



**XX SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0  
XXX.YY  
22 a 25 Novembro de 2009  
Recife - PE

**GRUPO XIV  
GRUPO DE ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GESTÃO DA TECNOLOGIA, DA INOVAÇÃO E DA  
EDUCAÇÃO - GET**

**PROJETO DE CAPACITAÇÃO LABORATORIAL PARA SUPORTE TECNOLÓGICO À EFICIÊNCIA  
ENERGÉTICA NO BRASIL**

**Emerson Salvador\*  
ELETROBRÁS**

**Marcelo José dos Santos  
ELETROBRÁS**

**Rafael Meirelles David  
ELETROBRÁS**

**Luiz Eduardo Menandro  
ELETROBRÁS**

**Fernando Antônio Lopes  
ELETROBRÁS**

**Carlos B. Campinho de Carvalho  
ZC CONSULTORIA**

**RESUMO**

O Global Environment Facility - GEF doou recursos da ordem de US\$ 12 milhões ao governo brasileiro, para a implementação de uma carteira de projetos relevantes para a área de eficiência energética. Parte desses recursos foram usados para implementar o Projeto de Capacitação Laboratorial, que visa possibilitar uma estrutura tecnológica que permita a avaliação de equipamentos quanto ao consumo de energia elétrica. A realização deste projeto criou as condições para a ampliação das categorias de equipamentos eletroeletrônicos contemplados com o Selo Procel de Economia de Energia, além de possibilitar a implementação da "Lei de Eficiência Energética".

**PALAVRAS-CHAVE**

Capacitação Laboratorial, Eficiência Energética, Ensaio, Equipamentos, Selo Procel.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

O Procel, criado em dezembro de 1985, é um Programa de Governo sob a responsabilidade do Ministério de Minas e Energia - MME, sendo administrado por uma Secretaria Executiva subordinada à Eletrobrás. Seu objetivo é promover a racionalização do consumo de energia elétrica a fim de eliminar desperdícios e reduzir os custos e os investimentos setoriais. O Procel desenvolve diversas atividades visando fomentar o uso eficiente de energia elétrica, atuando por meio de subprogramas, que são direcionados basicamente para os setores residencial, comercial, industrial, educação, iluminação pública, entre outros. Desde 2001, devido à crise nacional de energia elétrica e consequente racionamento deste insumo, as ações do Procel vêm obtendo grande destaque. Uma das principais linhas de ação do Procel é a que trata da questão tecnológica de equipamentos consumidores de energia elétrica, que tem como objetivo estimular a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes e reconhecer os equipamentos de melhor desempenho em suas categorias, concedendo a estes o Selo Procel de Economia de Energia (Figura 1). Para tanto é necessário submeter os equipamentos a ensaios de eficiência energética.

Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética - EPE, o consumo de energia elétrica na classe residencial no Brasil, em 2007, alcançou 24% do consumo nacional enquanto a indústria foi responsável pela maior parte desse consumo, correspondendo a 46%. Foi exatamente nessas classes que o Procel priorizou suas ações visando estimular tecnologias mais eficientes e reconhecer os equipamentos com melhor desempenho energético por meio da concessão do Selo Procel.

Os recursos doados pelo GEF ao governo brasileiro, por intermédio do Banco Mundial, foram gerenciados pela Eletrobrás/Procel, com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, e aplicados na

implementação de várias atividades orientadas a mitigar as barreiras no mercado de eficiência energética no Brasil.

Para tornar possível a ampliação do número de categorias abrangidas pelo Selo Procel, a Eletrobrás desenvolveu, com recursos doados pelo GEF, o Projeto de Capacitação Laboratorial, onde foram firmados convênios com 11 instituições, em sua maioria universidades e centros de pesquisa. No total, foram realizados investimentos de US\$ 6,8 milhões em 22 laboratórios distintos, capacitados para a realização de ensaios de eficiência energética.

## 2.0 - SELO PROCEL DE ECONOMIA DE ENERGIA

O Selo Procel de Economia de Energia, ou simplesmente Selo Procel, foi instituído por Decreto Presidencial em 08 de dezembro de 1993, e é um produto desenvolvido e concedido pelo Procel. O Selo Procel tem como principal objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria. Também objetiva estimular a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a redução de impactos ambientais.

