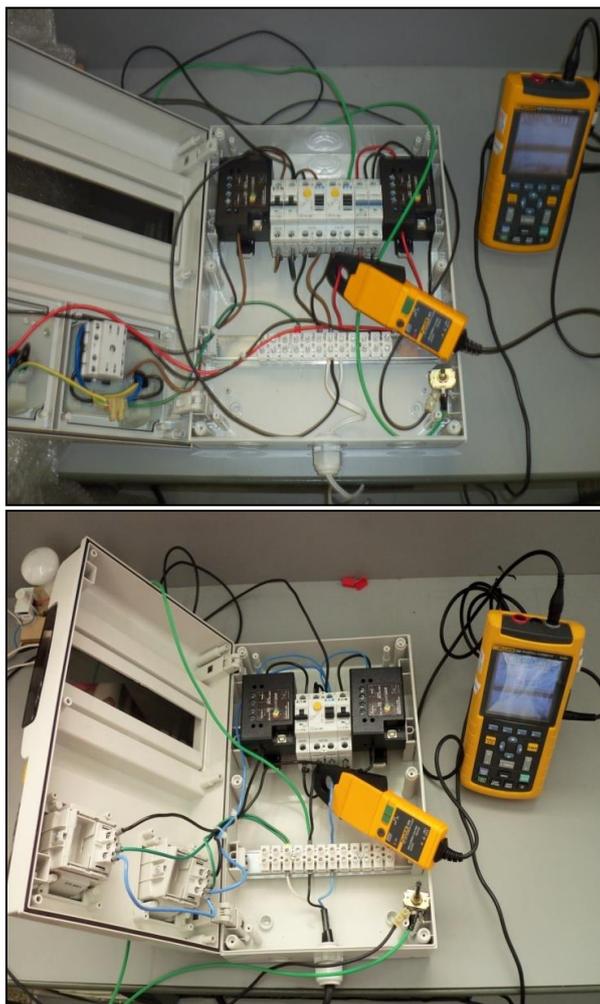
Figura 6. Esquema para ensaio de verificação da atuação do DR<sub>(S)</sub>

Para realização deste ensaio foram utilizados os seguintes recursos:

- Scopemeter FLUKE, modelo 125/S
- Garra de corrente CA/CC FLUKE, modelo i30S: faixa de 5 mA - 30 A, resolução de 0,1 mA;
- Volt-amperímetro alicate MINIPA, modelo ET- 3880;
- Potenciômetro: 50 kΩ.

O interruptor DR testado foi o modelo mRCM 25/2/003A da EATON, bipolar, corrente nominal ( $I_n$ ) de 25 A e corrente residual ( $I_{\Delta n}$ ) de 30 mA. A tensão de teste foi de 220 V (fase-fase) para o painel dos carros e de 127 V (fase-neutro) para o painel das bicicletas. A corrente de disparo ( $I_{\Delta}$ ) medida pelo Scopemeter 125/S ficou em torno de 25 mA para todos DR<sub>(S)</sub> ensaiados. As figuras 7A e 7B apresentam, respectivamente, as fotos do painel dos carros elétricos e do painel das bicicletas elétricas durante o ensaio de

verificação da atuação dos  $DR_{(s)}$ , destacando-se os recursos de medição e o potenciômetro utilizado para ajuste da corrente de disparo.



Figuras 7A e 7B. Painel dos carros e das bicicletas: ensaio de verificação da atuação dos  $DR_{(s)}$

### 2.6.3. Testes de Funcionamento dos Medidores Powersave com os Painéis de Recarga

Em complementação aos testes preliminares de verificação das funcionalidades do protótipo do medidor Powersave foram realizados testes de funcionamento dos mesmos instalados em seus respectivos painéis de recarga.

#### 2.6.3.1. Testes dos Medidores do Painel de Carros Elétricos

Os testes com o painel de recarga dos carros elétricos foram efetuados utilizando-se uma Kombi convertida para tração elétrica em projeto de parceria entre a UERJ e o CEFET-RJ e que se encontra na UNED Maria da Graça desta instituição e que serve de plataforma de ensaios e pesquisas com veículos elétricos. A Figura 8 apresenta fotos do local de teste, destacando-se na foto à esquerda a conexão entre o painel dos carros elétricos e a Kombi e na foto à direita as conexões entre a entrada de alimentação e o painel intermediário de recarga e entre este o painel dos carros elétricos do CMP.