Os primeiros equipamentos que receberam o Selo Procel foram os refrigeradores e os *freezers*, que juntamente representam a maior fatia de consumo na classe residencial com 27%, segundo a Pesquisa de Avaliação do Mercado de Eficiência Energética realizada em 2005 pela Eletrobrás. Em 1996, foram contemplados os motores elétricos que, por sua vez, respondem por 69% do consumo de energia elétrica na indústria, segundo dados dessa pesquisa.



FIGURA 1 - Selo Procel

Naquele mesmo ano, os condicionadores de ar foram incluídos no processo de concessão do Selo Procel, e no ano de 2000, os coletores solares para aquecimento de água e reservatórios térmicos. Até o final de 2008 foram contabilizadas 24 categorias distintas de equipamentos com o Selo Procel, sendo os mais recentes representados pelas máquinas de lavar roupas, televisores no modo de espera (*stand-by*), ventiladores de teto e lâmpadas a vapor de sódio.

Ao longo dos anos, o Selo Procel contribuiu para uma redução significativa do consumo de energia elétrica de diversos equipamentos. A Figura 2 apresenta a evolução do consumo médio de energia elétrica em refrigeradores de 1 porta, contemplados com o Selo Procel, onde a redução do consumo médio foi de 35% em oito anos. Ressalta-se ainda que o refrigerador de 1 porta é o tipo mais presente nos lares brasileiros, representando cerca de 65% do parque existente, segundo pesquisa encomendada pela Eletrobrás ao instituto ACNielsen.

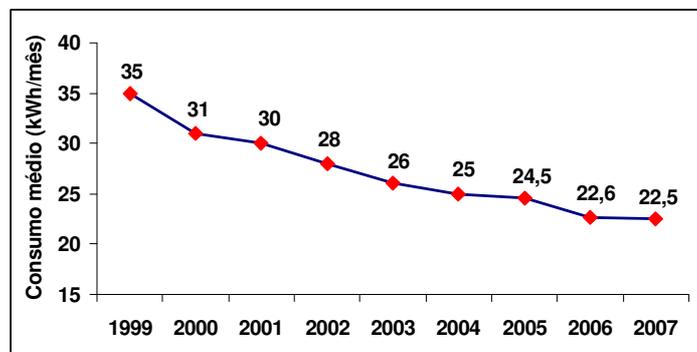


Figura 2 – Evolução do consumo médio de energia elétrica em refrigeradores de 1 porta

O Selo Procel é concedido aos produtos que fazem parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, o qual é conduzido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro. A meta do PBE é avaliar os índices de consumo de energia, ou de eficiência energética, dos equipamentos comercializados no Brasil e disponibilizar essa informação aos consumidores. O Inmetro também é responsável pela concessão da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE (Figura 3), apoiada pelas associações de fabricantes que participam do processo. Os produtos mais eficientes são classificados na faixa “A” e, como regra geral, são reconhecidos e premiados com o Selo Procel de Economia de Energia. No entanto, outros critérios para concessão do Selo Procel são considerados, como por exemplo, a segurança elétrica.

<b>Energia (Solar)</b>		COLETOR SOLAR PLANO
Fabricante		ABCDEFGHIJ
Marca		XYZ(Logo)
Modelo		IPQR
Pressão de Funcionamento (kPa)		XYZ
Aplicação		XYZ banho
<b>Mais eficiente</b>		
<b>Menos eficiente</b>		
<b>Produção Mensal de Energia:</b>		
- Por m2 de coletor (kWh/mês.m2)		00,0
- Por coletor (kWh/mês)		00,0
Área externa do Coletor (m²)		0,00
Eficiência Energética Média (%)		XYZ
<small>Regulamento Específico para Sistemas e Equipamentos para Aquecimento Solar de Água - RESPRO-SOL. Instruções de instalação e recomendações de uso, Leia o Manual do usuário.</small>		
<b>PROCEL</b> PROGRAMA NACIONAL DE CERTIFICAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA		
<small>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA, ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</small>		

FIGURA 3 - ENCE

Todos os equipamentos participantes do PBE são submetidos a ensaios de eficiência energética em laboratórios indicados pelo Inmetro. Em 2002, apenas 5 laboratórios estavam aptos a realizar esses tipos de ensaios. Portanto, o número de laboratórios existentes no Brasil e a capacidade de cada laboratório para a realização de ensaios dificultavam a evolução do PBE.

Ressalta-se que em outubro de 2001 foi promulgada a lei 10.295, a qual determina que todos os equipamentos comercializados no Brasil devem atender aos índices mínimos de eficiência energética ou máximos de consumo de energia. Essa lei, conhecida como “Lei de Eficiência Energética” contribui para retirar do mercado os equipamentos com baixo rendimento energético e, dessa forma, estimular o uso eficiente dos insumos energéticos e a redução dos impactos ambientais. Cabe também destacar que a “Lei de Eficiência Energética” trata com prioridade os equipamentos ensaiados no âmbito do PBE.

Foi nesse cenário que, em 2002, iniciou-se o Projeto de Capacitação Laboratorial com o objetivo de ampliar a rede laboratorial brasileira para a realização de ensaios de eficiência energética em atendimento ao programa de concessão do Selo Procel, ao PBE e à “Lei de Eficiência Energética”.

### 3.0 - PROJETO DE CAPACITAÇÃO LABORATORIAL

O Projeto faz parte do Programa de Eficiência Energética - PEE, fruto de um contrato assinado entre a Eletrobrás e o Banco Mundial. Os recursos foram doados pelo GEF e repassados pelo Banco Mundial ao governo brasileiro, para investimentos no Brasil de modo a desenvolver o mercado de eficiência energética no país, promovendo o desenvolvimento tecnológico, pesquisas de campo para delinear o perfil do consumidor de energia elétrica no Brasil, treinamento e confecção de livros e guias técnicos, entre outros. O valor total repassado pelo Banco Mundial foi de aproximadamente US\$ 12 milhões.

No dia 27 de novembro de 2003 foi publicada uma chamada pública, no Jornal do Brasil, para que centros de pesquisa, universidades e outras instituições tomassem conhecimento do projeto e apresentassem suas propostas de trabalho à Eletrobrás. Os projetos deveriam satisfazer a pelo menos uma das seguintes diretrizes: referir-se a testes em equipamentos considerados prioritários pelo PBE ou à realização de testes e avaliações da eficiência energética de equipamentos e instalações, cuja utilização pela sociedade fosse, comprovadamente, bastante significativa no consumo brasileiro de eletricidade, conforme apresentado na Figura 4.

Em 2003, o PBE era composto por 18 linhas de produtos dos quais apenas 12 recebiam o Selo Procel. Cabe destacar que os equipamentos responsáveis pelo maior consumo de energia elétrica na classe residencial já faziam parte do PBE. Entretanto, a necessidade de certificações de outros produtos tornou-se crescente, como

por exemplo, de dispositivos de modo de espera (*stand-by*) presentes em praticamente todos os equipamentos eletroeletrônicos, que representam um consumo anual considerável.

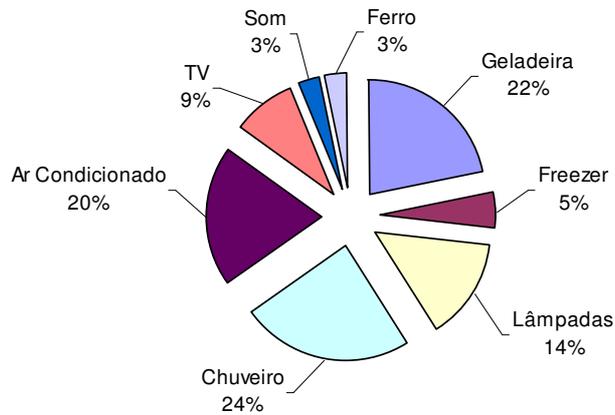


FIGURA 4 – Participação dos eletrodomésticos no consumo residencial do Brasil em 2005

No total, foram recebidas cerca de 30 propostas de entidades interessadas em participar do Projeto de Capacitação Laboratorial. Respeitando as diretrizes ajustadas com o Banco Mundial, o orçamento disponível para o projeto totalizava cerca de US\$ 5,4 milhões, referentes aos recursos do GEF, além da contrapartida da Eletrobrás de US\$ 1,4 milhão para cobrir gastos com taxas alfandegárias, impostos e consultoria especializada para apoio ao projeto.