Figura 8. CEFET Maria da Graça: testes do painel dos carros elétricos

A título de exemplo, a Tabela 2 apresenta a planilha gerada pelo programa com os resultados de medição de um dos equipamentos Powersave instalado no painel dos carros elétricos do CMP contendo os valores de consumo de energia, potência média, valores máximo e mínimo de potência ativa, tensão de alimentação e corrente de carga, registrados em intervalos de integralização de 5 minutos, durante um período de medição de 1h26min45s. Na última linha da tabela pode-se observar o valor acumulado de consumo de energia de 0,632385 kWh, que é referente ao período de medição mencionado.

Tabela 2. Resultados da medição do painel dos carros elétricos

Firm V PS_2.081_BIOP5 Soft V 2.0.0.6		Powersave		Data Criação: 02/04/2014 14:07	Valor kWh: R\$ 0,38359			
				ID Medidor: Teste Kombi				
Valores da Medição								
Tipo	Data	Hora	kWh	Potência Média (W)	Potência Máx (W)	Potência Min (W)	Vrms (V)	Irms (A)
POWERON	03/10/2013	12:03:15	0	0,000000	0,00	0,00	0,00	0,00
LOG	03/10/2013	12:05:00	0,020913	369,207000	697,30	369,21	93,17	3,97
LOG	03/10/2013	12:10:00	0,049582	594,985000	653,62	546,32	212,10	6,78
LOG	03/10/2013	12:15:00	0,04222	506,641000	530,09	486,61	211,70	5,93
LOG	03/10/2013	12:20:00	0,039037	468,446000	479,28	459,18	211,50	5,54
LOG	03/10/2013	12:25:00	0,037509	450,112000	455,72	445,47	211,78	5,36
LOG	03/10/2013	12:30:00	0,036631	439,565000	442,99	436,58	212,25	5,26
LOG	03/10/2013	12:35:00	0,036025	432,298000	435,13	430,20	212,47	5,19
LOG	03/10/2013	12:40:00	0,035562	426,749000	429,25	424,43	212,44	5,14
LOG	03/10/2013	12:45:00	0,035196	422,355000	423,80	420,23	213,08	5,10
LOG	03/10/2013	12:50:00	0,034781	417,368000	419,00	415,58	212,74	5,05
LOG	03/10/2013	12:55:00	0,034412	412,950000	414,91	411,32	213,14	5,01
LOG	03/10/2013	13:00:00	0,034054	408,651000	410,32	406,65	213,49	4,97
LOG	03/10/2013	13:05:00	0,033674	404,090000	405,82	402,35	213,02	4,92
LOG	03/10/2013	13:10:00	0,033286	399,434000	401,60	397,69	212,29	4,86
LOG	03/10/2013	13:15:00	0,032924	395,089000	397,17	393,07	211,94	4,81
LOG	03/10/2013	13:20:00	0,032584	390,998000	392,46	389,41	212,07	4,77
LOG	03/10/2013	13:25:00	0,032199	386,395000	388,22	384,23	211,73	4,72
LOG	03/10/2013	13:30:00	0,031795	381,541000	383,31	379,48	211,69	4,67
SUPER_INTERVAL	03/10/2013	13:35:00	0	0,000000	0,00	0,00	0,00	0,00
ACUMULADO >>	03/10/2013	13:35:00	0,632385	0,000000	0,00	0,00	0,00	0,00

### 2.6.3.2. Testes dos Medidores do Painel das Bicicletas Elétricas

Os testes com o painel de recarga das bicicletas elétricas foram efetuados nas dependências do Centro de Monitoramento e Pesquisa da Ampla em Búzios, sendo utilizada duas bicicletas elétricas modelo E.Bike-S em recarga simultânea. A figura 9 destaca a foto do painel de recarga das bicicletas sendo submetido a testes no CMP.