Um grupo formado por engenheiros do Procel, que contou com o suporte técnico do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel, selecionou as propostas que melhor se adequavam aos propósitos do Projeto. A Figura 5 relaciona todas as entidades selecionadas e suas respectivas especificidades.

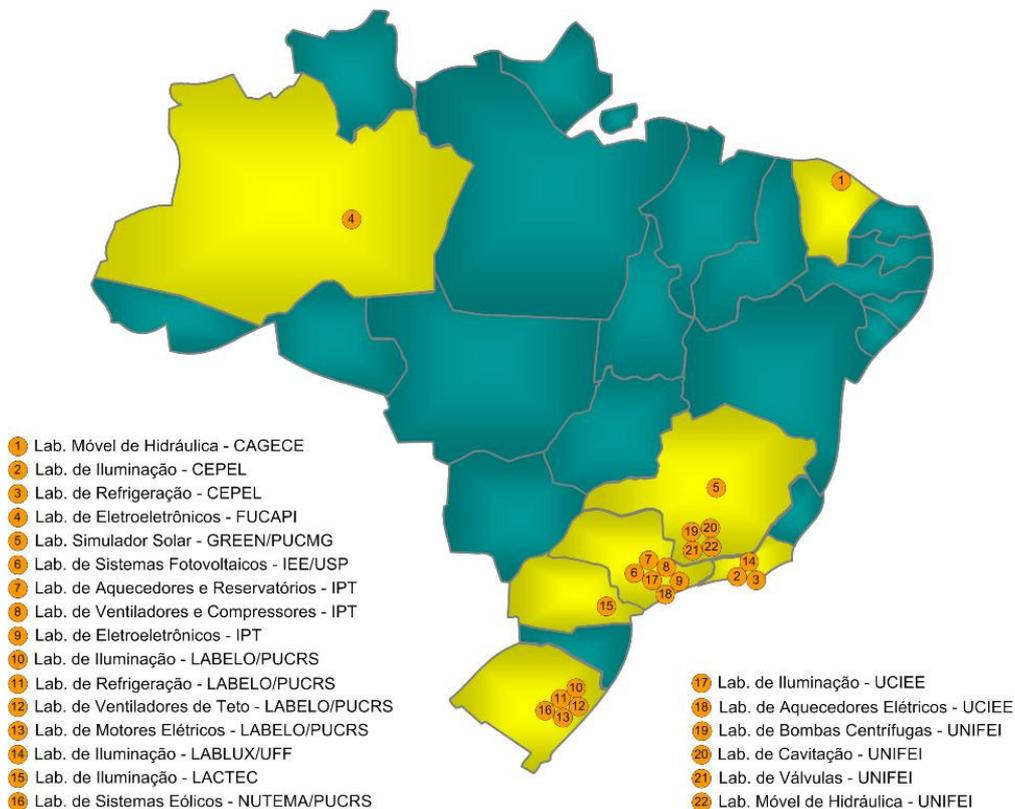


FIGURA 5 – Laboratórios contemplados pelo Projeto de Capacitação Laboratorial

O Projeto de Capacitação Laboratorial permitiu criar as condições necessárias para aumentar a quantidade de categorias de equipamentos contemplados com a ENCE e o Selo Procel, bem como pela Lei de Eficiência Energética.

Com a implantação do Projeto, foram incluídos à lista de equipamentos submetidos a ensaios de eficiência energética, dentre outros, os televisores, os ventiladores de teto e as bombas centrífugas. O Projeto pode ser considerado responsável pelo início desses trabalhos uma vez que propiciou a capacitação de novas entidades para a realização de ensaios em eficiência energética. Em alguns casos houve a modernização e ampliação de laboratórios existentes, como por exemplo: o laboratório de iluminação do Cepel, no Rio de Janeiro, com a aquisição do Goniôfotômetro (Figura 6), importado da Alemanha, que está capacitado para a realização de ensaios em luminárias, contribuindo, dessa forma, com o desenvolvimento de equipamentos de iluminação mais eficientes; o laboratório do Green-Solar da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG que recebeu o Simulador Solar (Figura 7), equipamento capaz de realizar os testes em local abrigado, eliminando a dependência de condições climáticas favoráveis, e conseqüentemente permitindo que os ensaios possam ser realizados em um período de tempo muito menor em comparação à condição anterior, onde era necessário, em alguns casos, meses para serem concluídos. Quanto aos novos laboratórios, destaca-se o da Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica - Fucapi, em Manaus, montado para realizar ensaios em equipamentos eletroeletrônicos, em especial no modo de espera (*standy-by*) e o da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS, que foi capacitado a realizar, entre outros, ensaios em ventiladores de teto e motores elétricos.