Figuras 9. CMP: testes do painel das bicicletas elétricas

A título de exemplo, a Tabela 3 apresenta a planilha gerada pelo programa com os resultados de medição de um dos equipamentos “Powersave” instalado no painel das bicicletas elétricas do CMP contendo os valores de consumo de energia, potência média, valores máximo e mínimo de potência ativa, tensão de alimentação e corrente de carga, registrados em intervalos de integralização de 5 minutos, durante um período de medição de 1h30min. Na última linha da tabela pode-se observar o valor acumulado de consumo de energia de 0,127708 kWh, que é referente ao período de medição mencionado.

Tabela 3. Resultados da medição do painel das bicicletas elétricas

Firm V PS_2.081_BIOP5 Soft V 2.0.0.6				Data Criação: 04/04/2014 16:46 ID Medidor: Teste tomada1		Valor kWh: R\$ 0,38359		
Valores da Medição								
Tipo	Data	Hora	kWh	Potência Média (W)	Potência Máx (W)	Potência Min (W)	Vrms (V)	Irms (A)
POWERON	04/04/2014	15:06:41	0	0,000000	0,00	0,00	0,00	0,00
LOG	04/04/2014	15:10:00	0	0,000000	0,00	0,00	129,78	0,00
LOG	04/04/2014	15:15:00	0	0,000000	0,00	0,00	130,52	0,00
LOG	04/04/2014	15:20:00	0,005791	69,487000	93,20	0,00	130,49	0,88
LOG	04/04/2014	15:25:00	0,007764	93,167000	93,24	93,10	130,44	1,18
LOG	04/04/2014	15:30:00	0,007776	93,313000	93,35	93,27	130,53	1,19
LOG	04/04/2014	15:35:00	0,00686	82,316000	93,35	56,63	130,64	1,05
LOG	04/04/2014	15:40:00	0,007793	93,513000	93,58	93,46	130,13	1,20
LOG	04/04/2014	15:45:00	0,007799	93,590000	93,63	93,56	129,18	1,21
LOG	04/04/2014	15:50:00	0,007806	93,666000	93,71	93,62	129,25	1,21
LOG	04/04/2014	15:55:00	0,007819	93,825000	94,08	93,71	129,52	1,22
LOG	04/04/2014	16:00:00	0,007843	94,116000	94,16	94,08	129,81	1,23
LOG	04/04/2014	16:05:00	0,007847	94,168000	94,22	94,10	130,39	1,23
LOG	04/04/2014	16:10:00	0,00785	94,198000	94,27	94,15	130,86	1,22
LOG	04/04/2014	16:15:00	0,007871	94,451000	94,58	94,32	130,72	1,22
LOG	04/04/2014	16:20:00	0,007897	94,759000	94,86	94,66	130,94	1,22
LOG	04/04/2014	16:25:00	0,007934	95,205000	95,42	94,96	130,91	1,23
LOG	04/04/2014	16:30:00	0,007979	95,748000	95,96	95,54	131,00	1,24
LOG	04/04/2014	16:35:00	0,005085	61,024000	96,39	4,62	130,92	0,81
LOG	04/04/2014	16:40:00	0,004342	52,105000	95,73	1,35	130,86	0,70
LOG	04/04/2014	16:45:00	0,003654	43,844000	95,41	0,00	131,09	0,59
ACUMULADO >>	04/04/2014	16:45:00	0,127708	0,000000	0,00	0,00	0,00	0,00

### **3. Conclusões**

Os resultados dos testes realizados com painéis de recarga do CMP asseveram que os mesmos estão aptos para serem utilizados nas atividades de pesquisa planejadas para o projeto.

Muito embora estes painéis tenham sido desenvolvidos para atender as necessidades de recarga dos veículos elétricos disponibilizados para o projeto, foi possível constatar a aplicabilidade e a eficiência do painel dos carros elétricos na recarga de veículos comerciais de última geração. Tal comprovação surgiu oportunamente durante visita técnica às instalações do CMP organizada pela Ampla e ANEEL, quando se pode contar com a presença de carros elétricos “Leaf” da Nissan, possibilitando o abastecimento simultâneo de dois carros com o referido painel de recarga.

O êxito do trabalho desenvolvido permitiu vislumbrar o seu prosseguimento, tendo em vista à aprovação recebida da Rede do Veículo Elétrico na qual se busca a inserção deste produto no mercado, visando integrá-lo à gestão de frotas de veículos elétricos. Pretende-se com esta iniciativa junto à Rede do Veículo Elétrico do SIBRATEC desenvolver um medidor eletrônico trifásico de baixo custo e tamanho reduzido, voltado principalmente para funcionar em painéis de recarga de veículos elétricos, com capacidade de comunicação sem fio e de interoperabilidade com redes inteligentes de energia. A inserção de módulos intercambiáveis agregará tecnologias de comunicação em rede sem fio e um sistema de armazenamento e serviços na nuvem para usuários.

De maneira geral, vislumbra-se que os painéis desenvolvidos possam ter sua aplicação estendida a outros empreendimentos, sejam de iniciativa pública ou privada, tendo em vista às expectativas promissoras do mercado de veículos elétricos.

Os painéis de recarga apresentados neste trabalho se antecipam à necessidade de regulamentações por parte da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, bem como das prefeituras com respeito às instalações de uso público uma vez que as normas brasileiras que tratam deste tema já estão disponíveis. É importante mencionar que a eletrificação do transporte rodoviário que inclui ônibus, motocicletas, carros e até mesmo caminhões é um tema voltado essencialmente para eficiência energética que possibilita economia de combustível considerável. De acordo com o Balanço Energético Nacional 2014 a quantidade de energia destinada ao transporte rodoviário é praticamente a mesma do setor industrial, cerca de 30%. Entretanto, o setor industrial, apesar de consumir mais que o transporte rodoviário, evidentemente emite em termos de dióxido de carbono um terço pelo simples fato que desde o início do século passado vem utilizando a motorização elétrica que é mais eficiente. Neste sentido, os autores deste trabalho consideram que é inexorável esta nova quebra de paradigma nas próximas décadas, isto é, a eletrificação do transporte rodoviário, uma das últimas barreiras a serem transpostas pela eletricidade.

## **Agradecimentos**

Os autores expressam seus agradecimentos à Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e a empresa Ampla Energia e Serviços S.A., em especial aos engenheiros Weules Fernandes Correia, Flávio Rodrigues Soares e Victor Santos Martins Gomes, à SCAME Brasil, em especial ao engenheiro Ricardo Henrique Bacci Ramos, à POWERSAVE desenvolvedora do medidor, ao engenheiro Jorge da Silva Martins pelos serviços prestados na montagem dos painéis dos veículos elétricos e ao engenheiro Jader Monteiro Filho.

## **Referências Bibliográficas**

- ABNT, NBR IEC 61851-1: 2013 – Sistemas de recarga condutiva para veículos elétricos, Parte 1: Requisitos gerais, 1ª ed., Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT, NBR-5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão, 2ª Ed., Rio de Janeiro, 2004.
- AMPLA ENERGIA E SERVIÇOS S.A., “Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária 15 kV”, Diretoria Técnica, Engenharia e Obras.
- CALDEIRA, Juliano Freitas; “Estudo e desenvolvimento de uma plataforma de comunicação sem fio para redes elétricas inteligentes”; Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Elétrica, 2012.
- PEÇANHA, Marcus L. P.; PERES, Nelson; PARTICELLI, Fernanda M. F.; CALDAS, Ana Carolina I. L.; “Concepção e Desenvolvimento de Eletropostos para Empresas de Energia Elétrica”; In: IV Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, Juiz de Fora, MG, 2011.
- PECORELLI PERES, L. A.; PEÇANHA, Marcus L. P.; SERRA, J. V.; PARTICELLI, Fernanda M. F.; CALDAS, Ana Carolina I. L.; “Analysis Of The Use Of Electric Vehicles By Electric Utilities Company Fleet In Brazil”, IEEE Latin America Transactions, 2011, Vol 9: 1032-9.
- PECORELLI PERES, L. A., PESSANHA, J. F. M., PEÇANHA, Marcus L. P., et al., “Test Procedures and Measurements for Recharge Evaluation of Battery Electric Vehicles in Power Concessionaires in Brazil”. In: EVS 24 The 24th International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium et Exhibition, Stavanger, 2009.
- SERRA, J.V.F., “Electric Vehicles – Technology, Policy and Commercial Development”, New York: Earthscan, 2012.