FIGURA 6 – Goniôfotômetro (Cepel)



FIGURA 7 – Simulador solar (PUC-MG)

A novidade apresentada pelo Projeto foi a capacitação de duas unidades móveis destinadas à realização de ensaios de eficiência energética em circuitos hidráulicos. Uma unidade foi instalada na Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI para atendimento às indústrias, empresas de saneamento básico e sistemas de geração elétrica (Figura 8). A outra unidade foi montada na Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece. A grande vantagem desse tipo de laboratório, pioneiro no Brasil, é que os equipamentos de bombeamento não precisam ser desmontados nem deslocados para outras localidades, permitindo à equipe de técnicos e engenheiros realizar os testes *in loco* (Figura 9), facilitando os diagnósticos e reduzindo os custos operacionais.

A Figura 10 apresenta a distribuição dos recursos financeiros às instituições contempladas pelo Projeto, totalizando US\$ 6,8 milhões, considerando os investimentos do GEF e a contrapartida da Eletrobrás.



FIGURA 8 – Laboratório Móvel da UNIFEI



FIGURA 9 – Técnico realizando medições em uma microcentral hidrelétrica

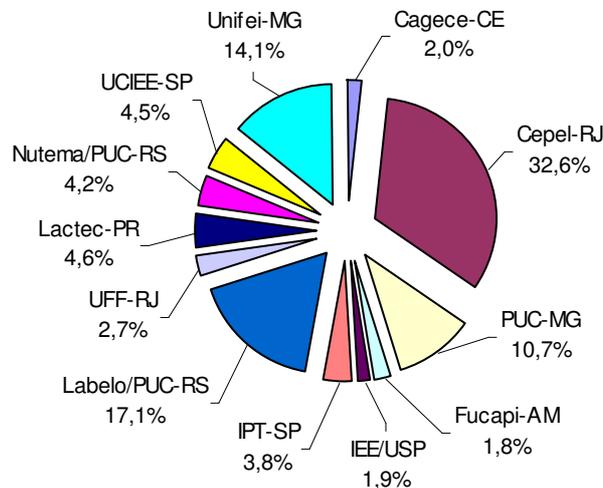


FIGURA 10 – Distribuição dos recursos financeiros do Projeto de Capacitação Laboratorial

#### 4.0 - CONCLUSÕES

O Projeto de Capacitação Laboratorial, para suporte tecnológico à eficiência energética, atingiu os seus principais objetivos uma vez que viabilizou a ampliação do número de categorias de equipamentos com o Selo Procel, bem como garantiu sustentabilidade à aplicação da “Lei de Eficiência Energética” para diversos equipamentos como, por exemplo, as lâmpadas fluorescentes compactas, condicionadores de ar e refrigeradores.

Um dos grandes destaques do Projeto diz respeito a sua forma de atuação democrática, pois a chamada pública permitiu que as entidades interessadas em realizar ensaios de eficiência energética, de diversas regiões do País, pudessem participar do Projeto. Destaca-se ainda a participação de especialistas de diversas instituições como o Inmetro, Cepel e universidades, tanto para a definição dos laboratórios contemplados como no apoio à definição dos equipamentos laboratoriais necessários para cada instituição.

Devido ao pioneirismo do Projeto no Brasil, diversas dificuldades foram verificadas e superadas, como por exemplo, a obrigação de utilizar, em todos os processos de contratação e aquisição, as regras internacionais do Banco Mundial, sendo o PNUD o responsável pelas contratações e desembaraços alfandegários. A vulnerabilidade às variações cambiais também se configuraram como um obstáculo, uma vez que a verba do projeto foi doada em moeda americana e muitas aquisições foram realizadas em outra moeda. No caso da moeda nacional, por exemplo, observou-se que o valor de 1 dólar, em outubro de 2002, correspondia a R\$ 3,95, enquanto que em junho de 2007 o mesmo dólar valia R\$ 1,90.

O Projeto de Capacitação Laboratorial finalizou em 2007. No entanto, para garantir que o real objetivo está sendo atingido, foi iniciado um processo de acompanhamento periódico das atividades dos laboratórios, onde são verificados, por exemplo, a quantidade de testes e ensaios realizados. Estes dados servirão à Eletrobrás/Procel, ao MME e ao Inmetro para o planejamento e a concepção de novos projetos ligados à capacitação laboratorial, e também como dados de entrada para estudos e trabalhos ligados à eficiência energética. Além disso, essas informações serão utilizadas para apresentar ao Banco Mundial e ao GEF, os resultados obtidos com o financiamento concedido.

## 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ACNIELSEN. *Estudo geral de eletrodomésticos/eletroeletrônicos - Linha Branca: Refrigerador - 2003, 2004 e 2005*.
- (2) BRASIL. Lei n. 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.
- (3) ELETROBRÁS.PROCEL. *Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil: Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso da classe residencial no Ano Base 2005*. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br>>. Acesso em: 03 fev. 2009.
- (4) ELETROBRÁS.PROCEL. *Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil – Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 1988: Classe Residencial*. Rio de Janeiro, 1988.
- (5) ELETROBRÁS.PROCEL. *Relatório de avaliação dos resultados do PROCEL 2007*. Rio de Janeiro, 2008.
- (6) EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Balanço Energético Nacional 2008: Ano Base 2007*. Rio de Janeiro, 2008.
- (7) INMETRO. *Tabelas de consumo de energia elétrica*. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em: 03 fev. 2009.
- (8) LEPETITGALAND, Karla Kwiatkowski, et al. Projeto de eficiência energética para o Brasil com suporte financeiro do Global Environment Facility (GEF) por meio do Banco Mundial (Bird). In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 19., 2007, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: [s.n.], 2007. 1 CD-ROM.
- (9) PROCEL INFO. *Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética*. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br>>. Acesso em: 03 fev. 2009.
- (10) UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ. *Conservação de energia: eficiência energética de instalações e equipamentos*. 3. ed. Itajubá: FUPAI, 2006. 596 p.

## 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Emerson Salvador

Nascido no Rio de Janeiro, RJ, em 24 de janeiro de 1975.

Graduação em Engenharia Elétrica (2000): UERJ e Mestrando em Engenharia da Energia: UNIFEI

Chefe da Divisão de Eficiência Energética na Oferta da Eletrobrás

Marcelo José dos Santos

Nascido em Barbacena, MG, em 09 de agosto de 1977.

Doutorado em Engenharia Elétrica (2008): COPPE/UFRJ, Mestrado em Engenharia Elétrica (2002): UFJF e

Graduação em Engenharia Elétrica (2000): FUNREI

Divisão de Eficiência Energética na Oferta da Eletrobrás

Rafael Meirelles David

Nascido no Rio de Janeiro, RJ, em 07 de agosto de 1978.

Graduação em Engenharia de Produção (2001): UFF e Mestrando em Engenharia da Energia: UNIFEI

Divisão de Eficiência Energética em Equipamentos da Eletrobrás

Luiz Eduardo Menandro

Nascido em São Paulo, SP, em 9 de junho de 1955.

Graduação (1981): USP

Chefe do Departamento de Desenvolvimento de Eficiência Energética da Eletrobrás

Fernando Antônio Lopes

Nascido em Viçosa, MG, em 15 de junho de 1955.

Graduação em Engenharia Elétrica (1978): UFRJ

Divisão de Difusão de Eficiência Energética da Eletrobrás

Carlos Belmiro Campinho de Carvalho

Nascido em Petrópolis, RJ, em 15 de junho de 1962.

Graduação em Engenharia Elétrica (1985): UCP

Consultor Técnico Projeto BRA/01/001 – Pnud/ Eletrobrás